

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA
MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO
“CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE MUTATÁ (UF4) DE LA
CONCESIÓN AUTOPISTA AL MAR 2”**

CAPÍTULO 11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

**CAPÍTULO 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE
DESASTRES**



AUTOPISTAS URABÁ S.A.S.



Realizado por



3/10/2025

TABLA DE CONTENIDO

11	PLANES Y PROGRAMAS.....	9
11.1	Plan de manejo ambiental	9
11.1.3	Plan de Gestión del Riesgo	9
11.1.3.1	Normatividad.....	10
11.1.3.2	Glosario	14
11.1.3.3	Conocimiento del Riesgo	16
11.1.3.4	Reducción del Riesgo	191
11.1.3.5	Manejo del desastre.....	207
	BIBLIOGRAFÍA.....	245

LISTA DE TABLAS

Tabla 11.1 Normatividad en Gestión del Riesgo y temas asociados	10
Tabla 11.2 Localización del proyecto Variante Mutatá	18
Tabla 11.3 Maquinaria y equipos para el proyecto	19
Tabla 11.4 Actividades del proyecto Variante Mutatá.....	21
Tabla 11.5 Mano de obra estimada para el proyecto vial	24
Tabla 11.6 Equipamientos para emergencias existente	25
Tabla 11.7 Usos actuales del suelo en el Área de Influencia del componente suelos de la variante Mutatá y la cobertura asociada.....	26
Tabla 11.8 Estructura población por género y grupos etarios, municipios 2025	27
Tabla 11.9 Infraestructura pública presente en el AI	37
Tabla 11.10 Vías existentes.....	38
Tabla 11.11 Infraestructura que maneja sustancias peligrosas	39
Tabla 11.12 Unidades geomorfológicas para el área del proyecto.	41
Tabla 11.13 Coberturas presentes en el área de influencia y en el área proyecto	43
Tabla 11.14 Instrumentos de planificación, desarrollo y de gestión del riesgo existentes	48
Tabla 11.15 Elementos expuestos internos	48
Tabla 11.16 Calificación de amenazas	75
Tabla 11.17 Clasificación para la valoración de la probabilidad de ocurrencia	76
Tabla 11.18 Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes	77
Tabla 11.19 Definición de variables e insumos para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes.....	78
Tabla 11.20 Convenciones y valoración para la vulnerabilidad	79
Tabla 11.21 Niveles de vulnerabilidad	80
Tabla 11.22 Matriz base para la reclasificación del riesgo según el marco temporal	80
Tabla 11.23 Clasificación del nivel de riesgo e indicadores de aceptabilidad.....	81
Tabla 11.24 Principales factores amenazantes identificados en el departamento de Antioquia.....	84
Tabla 11.25 Identificación de eventos ocurridos en la región de Urabá entre 1894 y 2014	84
Tabla 11.26 Escenarios de riesgo priorizados en el PMGRD de Mutatá	85
Tabla 11.27 Reporte histórico de eventos relevantes en vías a nivel nacional.....	86
Tabla 11.28 Identificación y clasificación de amenazas para el proyecto vial "Variante Mutatá"	88
Tabla 11.29 Eventos sísmicos históricos cercanos al proyecto.....	89
Tabla 11.30 Reporte de vendavales en el municipio de Mutatá	94
Tabla 11.31 Calificación de la variable Nivel Cerámico	97
Tabla 11.32 Reporte de inundaciones en el municipio de Mutatá	99
Tabla 11.33 Amenaza por inundaciones	105
Tabla 11.34 Factores condicionantes de amenaza por movimientos en masa.....	106
Tabla 11.35 Indicadores para los parámetros (susceptibilidad y detonantes) utilizados en la determinación de la amenaza por movimientos en masa	107
Tabla 11.36 Indicadores de insumos requeridos para ponderación de factores	107
Tabla 11.37 Criterios de calificación variable unidad geológica	108
Tabla 11.38 Criterios de calificación variable unidad geomorfológica	109
Tabla 11.39 Criterios de calificación variable pendiente.....	110

Tabla 11.40 Criterios de calificación variable coberturas	112
Tabla 11.41 Criterios de calificación variable curvatura	113
Tabla 11.42 Criterios de calificación de factor detonante precipitación	115
Tabla 11.43 Criterios de calificación de factor detonante sísmico	116
Tabla 11.44 Peso ponderado de los factores para el análisis de susceptibilidad por movimientos en masa	116
Tabla 11.45 Valores y clasificación de susceptibilidad por movimientos en masa.....	117
Tabla 11.46 Valores y reclasificación de susceptibilidad por movimientos en masa	117
Tabla 11.47 Zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa	117
Tabla 11.48 Peso ponderado de los factores para el análisis de amenaza por movimientos en masa.....	118
Tabla 11.49 Valores de reclasificación de la amenaza por movimientos en masa	119
Tabla 11.50 Zonificación de la amenaza por movimientos en masa	119
Tabla 11.51 Tipo de combustible predominante según la cobertura	124
Tabla 11.52 Categoría de amenaza por tipo de combustible	124
Tabla 11.53 Tipo de combustible predominante según la cobertura en el AI	124
Tabla 11.54 Categoría de amenaza por tipo de combustible según la cobertura en el AI	125
Tabla 11.55 Duración del combustible según la cobertura vegetal.....	126
Tabla 11.56 Categoría de amenaza por la duración de combustible.....	127
Tabla 11.57 Duración del combustible según la cobertura vegetal en el área de influencia	128
Tabla 11.58 Categoría de amenaza por la duración de combustible en el AI	128
Tabla 11.59 Categoría total (Biomasa) de combustible	129
Tabla 11.60 Categoría de amenaza total (Biomasa) de combustible	130
Tabla 11.61 Categoría total (Biomasa) de combustible para el área de influencia	130
Tabla 11.62 Categoría de amenaza total (Biomasa) de combustible para el área influencia	131
Tabla 11.63 Clasificación y categorización de la susceptibilidad.....	132
Tabla 11.64 Categorización de amenaza según el rango de precipitación anual	134
Tabla 11.65 Categorización de amenaza según el rango de temperatura anual	134
Tabla 11.66 Categorización de amenaza según el grado de pendiente	136
Tabla 11.67 Categorización de amenaza según la distancia red vial	139
Tabla 11.68 Categorización de la zonificación de la amenaza por incendios forestales. 140	
Tabla 11.69 Nivel de daño esperado a valores de sobrepresión específicos	145
Tabla 11.70 Consecuencias del derrame de sustancias químicas líquidas	147
Tabla 11.71 Análisis estructural de obras	149
Tabla 11.72 Maquinaria susceptible de accidentes de transporte	157
Tabla 11.73 Escenarios posibles y previsibles en el proyecto vial.....	158
Tabla 11.74 Áreas de afectación por eventos amenazantes	160
Tabla 11.75 Actores relacionados.....	161
Tabla 11.76 Valoración de la probabilidad de ocurrencia	164
Tabla 11.77 Vulnerabilidad por exposición (VE).....	166
Tabla 11.78 Vulnerabilidad por Fragilidad (VF).....	167
Tabla 11.79 Vulnerabilidad por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAYR)	168
Tabla 11.80 Vulnerabilidad global (V)	168
Tabla 11.81 Resultados de la evaluación de riesgos	169

Tabla 11.82 Nivel de riesgo por sismos	170
Tabla 11.83 Nivel de riesgo por vendavales	172
Tabla 11.84 Nivel de riesgo por tormentas eléctricas.....	173
Tabla 11.85 Nivel de riesgo por inundaciones	174
Tabla 11.86 Nivel de riesgo por avenidas torrenciales	175
Tabla 11.87 Nivel de riesgo por movimientos en masa	177
Tabla 11.88 Nivel de riesgo por incendios de cobertura vegetal	178
Tabla 11.89 Categorías de aceptabilidad del riesgo ambiental	180
Tabla 11.90 Categoría de zonificación del riesgo social.....	182
Tabla 11.91 Categoría clasificación riesgo socioeconómico	184
Tabla 11.92 Categoría clasificación riesgo individual.....	186
Tabla 11.93 Priorización del riesgo	187
Tabla 11.94 Protocolo de monitoreo del riesgo ante amenazas naturales	187
Tabla 11.95 Protocolo de monitoreo del riesgo ante amenazas socio-naturales	188
Tabla 11.96 Protocolo de monitoreo del riesgo ante amenazas antrópicas.....	190
Tabla 11.97 Medida de reducción Sistema de Alertas Tempranas.....	192
Tabla 11.98 Medida de reducción Educación continua en Gestión del Riesgo	193
Tabla 11.99 Medida de reducción Ayuda mutua, fortalecimiento y apoyo en gestión del riesgo.....	195
Tabla 11.100 Medida de reducción Creación y fortalecimiento del Grupo de Gestión de Riesgos.....	196
Tabla 11.101 Medidas de reducción del riesgo ante amenazas de origen natural	197
Tabla 11.102 Medidas de reducción del riesgo ante amenazas de origen socio natural	199
Tabla 11.103 Medidas de reducción del riesgo frente a amenazas de origen antrópico.	202
Tabla 104 Cronograma de actividades de capacitación, socialización y simulacros	210
Tabla 11.105 Roles y responsabilidades del equipo de respuesta ante emergencias	212
Tabla 11.106 Niveles de respuesta ante la materialización del riesgo	215
Tabla 11.107 Niveles de alerta	216
Tabla 11.108 Niveles de activación de la alarma	216
Tabla 11.109 Procedimiento de respuesta ante sismos	220
Tabla 11.110 Procedimiento de respuesta ante vendavales	221
Tabla 11.111 Procedimiento de respuesta ante tormentas eléctricas	223
Tabla 11.112 Procedimiento de respuesta ante inundaciones	224
Tabla 11.113 Procedimiento de respuesta ante avenidas torrenciales.....	225
Tabla 11.114 Procedimiento de respuesta ante movimientos en masa.....	227
Tabla 11.115 Procedimiento de respuesta ante incendios de cobertura vegetal	228
Tabla 11.116 Procedimiento de respuesta ante la alteración del orden público y social	230
Tabla 11.117 Procedimiento de respuesta ante explosiones	232
Tabla 11.118 Procedimiento de respuesta ante derrames	233
Tabla 11.119 Procedimiento de respuesta ante fugas	235
Tabla 11.120 Procedimiento de respuesta ante colapso estructural	237
Tabla 11.121 Procedimiento de respuesta ante accidentes de transporte	238
Tabla 11.122 Contacto de actores externos vinculados a la gestión del riesgo.....	240

LISTA DE FIGURAS

Figura 11.1 Elementos del componente de Conocimiento del Riesgo.....	17
Figura 11.2 Localización general del proyecto vial.....	18
Figura 11.3 Pirámide poblacional 2025.....	28
Figura 11.4 Demografía, 2025.....	29
Figura 11.5 Elementos expuestos del componente personas.....	30
Figura 11.6 Cobertura de bosque de galería presente en el AI.....	32
Figura 11.7 Cuerpos de agua presentes en el AI.....	34
Figura 11.8 Elementos expuestos del componente ambiental en el área de influencia....	35
Figura 11.9 Elementos expuestos del componente socioeconómico.....	40
Figura 11.10 Uso actual del suelo en el área de influencia.....	42
Figura 11.11 Coberturas en el área de influencia biótica del proyecto.....	44
Figura 11.12 Variante Mutatá K45+220 a K45+650.....	50
Figura 11.13 Variante Mutatá K45+650 a 45+950.....	51
Figura 11.14 Variante Mutatá 45+950 a K46+219.....	52
Figura 11.15 Intersección - Glorieta.....	53
Figura 11.16 Zona de instalaciones temporales.....	54
Figura 11.17 Obras hidráulicas.....	55
Figura 11.18 Muro en tierra amada y box vehicular.....	56
Figura 11.19 Accesos Norte y Sur a vía existente.....	57
Figura 11.20 Mapa nacional de amenaza por cambio climático.....	61
Figura 11.21 Mapa nacional por capacidad adaptativa al Cambio Climático.....	62
Figura 11.22 Mapa Nacional por sensibilidad al cambio climático.....	63
Figura 11.23 Mapa Nacional de Riesgo por Cambio Climático.....	64
Figura 11.24 Escenario de cambio en temperatura a 2040 para el departamento de Antioquia.....	66
Figura 11.25 Escenario de cambio en la precipitación a 2040 para el departamento de Antioquia.....	67
Figura 11.26 Mapa departamental de amenaza por cambio climático.....	69
Figura 11.27 Mapa Departamental por sensibilidad al cambio climático.....	70
Figura 11.28 Mapa departamental por capacidad adaptativa al Cambio Climático.....	71
Figura 11.29 Mapa departamental de vulnerabilidad al cambio climático.....	72
Figura 11.30 Mapa Departamental de Riesgo por Cambio Climático.....	73
Figura 11.31 Área de influencia proyecto vial "Variante Mutatá".....	82
Figura 11.32 Reporte de emergencias en el municipio de Mutatá 2007-2023.....	85
Figura 11.33 Sismos reportados en el municipio de Mutatá.....	91
Figura 11.34 Mapa de amenaza sísmica para el área de influencia del proyecto vial.....	92
Figura 11.35 Velocidad máxima del viento en el AI.....	93
Figura 11.36 Mapa de Amenaza por vendavales.....	94
Figura 11.37 Mapa de peligrosidad por rayos para el año 2017.....	96
Figura 11.38 Mapa de niveles cerámicos para Colombia.....	97
Figura 11.39 Mapa de amenaza ante tormentas eléctricas para el proyecto vial.....	98
Figura 11.40 Áreas afectadas por inundaciones durante eventos del fenómeno de La Niña, 1988, 2000, 2011 y 2012.....	101
Figura 11.41 Amenaza por inundación a nivel municipal, POT 2011.....	102

Figura 11.42 Amenaza por inundación a zona urbana, Cabecera Municipal Mutatá, POT 2011	103
Figura 11.43 Mapa de Amenaza por inundación en el AI	104
Figura 11.44 Amenaza por avenida torrencial en el AI	106
Figura 11.45 Unidades geológicas susceptibles a movimientos en masa	109
Figura 11.46 Unidades geomorfológicas susceptibles a movimientos en masa	110
Figura 11.47 Pendientes susceptibles a movimientos en masa	111
Figura 11.48 Coberturas susceptibles a movimientos en masa	113
Figura 11.49 Curvaturas susceptibles a movimientos en masa.....	114
Figura 11.50 Detonante precipitación	115
Figura 11.51 Detonante sisimico.....	116
Figura 11.52 Susceptibilidad por movimientos en masa	118
Figura 11.53 Amenaza por movimientos en masa	120
Figura 11.54 Esquema metodológico para la determinación de la susceptibilidad de incendios forestales	122
Figura 11.55 Amenaza según tipo de combustible en el área de influencia	126
Figura 11.56 Amenaza según la duración del combustible en el área de influencia	129
Figura 11.57 Amenaza según de la carga (Biomasa) de combustible en el AIP.....	131
Figura 11.58 Mapa de susceptibilidad de la vegetación de incendios	133
Figura 11.59 Amenaza según el rango de precipitación anual	135
Figura 11.60 Amenaza según el rango de temperatura anual.....	136
Figura 11.61 Amenaza según el grado de pendiente	137
Figura 11.62 Amenaza según el factor histórico	138
Figura 11.63 Amenaza según la distancia a la red vial	139
Figura 11.64 Mapa de amenaza ante incendios forestales	141
Figura 11.65 Amenaza por alteración del orden público y social.....	144
Figura 11.66. Amenaza por colapso estructural	156
Figura 11.67 Riesgo por sismos	171
Figura 11.68 Riesgo por vendavales.....	172
Figura 11.69 Riesgo por tormentas eléctricas	173
Figura 11.70 Riesgo por inundaciones.....	175
Figura 11.71 Riesgo por avenidas torrenciales	176
Figura 11.72 Riesgo por movimientos en masa	177
Figura 11.73 Riesgo por incendios de cobertura vegetal	178
Figura 11.74 Riesgo ambiental	180
Figura 11.75 Riesgo social.....	182
Figura 11.76 Riesgo Socioeconómico.....	184
Figura 11.77 Riesgo individual	186
Figura 11.78 Equipo de respuesta ante emergencias	211

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Tipo de validación	Nombre de quién elaboró el informe	Fecha
Responsable de elaboración	<i>Equipo técnico AM – Alternativa Ambiental S.A.S</i>	
Responsable de revisión	<i>Angela María Salazar Guerrero</i> Coordinadora de proyectos	
Responsable de aprobación	<i>Diana Restrepo Londoño</i> Directora de proyectos y operaciones	

DESCRIPCIÓN DE LAS REVISIONES

Índice de revisión	Sección modificada del documento	Fecha modificación	Observaciones

11 PLANES Y PROGRAMAS

11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

11.1.3 Plan de Gestión del Riesgo

De acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012¹, la gestión del riesgo de desastres es un proceso social que integra la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, planes y medidas destinadas al conocimiento y la reducción del riesgo, así como al manejo adecuado de desastres. Su objetivo principal es contribuir al bienestar, la seguridad, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible de las comunidades.

Este Plan se elabora en cumplimiento en lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley 1523 de 2012, el cual establece que las entidades públicas y privadas deben identificar, priorizar y gestionar las acciones necesarias para prevenir y mitigar riesgos actuales y futuros en sus operaciones e instalaciones a través del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP). Asimismo, se deben articular con los instrumentos de planificación territorial, sectorial e institucional de gestión del riesgo, así como con aquellos relacionados con el desarrollo sostenible, tales como el Marco de Sostenibilidad de la IFC y otros estándares ambientales y sociales internacionales.

En concordancia con el Decreto 2157 de 2017², este plan busca garantizar la protección de las personas, sus bienes, medios de vida y activos culturales y ambientales dentro del área de influencia del proyecto vial. Además, incluye estrategias para fortalecer la capacidad operativa de la entidad, asegurando la continuidad del negocio frente a posibles desastres.

El PGRD abarca el análisis de riesgos derivados de eventos naturales, socio-naturales, tecnológicos, biosanitarios y humanos no intencionales que, al combinarse con condiciones de vulnerabilidad, pueden provocar daños severos en las operaciones y el entorno. No obstante, este plan excluye los riesgos derivados de eventos intencionales, como atentados, cuya gestión es competencia de la Defensa Nacional, así como los riesgos asociados a agentes biológicos. Adicionalmente, debido a que en este documento se evalúan los riesgos que puedan desencadenar desastres, los cuales implican "una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad" (Art. 4 Ley 1523 de 2012), no se considerarán los riesgos de impacto menor, tales como accidentes laborales que tengan impactos de baja intensidad.

El plan se estructura en tres componentes clave:

- **Conocimiento del Riesgo:** Incluye el análisis del contexto interno y externo del proyecto vial, la identificación de escenarios de riesgo y el diseño de sistemas de monitoreo para su seguimiento.
- **Reducción del Riesgo:** Comprende intervenciones correctivas y prospectivas, así como acciones destinadas a la protección financiera frente a desastres.

¹ (Ley 1523, 2012)

² (Decreto 2157, 2017)

- **Manejo de Desastres:** Integra el Plan de Emergencias y Contingencias (PEC) y el Plan de Inversiones, orientados a garantizar una respuesta efectiva y eficiente ante situaciones críticas.

De esta forma, el PGRD se configura como una herramienta integral que asegura la sostenibilidad operativa y social del proyecto vial, minimizando los impactos negativos y fortaleciendo su resiliencia frente a los riesgos identificados.

11.1.3.1 Normatividad

En Colombia la Política Nacional en Gestión del Riesgo se encuentra en cabeza de la Ley 1523 de 2012, de la cual se desprende el decreto 2157 de 2017 sobre el que se soportan las bases metodológicas para el desarrollo del presente PGRDEPP. Adicional a estas, Colombia cuenta con otro conjunto de normatividad asociada a la gestión del riesgo de desastres. En la Tabla 11.1 se lista la normatividad actual en materia de Gestión del Riesgo y otros temas que se asocian con el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 11.1 Normatividad en Gestión del Riesgo y temas asociados

Norma	Descripción
Decreto 2811 de 1974	"Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente"
Decreto 1541 de 1978	Establece los procedimientos para poder utilizar los recursos hídricos.
Decreto 1715 de 1978	Por el cual se realizan algunas reglamentaciones en cuanto a protección de paisaje.
Ley 9 de 1979	"Por la cual se dictan Medidas Sanitarias"
Decreto 1594 de 1984	Reglamenta los usos del agua y los residuos líquidos.
Ley 46 de 1988	"Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones"
Decreto Ley 919 de 1989	"Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones".
Ley 99 de 1993	"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones"
Ley 100 de 1993	"Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral"
Ley 164 de 1994	"Por medio de la cual se aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático"
Decreto Ley 1295 de 1994	"Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales".
Decreto 1772 de 1994	Reglamenta la afiliación y las cotizaciones al sistema de riesgos profesionales.
Resolución 541 de 1994	"Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación".
Decreto 948 de 1995	Reglamento de protección y control de la calidad del aire.
Decreto 969 de 1995	Organiza la Red Nacional de Centros de Reserva para la Atención de Emergencias.

Norma	Descripción
Resolución 898 de 1995	"Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
Ley 322 de 1996	"Por la cual se crea el Sistema Nacional de Bomberos de Colombia y se dictan otras disposiciones".
Ley 373 de 1997	Establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 388 de 1997	Establece los Instrumentos de Ordenamiento Territorial.
Decreto 2340 de 1997	Se dictan medidas para la organización en materia de prevención y mitigación en incendios forestales.
Decreto 93 de 1998	"Por el cual se organizó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres".
Ley 629 de 2000	"Por medio de la cual se aprueba que aprobó el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".
Ley 611 de 2000	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
Ley 685 de 2001	"Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones, entre las cuales está lo referente a los aprovechamientos mineros sea de canteras o material de arrastre".
Decreto 1609 de 2002	"Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera"
Ley 776 de 2002	Normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Profesionales.
Decreto 1180 de 2003	"Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Resolución 1050 de 2004	"Por la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia".
Decreto 4741 de 2005	Reglamenta la Prevención y Manejo de Residuos Peligrosos.
CONPES 091 de 2005	Define metas y estrategias de Colombia para el logro de los objetivos de desarrollo del milenio 2015, establece indicadores y metas para cada uno de los objetivos. En cuanto al objetivo 7 de "Garantizar la sostenibilidad ambiental" no define una línea estratégica, sino una serie de intervenciones con sus respectivos indicadores para los asentamientos humanos en zonas de restricción alta, o de alto riesgo
Resolución 601 de 2006	Establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión.
Resolución 0627 de 2006	Establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Resolución 1402 de 2007	Reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.
Resolución 003288 de 2007	"Por el cual se actualizan las especificaciones generales de construcción de carreteras para los contratos de obra celebrados por INVIAS".
Resolución 909 de 2008	Establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.
Resolución 910 de 2008	Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes a

Norma	Descripción
	la atmósfera por fuentes móviles terrestres.
Resolución 0803 de 2009	"Por el cual se adopta el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito".
Resolución 0743 de 2009	"Por el cual se actualiza la Guía metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras".
Resolución 0744 de 2009	"Por el cual se actualiza el manual de diseño geométrico para carreteras".
Resolución 7106 de 2009	"Por la cual se adopta la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector vial como instrumento de autogestión y autorregulación".
Decreto 2820 de 2010	"Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales"
Decreto 3930 de 2010	Reglamenta los usos del agua y los residuos líquidos.
Resolución 760 de 2010	Adopta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas.
Resolución 650 de 2010	Mediante la cual se adoptan los protocolos de monitoreo y seguimiento de la Calidad del Aire.
Resolución 2566 de 2010	"Por el cual se adopta el Manual de Interventoría en el Instituto Nacional de Vías".
Decreto 2370 de 2010	Reglamentaciones en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
Decreto 926 de 2010	Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo-resistentes NSR-10.
Resolución 0024 de 2011	"Por el cual se adopta el Manual de Drenaje para carreteras".
Conpes 3700 de 2011	"Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia"
Ley 1523 de 2012	"Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones."
Ley 1505 de 2012	"Por medio de la cual se crea el Subsistema Nacional de Voluntarios de Primera Respuesta y se otorgan estímulos a los voluntarios de la Defensa Civil, de los Cuerpos de Bomberos de Colombia y de la Cruz Roja Colombiana y se dictan otras disposiciones en materia de voluntariado en primera respuesta."
Resolución 1514 de 2012	Adopta los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.
Ley 1575 de 2012	"Por medio de la cual se establece la ley general de Bomberos de Colombia"
Resolución 1770 de 2013 de la UNGRD	"Por el cual se crea la Comisión Técnica Nacional Asesora de Riesgos Tecnológicos - CNARIT".
Decreto 2618 de 2013	"Por la cual se modifica la estructura del Instituto Nacional de Vías (invias) y se determinan las funciones de sus dependencias".
Resolución 1111 de 2013	Modifica la Resolución 910 de 2008.
Resolución 04001 del 2013	Por la cual se modifica la guía de manejo ambiental.
Resolución 0001049	"Por el cual se adopta el manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras".
Ley 1682 de 2013	"Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades

Norma	Descripción
	extraordinarias".
Decreto 770 de 2014	"Por el cual se establece el listado de cambios menores o ajustes normales en proyectos del sector de infraestructura de transporte que cuenten con licencia o su equivalente".
Resolución 1375 de 2014	"Por la cual se actualizan las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras".
Resolución 1376	"Por el cual se actualizan las especificaciones generales de construcción para carreteras".
Decreto 631 de 2015	Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones
Decreto 1072 de 2015	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo"
Decreto 1076 de 2015	"Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible."
Decreto 2220 de 2015	"Por el cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015 en lo relacionado con las licencias y permisos ambientales para Proyectos de Interés Nacional y Estratégicos (PINE).
NFPA 30	"Código de líquidos inflamables y combustibles."
Decreto 308 de 2016	"Por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres"
CONPES 3868 de 2016	"Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas"
Decreto 298 de 2016	Establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático – SISCLIMA
Resolución 1767 de 2016	Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 1111 de 2017	"Por el cual se definen los estándares mínimos del sistema de seguridad y salud en el trabajo para empleadores y contratantes."
Decreto 2157 de 2017	"Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012"
Resolución 2254 de 2017	Adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1209 de 2018	Por la cual se adoptan Términos de Referencia para la elaboración de los planes de contingencia para el transporte de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas
Decreto 50 de 2018	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015 "
Ley 1931 de 2018	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático
Proyecto de Decreto	"Por el cual se adopta el Programa de Prevención de Accidentes Mayores y se toman otras determinaciones"

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Adicional a la normatividad descrita en la Tabla 11.1, existen acuerdos importantes a considerar como el Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres (2015-2030), adoptado por los países de las Naciones Unidas y el Acuerdo de París, es un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el

Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, con compromisos específicos al 2030 por parte de los países firmantes.

11.1.3.2 Glosario

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.³

Adaptación: Comprende el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas, En el caso de los eventos hidrometeorológicos la Adaptación al Cambio Climático corresponde a la gestión del riesgo de desastres en la medida en que está encaminada a la reducción de la vulnerabilidad o al mejoramiento de la resiliencia en respuesta a los cambios observados o esperados del clima y su variabilidad.⁴

Análisis de Riesgos: Proceso de comprender la naturaleza del riesgo para determinar el nivel de riesgo, es la base para la evaluación de riesgos y las decisiones sobre las medidas de reducción del riesgo y preparación para la respuesta. Incluye la estimación del riesgo.⁵

Cambio Climático: Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.⁶

Conocimiento del Riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia de este que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.⁷

Desastre: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad,

³ (Ley 1523, 2012)

⁴ Ibid

⁵ (SNGRD, 2017)

⁶ (Ley 1523, 2012)

⁷ Ibid

que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.⁸

Emergencia: Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia de este, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general.⁹

Elementos expuestos: Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.¹⁰

Manejo del desastre: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entendiéndose: rehabilitación y recuperación.¹¹

Monitoreo del riesgo: Es el proceso orientado a generar datos e información sobre el comportamiento de los fenómenos amenazantes, la vulnerabilidad y la dinámica de las condiciones de riesgo en el territorio.¹²

Nivel de riesgo: Magnitud de uno o varios riesgos expresada mediante la combinación de las consecuencias y la probabilidad de ocurre. En Colombia, el nivel de riesgo se expresa comúnmente en tres categorías: Alto, Medio y Bajo mediante tres colores Rojo, Amarillo y Verde respectivamente. Su utilidad radica en que se convierte en la base para la estimación del costo/beneficio de las medidas de intervención territorial como la intervención correctiva y prospectiva del riesgo y la protección financiera.¹³

Preparación del riesgo: Es el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva y albergues y entrenamiento, con el propósito de optimizar la ejecución de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros¹⁴.

Probabilidad de ocurrencia: Medida de la posibilidad de que un evento ocurra. Puede ser definida, medida o determinada y se representa de forma cualitativa o cuantitativa en términos de la probabilidad o frecuencia.¹⁵

⁸ Ibid

⁹ Ibid

¹⁰ Ibid

¹¹ Ibid

¹² (SNGRD, 2017)

¹³ Ibid

¹⁴ (Ley 1523, 2012)

¹⁵ (SNGRD, 2017)

Reducción del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son 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. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera.¹⁶

Riesgo tecnológico: Se define como los daños o las pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos generados por el uso y acceso a la tecnología, originados en sucesos antrópicos, naturales, socio-naturales o propios de cada operación, es decir que este tipo de riesgo se encuentra asociado a una gran cantidad de actividades ya sean domésticas o de tipo industrial propias de almacenamiento, transporte, producción y/o transformación de sustancias y/o materiales químicos peligrosos, combustibles, electricidad; así como actividades que requieran altas presiones y/o temperaturas, con altas posibilidades de impacto mecánico.¹⁷

Riesgos Natech: Los Natech (Natural Hazards-Triggered Technological Accidents) son accidentes tecnológicos o industriales que involucran la liberación de materiales peligrosos detonados por fenómenos naturales como inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa, sismos o rayos.¹⁸

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.¹⁹

11.1.3.3 Conocimiento del Riesgo

El componente de conocimiento del riesgo provee la base temática en función de la identificación de los elementos expuestos y los escenarios de riesgo para desarrollar los procesos de reducción del riesgo y de manejo del desastre. El contenido de esta sección relaciona tres aspectos: establecimiento del contexto interno y externo, valoración del riesgo y monitoreo del riesgo. En el esquema de la Figura 11.1 se muestran los diferentes elementos de cada componente de esta sección.

¹⁶ (Ley 1523, 2012)

¹⁷ (IDIGER, 2024)

¹⁸ (EAFIT, 2023)

¹⁹ (Ley 1523, 2012)

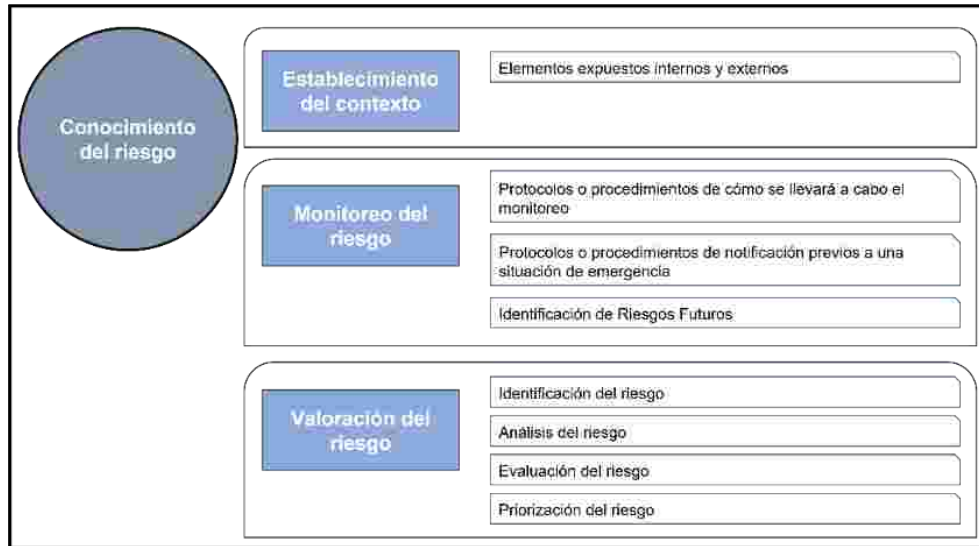


Figura 11.1 Elementos del componente de Conocimiento del Riesgo

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

11.1.3.3.1 Establecimiento del contexto

En esta sección se incluye una descripción general de la actividad realizada en el proyecto, así como la descripción del contexto interno y externo lo cual incluye la identificación de los elementos expuestos. Adicionalmente, se presenta una descripción general del contexto del proceso de gestión del riesgo en el proyecto, el análisis regional de cambio climático, así como los criterios aplicados para valorar el riesgo.

A. Información general de la actividad

El proyecto "Construcción de La Variante Mutatá (UF4) de La Concesión Autopista Al Mar 2" en adelante "Variante Mutatá", hace parte del proyecto vial Autopista al Mar 2 que hace parte integral de Autopistas para la Prosperidad liderado por la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, tiene como objetivo principal generar una conexión vial entre la ciudad de Medellín con el Urabá Antioqueño y que a su vez lo conecten con los principales centros de intercambio comercial como a la Costa Caribe y a la Costa Pacífica. El proyecto vial "Variante Mutatá" (UF4), fue licenciado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA a través de la Resolución No. 1752 del 04 de septiembre de 2019.

En la sectorización de las Unidades Funcionales, la UF4 hace parte del sector Dabeiba – Mutatá el cual cuenta con una longitud de 46,2 kilómetros y sobre este tramo se tiene considerado construir la Variante Mutatá. Las entidades involucradas en el desarrollo del proyecto son la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), teniendo en cuenta que la vía objeto de rehabilitación y mejoramiento es de carácter nacional, enmarcada dentro de las vías de Cuarta Generación (4G) y otorgada en concesión a Autopistas Urabá S.A.S.

De igual manera, es importante mencionar que el proyecto "Autopista al Mar 2" se encuentra bajo la jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (CORPOURABÁ).

I. Localización general

El proyecto vial se encuentra localizado en el municipio de Mutatá, específicamente al costado izquierdo del casco urbano del municipio como se muestra en la [Figura 11.2](#). Adicionalmente, en la Tabla 11.2 se listan las coordenadas de localización del proyecto.

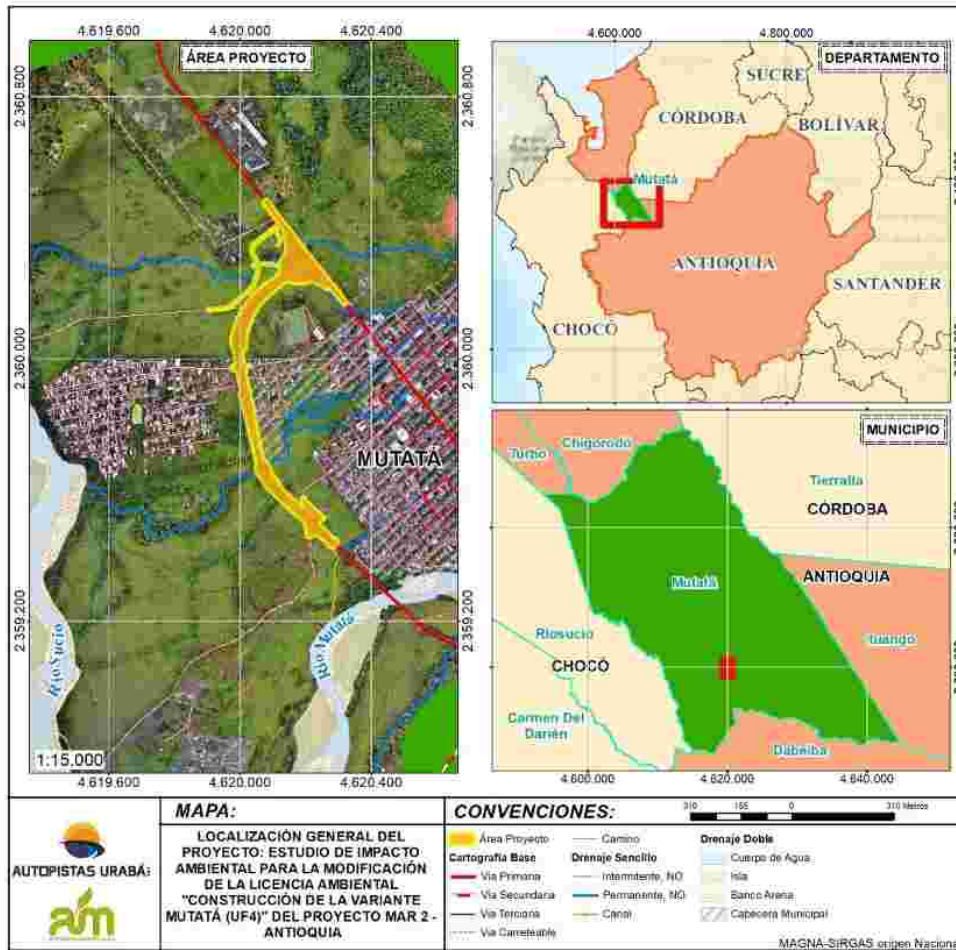


Figura 11.2 Localización general del proyecto vial
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.2 Localización del proyecto Variante Mutatá

Descripción	Abscisa	Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	
		Este	Norte
Inicio de la modificación de la variante Mutatá	K45+220	4620290,57	2359430,56
Fin del Eje 1	K46+219,38	4620165,00	2360246,17
Inicio sur glorieta	K0+000 – Eje 3	4620320,49	2360171,86
Inicio norte glorieta	K0+000 - Eje 5	4620077,05	2360480,92
Inicio acceso de	K0+000 – Eje 8	4620127.82	2360416.46

Descripción	Abscisa	Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	
		Este	Norte
restitución			
Fin acceso de restitución	K0+411.3– Eje 8	4619898.61	2360149.08
Inicio acceso de restitución	K0+000	4620119.54	2360396.34
Fin acceso de restitución	K0+055.85	4620112.93	2360343.77

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

II. Equipos y maquinaria

Para el desarrollo del proyecto, se empleará la maquinaria, vehículos y equipos necesarios, de acuerdo con las actividades constructivas previstas y cumpliendo con las especificaciones establecidas en el contrato. La Tabla 11.3 detalla el equipamiento planificado, el cual puede ajustarse conforme a las necesidades específicas de cada frente de obra y a las particularidades de las actividades a realizar.

Tabla 11.3 Maquinaria y equipos para el proyecto

Equipo Varios
Nivel de precisión gko-a,gk-1,AL3
Estación Total
Retroexcavadora oruga
Bulldozer CAT D6H o similar
Retroexcavadora llanta
Compresor neumático. Incluye un martillo, operador y combustible
Cortadora de concreto y pavimento / operador
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m, peso 18 ton
Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 ton
Carrotanque de agua (1000 Galones)
Cizalla manual de 90 cm (se sugiere hacer uso de la cortadora eléctrica)
Compactador Vibratorio Ingersoll Rand DD-110HF o equivalente
Camioneta de estacas 4x4
Compactador tipo Canguro. Incluye combustible y transporte.
Taco
Motobomba 2" sumergible con 30 metros de manguera flexible
Mezcladora de trompo de 1.5 sacos
Formaleta
Vibrador de concreto a gasolina (alquiler)
Formaleta met muro pantalla 0.70-0.80 x 2.40m
Andamio estructural multidireccional modulo estándar 1.4 x 1.4 x 2 m.
Taco metálico corto 1.80 - 2.80m
Compactador neumático de Potencia 70 HP, peso de 13 ton
Compactador de rodillo potencia: 99 hp, peso: 8 toneladas
Carrotanque irrigador de asfalto, 1000 galones de capacidad

Equipo Varios
Compresor (barrido y soplado)
Vehículo delineador para aplicación de pintura con mínimo 2 boquillas (NTC 4744-2)
Equipo de pintura (Compresor). Presión máxima de trabajo 7 HP
Rodillo ligero
Camión con capacidad de 5 ton o superior
Máquina térmica para aplicación de adhesivo para tacha
Camioneta D300
Camión 350 (F-350 o similares)
Cortadora de Angulo Eléctrica
Carro grúa (carromacho) 8Ton incluye operario y aparejador
Cortadora de Tubo Eléctrica
Equipo de soldadura eléctrica. Incluye transporte
Grúa telescópica 20 ton
Cortadora de lámina eléctrica
Equipo de plotter de corte automático
Equipo de serigrafía manual
Planchón grúa con extensión
Grúa y operario
Arnés de seguridad con eslingas (alquiler)
Cortadora de disco para piso y/o pavimento (no incluye disco)
Disco punta de diamante para cortadora 14" (alquiler)
Compactador tipo Rana a gasolina

Fuente: Autopistas Urabá S.A.S, 2025.

III. Sustancias químicas

Para el desarrollo del proyecto vial "Variante Mutatá", se prevé el uso de diversas sustancias químicas. En el Anexo_C11_1_3/2_Sust_Qmcas se presenta un listado detallado de estas sustancias, acompañado de sus respectivas hojas de seguridad, que garantizan una correcta manipulación y almacenamiento durante su uso.

IV. Fases y actividades del proyecto

El desarrollo del proyecto vial asociado a la modificación de la licencia del proyecto Variante Mutatá se llevará a cabo en tres fases: preconstrucción, construcción y desmantelamiento. Cada una de estas etapas contempla actividades específicas diseñadas para garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, así como de las normativas aplicables. En la Tabla 11.4, se presenta un listado detallado de las actividades correspondientes a cada fase del desarrollo del proyecto.

Tabla 11.4 Actividades del proyecto Variante Mutatá

Etapa	ID	Actividad	Descripción
Pre-construcción	1	Adquisición y gestión predial	Corresponde a la Investigación técnica, jurídica, física y socioeconómica, en la cual se identifique la relación existente entre los inmuebles requeridos para la ejecución del Proyecto y sus propietarios y /o terceros las actividades necesarias para iniciar y culminar la adquisición del predio, sea a través de enajenación voluntaria o expropiación. Es el proceso conducente para obtener la titularidad y disponibilidad del predio a favor de la Agencia Nacional de Infraestructura
	2	Socialización, Sensibilización e Información	Consiste en realizar reuniones informativas sobre las actividades de obra, durante todo el proceso constructivo. Estos espacios se realizan para informar a la autoridad municipal y a la comunidad del área de influencia del proyecto, sobre las actividades a realizar, cuándo y en dónde se van a iniciar y la finalización de la etapa constructiva.
	3	Contratación mano de obra	Consiste en la convocatoria, recepción de hojas de vida, selección y contratación de la mano de obra calificada y no calificada requerida para la ejecución de los trabajos. Las convocatorias laborales se realizarán por medio de las Agencias de servicio de empleo y será divulgada a través de los canales de información del proyecto (redes sociales, página web, la oficina de atención al usuario de Mutatá) logrando informar a las comunidades del municipio y la Alcaldía Municipal.
Construcción	4	Instalación y funcionamiento de infraestructura temporal	Corresponde a la instalación y funcionamiento de la infraestructura como contenedores temporales destinados al almacenamiento de insumos menores, pinturas y herramientas, los cuales son requeridos para la ejecución del proyecto.
	5	Operación de maquinaria y equipos	Se refiere al uso integral de equipos especializados para llevar a cabo las distintas fases del proyecto constructivo. Esto incluye la operación de maquinaria pesada para la explanación y excavación del terreno, la conformación de la estructura vial y la pavimentación de los tramos. Esta actividad es esencial para garantizar la eficiencia, precisión y seguridad en el desarrollo de la obra, asegurando que las tareas se realicen según los estándares técnicos y dentro de los tiempos establecidos en el cronograma.

Etapa	ID	Actividad	Descripción
	6	Aprovechamiento forestal	El retiro de los árboles se desarrollará en forma sistemática de acuerdo con los estratos existentes, realizando podas y cortes para minimizar la afectación sobre la cobertura vegetal que se encuentre en las inmediaciones del individuo a talar. El procedimiento de tala inicia desde el descope hasta la base del fuste, empleando manilas para orientar la caída del árbol hacia la zona de menor riesgo y evitar daños en el área aledaña. Los individuos se cortarán con motosierra, hacha u otro instrumento apropiado para esta actividad. Previo y durante las actividades de aprovechamiento forestal se realizan actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Para flora se implementan medidas de rescate y reubicación de epífitas y de especies vedadas, especialmente brinzales.
	7	Desmonte y limpieza	Consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocupará la vía, y las zonas o fajas laterales del derecho de vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar las actividades constructivas. Comprende desraíce y limpieza de zonas cubierta de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.
	8	Excavación, movimientos de tierra y acopio temporal de materiales sobrantes	Comprende la remoción de la capa vegetal o descapote, así como de otros materiales blandos y orgánicos, en las áreas destinadas a las excavaciones de explanación y terraplenes. Incluye la excavación y nivelación de las zonas donde se desarrolla la vía, como los taludes de corte, cimentación de terraplenes, construcción de canales, y demás obras para el manejo de aguas en el área del proyecto, asegurando una base sólida y adecuada para la ejecución de las obras.
	9	Acopio provisional de materiales de construcción	Consiste en la recepción, almacenamiento temporal y manejo adecuado de los materiales que serán utilizados durante el proceso constructivo. Estos materiales, como agregados, cemento, acero, tuberías y otros insumos, se colocan en áreas designadas dentro del sitio de la obra para garantizar su fácil acceso cuando sean requerido
	10	Retiro y/o reubicación de redes secas y húmedas	Consiste en la gestión realizada por el Consorcio ante las empresas prestadoras de servicios públicos con el fin de contar con el acompañamiento en el desarrollo de las actividades de retiro y/o traslado de las redes de servicios a cargo de terceros autorizados.

Etapa	ID	Actividad	Descripción
	11	Colocación de estructura de pavimento	La actividad de colocación de estructura de pavimento abarca el conjunto de procesos para construir las diferentes capas del pavimento. Incluye la colocación de bases y subbases, que consiste en el suministro, transporte, humedecimiento, extensión, conformación, compactación y terminado de material granular aprobado sobre una superficie preparada, asegurando una base estable. Posteriormente, se realiza la colocación de pavimento asfáltico, que implica actividades como el fresado del asfalto existente, la elaboración, transporte, colocación y compactación de la mezcla asfáltica. Además, incluye la aplicación de riegos de imprimación y liga con emulsión para garantizar la correcta adherencia y durabilidad de la capa de rodadura final.
	12	Implementación de obras de geotecnia y contención	Incluye la construcción de estructuras y sistemas para garantizar la estabilidad del terreno en el área del proyecto. Esto abarca las obras de geotecnia, protección de taludes, terraplenes y excavaciones, mediante técnicas que aseguren la integridad de las áreas intervenidas. Asimismo, se contempla la construcción de muros mecánicamente estabilizados, que emplean geosintéticos para reforzar la tierra, ofreciendo estabilidad adicional en zonas críticas, lo que mejora la resistencia y durabilidad de las obras frente a condiciones adversas.
	13	Construcción obras hidráulicas (alcantarillas y box culvert y drenajes)	Incluye la construcción de obras hidráulicas (alcantarillas, box culvert, canales, canales escalonados y filtro), diseñadas para manejar de manera eficiente tanto aguas permanentes como aguas lluvias a lo largo del corredor vial, permitiendo el adecuado drenaje y protección de las obras. Además, se integran soluciones de geotecnia que contribuyen a la estabilidad y conformación de la banca del corredor vial. Estas intervenciones son el resultado de los análisis y recorridos de campo, y buscan mejorar las condiciones hidráulicas del sitio.
	14	Señalización y demarcación	Consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los elementos necesarios para el control del tránsito y la correcta señalización de las intervenciones del proyecto. Incluye la señalización vertical, que comprende la excavación, anclaje e instalación de señales de tránsito, y la señalización horizontal, que abarca la instalación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento y defensas metálicas a lo largo de los costados de la carretera. Además, se realizan las líneas de demarcación y marcas viales, aplicando pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio, para garantizar una adecuada visibilidad y seguridad vial.
Desmantelamiento	15	Desmantelamiento de la infraestructura temporal	Retiro y limpieza de las instalaciones y áreas temporales ocupadas por el proyecto una vez terminadas las actividades constructivas.

Etapa	ID	Actividad	Descripción
	16	Restitución de acceso y recuperación de áreas afectadas	Actividades de recuperación ambiental de zonas afectadas por las diferentes obras del proyecto, a partir de recuperación de zonas con material vegetal. Con la construcción de la variante y la glorieta en el extremo norte de Mutatá, se requiere la restitución de un acceso a un predio localizado en el costado noroccidental del municipio.

Fuente: Aeropistas Urabá S.A.S, 2025.

V. Población expuesta al interior del proyecto

La mayor concentración de personal dentro del proyecto se alcanzará durante la fase de construcción. Dado que la contratación aún no se ha llevado a cabo, se han estimado los perfiles necesarios para conformar la mano de obra requerida (Tabla 11.5). Sin embargo, estos perfiles podrían variar según las dinámicas propias del desarrollo de las actividades.

Tabla 11.5 Mano de obra estimada para el proyecto vial

Mano de obra
Ayudante Raso
Oficial Obra Negra
Ayudante entendido
Cuadrilla (1 Of + 1 Ay Obra Negra)
Cuadrilla (1 Of + 3 Ay Rasos)
Cuadrilla (1 Oficial + 1 Ayudante Entendido)
Cuadrilla Concretos 1
Cuadrilla Concretos 2
Oficial Demoliciones
Cuadrilla Demoliciones
Cuadrilla Fontanería
Oficial Impermeabilizaciones
Cuadrilla Impermeabilizaciones
Cuadrilla Instalaciones
Oficial Movimiento Tierra
Cuadrilla Movimiento Tierra
Cuadrilla Pilas
Oficial Pintura
Cuadrilla Pinturas
Oficial Refuerzo
Cuadrilla Refuerzo
Cuadrilla Retiros
Oficial Urbanismo
Cuadrilla Urbanismo
Topógrafo
Cadenero 1
Cadenero 2
Ayudante Raso (2)

Mano de obra
Ayudante acarreo interno
Cuadrilla de Instalaciones Hidrosanitarias
Encargado
Rastrillero
Ligador
Cuadrilla Asfáltica
Oficial Obra Blanca
Cuadrilla 1Of Obra Blanca + 1 Ay Entendido
Cuadrilla Excavación Pilas
Soldador (Incluye equipo y ayudante)
Arriero
Cuadrilla Riego de Materiales
Cuadrilla Remoción de Cercas 4 Ayudantes
Cuadrilla 1Of Obra Blanca+ 3 Ay Entendido
Oficial Obra Negra (2)
Ayudante Raso (4)
Operario Especializado
Cuadrilla Estructura Metálica: 1 Of + 2 Ay
Ayudante Raso (8)
Encargado Eléctrico
Oficial Eléctrico
Ayudante Eléctrico
Jardinero
Ayudante Raso (3)
Mano de obra cubierta termoacústica. Incluye viáticos
Mano de obra cubierta en policarbonato. Incluye viáticos
Ayudante Estructura Metálica
Ayudante Eléctrico (2)

Fuente: Autopistas Urabá S.A.S, 20125.

VI. Equipamientos para emergencias existente

En el AI del proyecto vial se localizan los siguientes equipamientos existentes listados en la Tabla 11.6 para la atención de emergencias.

Tabla 11.6 Equipamientos para emergencias existente

Equipamiento	Descripción
E.S.E. Hospital La Anunciación	Hospital de Primer Nivel en el área urbana
Sede del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá	Sede principal de los Bomberos Voluntarios de Mutatá
Policía Nacional	Estación de policía del municipio de Mutatá

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Por otro lado, al interior del proyecto se cuenta con recursos para la atención y respuesta los cuales se listan en el literal de Listado de equipos disponibles para la atención de la emergencia que hace parte del componente de Manejo del desastre.

B. Contexto externo

El proyecto vial "Variante Mutatá" correspondiente a la Unidad Funcional UF4, se localiza en la margen izquierda del casco urbano del municipio de Mutatá Antioquia. Mutatá: "Puerta de Oro del Urabá", se encuentra localizada en el noroccidente del Departamento de Antioquia. Hace parte de la región del Urabá y quedando a una distancia de 229 Km de la ciudad de Medellín²⁰.

La altura promedio de la cabecera es de 75 m.s.n.m., el clima es húmedo tropical. La temperatura media es de 28° C y la humedad relativa es del 85%, la precipitación anual está entre 4000 y 8000 mm y la época de lluvias corresponde a los meses de marzo a octubre²¹. Mutatá se encuentra en la zona de la cuenca del Río León y la subcuenca del Río Sucio que a su vez conforma la hoya hidrográfica del Río Atrato. Esta situación es de alta significación, debido a que las cuencas hidrográficas se comportan como ejes estructurantes naturales, en las cuales se desarrolla un sistema de vida que interactúa de manera permanente con el componente físico espacial, para conformar el territorio²².

En el uso actual del suelo del área de influencia predomina el pastoreo extensivo seguido del uso residencial como se especifica en la Tabla 11.7.

Tabla 11.7 Usos actuales del suelo en el Área de Influencia del componente suelos de la variante Mutatá y la cobertura asociada

Grupo de uso	Uso actual	Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Cuerpo de Agua Superficial	Pastoreo extensivo (PEX)	Cuerpos de agua artificiales	0,26	0,27%
Forestal	Sistema forestal productor (FPD)	Plantación forestal	0,66	0,67%
Conservación	Protección (CPR)	Bosque de galería y/o ripario	0,71	0,72%
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Pastos enmalezados	60,06	60,89%
		Pastos limpios		
Asentamiento	Industrial (ZIN)	Zonas industriales o comerciales	2,52	2,55%
	Transporte (ITR)	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	5,64	5,72%
	Residencial (ARE)	Tejido urbano continuo	28,78	29,18%
		Tejido urbano discontinuo		
		Áreas deportivas		
Parques cementerio				
	Total, general		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental, S.A.S., 2025., modificado de INERCO Consultoría Colombia, 2018.

²⁰ (PMGRD, 2012)

²¹ (CMGRD, 2017)

²² Ibid

Desde el punto de vista hidrológico, el proyecto Variante Mutatá correspondiente a la UF4, se encuentra ubicado en la gran cuenca del río Atrato. En las cercanías del área de influencia del proyecto transcurren dos corrientes importantes, el río Sucio y el río Mutatá, a su vez, dentro del área de influencia discurren dos drenajes que aportan sus aguas al río Sucio.

Cabe señalar que, para la elaboración del presente documento, la descripción del área de influencia y la definición de los escenarios de Riesgo se utilizó como referencia la información consignada en instrumentos de planificación territorial tales como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Mutatá, el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) y la Estrategia Municipal de Respuesta ante Emergencias (EMRE).

I. Elementos expuestos externos

Los elementos expuestos hacen referencia a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza²³.

i. Elementos expuestos del componente personas

a. Asentamientos humanos

De acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda del 2018 realizado por el DANE, en la Tabla 11.8 se presenta la población total discriminada por género y grupos etarios proyectada a 2025. Mutatá de acuerdo con las proyecciones del DANE, en el 2025 Mutatá tendrá 15,410 habitantes: 7,428 mujeres y 7,982 hombres.

Tabla 11.8 Estructura población por género y grupos etarios, municipios 2025

Grupos de edad	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
Total	15.410	7.982	7.428
00-04	1.728	853	875
05-09	1.756	898	858
10-14	1.572	821	751
15-19	1.307	679	628
20-24	1.242	673	569
25-29	1.166	567	599
30-34	1.158	575	583
35-39	1.029	519	510
40-44	919	460	459
45-49	723	362	361
50-54	665	363	302
55-59	612	336	276
60-64	506	293	213
65-69	382	234	148
70-74	278	161	117
75-79	184	97	87

²³ (Ley 1523, 2012)

Grupos de edad	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
80 y más	183	91	92

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025. Elaborada a partir de proyecciones poblacionales Censo 2018 DANE.

Basado en la tabla anterior, en la Figura 11.3 se expone la pirámide poblacional resultante de la población a 2024 en el municipio, la cual refleja una comunidad con alta natalidad y predominancia de población joven. Esto implica desafíos en términos de desarrollo social y económico, especialmente en la provisión de servicios básicos y oportunidades de empleo. Al mismo tiempo, es una oportunidad para aprovechar la fuerza laboral futura si se establecen las políticas adecuadas de educación y desarrollo.

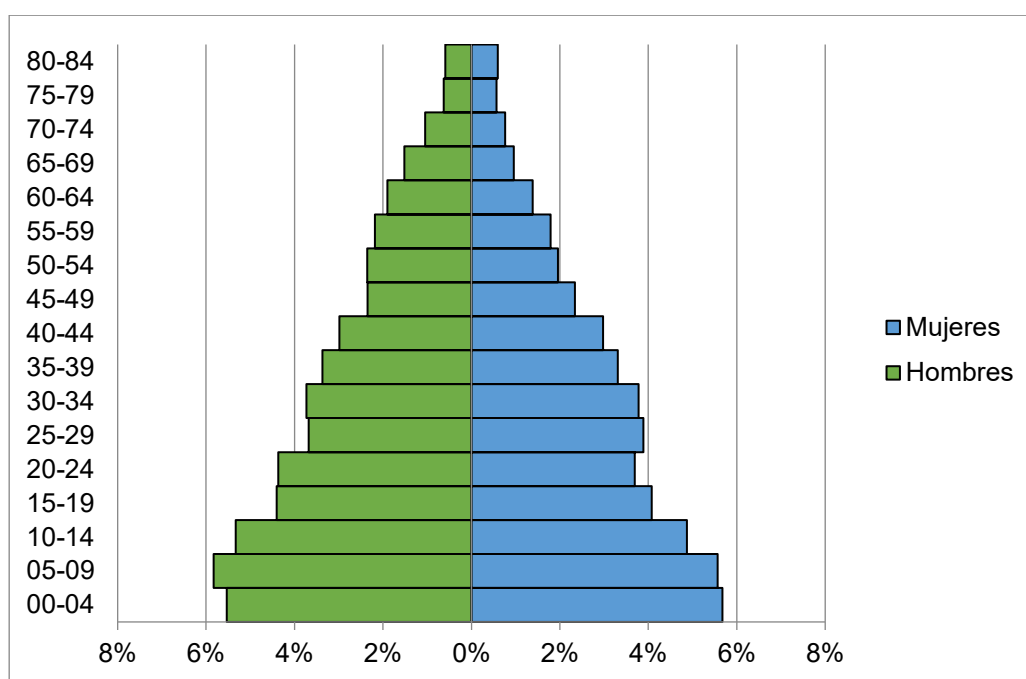


Figura 11.3 Pirámide poblacional 2025

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025. Elaborada a partir de proyecciones poblacionales Censo 2018 DANE.

En cuanto a la distribución espacial de la población, se destaca que el 39,3% de los habitantes (aproximadamente 5.091 personas) reside en la cabecera municipal, donde se localiza el área de intervención del proyecto vial. Por su parte, el restante 60,7% de la población (equivalente a 8.900 habitantes) habita en los centros poblados y zonas rurales dispersas, evidenciando una mayor concentración en las áreas rurales, lo cual es característico de la dinámica territorial del municipio.

La Figura 11.4 ilustra el total de la población proyectada para el 2025 en el municipio, el 67,4% es población PET en edad de trabajar, el 49,4% menor de 24 años y el 42,8% es población económicamente dependiente (menor de 10 años y mayor de 60).

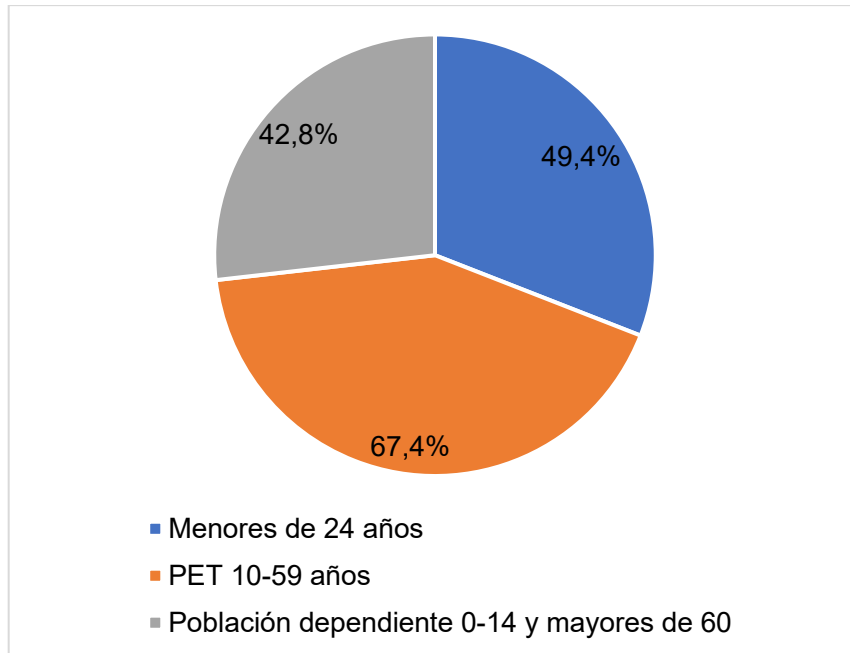


Figura 11.4 Demografía, 2025

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025. Elaborada a partir de proyecciones poblacionales Censo 2018 DANE.

La [Figura 11.5](#) muestra el mapa de elementos expuestos del componente personas, destacando los principales aspectos sociodemográficos en el área de influencia del proyecto.

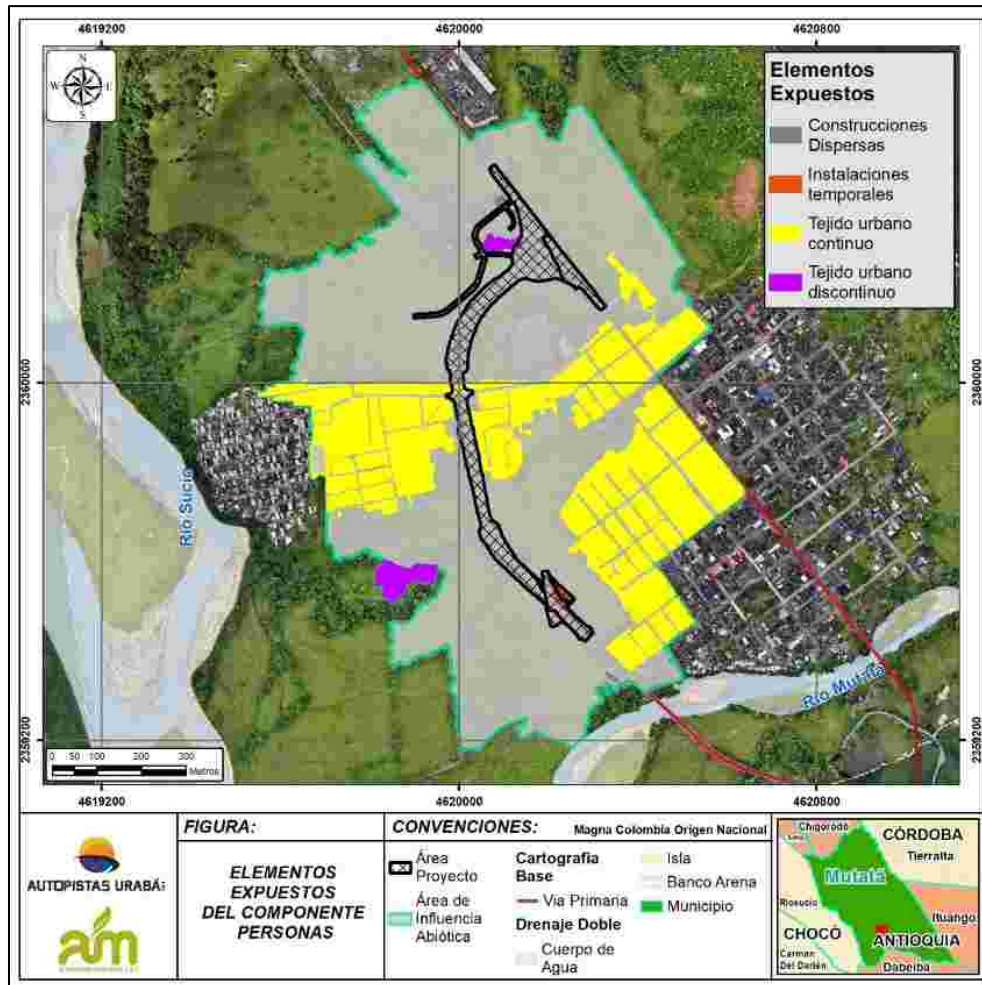


Figura 11.5 Elementos expuestos del componente personas
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

ii. Elementos expuestos del componente ambiental

Los elementos ambientales dentro del área de influencia del proyecto vial se identificaron mediante un análisis cartográfico complementado con observaciones de campo. Este proceso permitió determinar los componentes de los medios biótico y abiótico, incluyendo las coberturas de la tierra, la fauna terrestre, los cuerpos de agua superficiales y las áreas de alta sensibilidad o importancia ambiental. Estos elementos son los más susceptibles a verse afectados directamente por los impactos derivados de las actividades propias del proyecto.

a. Cobertura de bosque de galería

Los bosques de galería son ecosistemas conformados por vegetación arbórea que se desarrolla a lo largo de las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Estas coberturas vegetales están estrechamente asociadas a los cuerpos de agua, lo que limita su distribución espacial al borde de ríos, quebradas y drenajes naturales. Su función

ambiental es fundamental, dado que actúan como filtros naturales que reducen la erosión del suelo, estabilizan las riberas, mejoran la calidad del agua y sirven como corredores biológicos para la fauna terrestre²⁴.

En el área de influencia abiótica del proyecto, se ha identificado la presencia de este tipo de cobertura vegetal en los márgenes del Drenaje 1 y Drenaje 2, donde su relevancia ecológica es destacable. Estos bosques no solo aportan diversidad biológica, sino que también desempeñan un papel crucial en la regulación hídrica, la mitigación de inundaciones y la provisión de hábitats para especies de flora y fauna, algunas de las cuales podrían ser endémicas o estar en riesgo.

Por estas razones, los bosques de galería han sido categorizados como elementos expuestos del componente ambiental, debido a que están directamente sujetos a los impactos derivados de las actividades propias del proyecto. En la [Figura 11.6](#) se presenta una representación gráfica que ilustra su ubicación y extensión en relación con los drenajes mencionados

²⁴ (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)

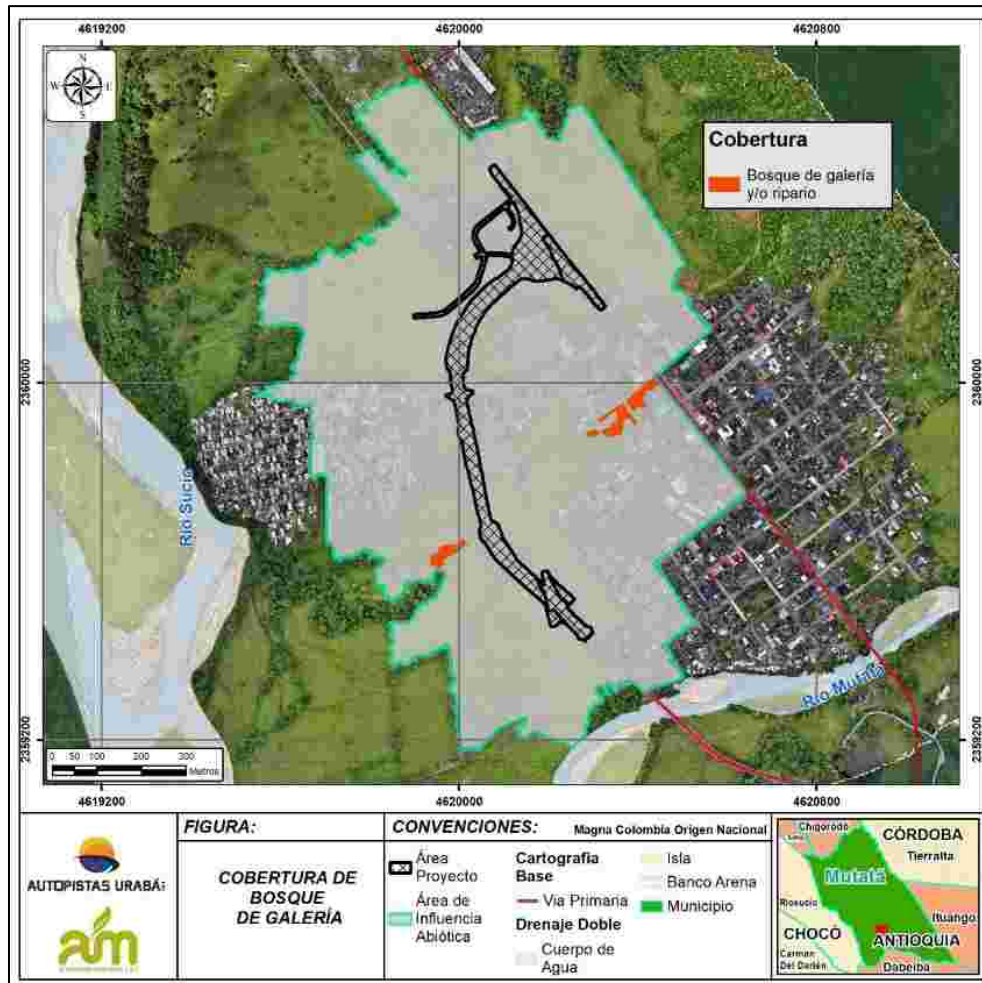


Figura 11.6 Cobertura de bosque de galería presente en el AI
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

b. Cuerpos de agua

En el casco urbano del municipio de Mutatá confluyen dos (2) importantes fuentes hídricas: el río Sucio y el río Mutatá, si bien estos no se encuentran dentro del área de influencia es importante mencionarlos por su relevancia para el municipio.

El río Sucio adquiere este nombre a partir de la confluencia de los ríos Cañasgordas y La Herradura, situada a aproximadamente 800 msnm en la cordillera occidental. Este río atraviesa los municipios de Cañasgordas, Uramita, Dabeiba y Mutatá, desembocando finalmente en el río Atrato. A lo largo de su recorrido, recibe las aguas residuales de los municipios de Cañasgordas, Dabeiba y Uramita²⁵.

Por su parte, el río Mutatá nace en la serranía de Abibe y desemboca en el río Sucio a unos 200 metros del casco urbano de Mutatá. Este río abastece el acueducto municipal y

²⁵ (CORPOURABA, 2007)

también recibe las aguas residuales del municipio. Durante las épocas de menores precipitaciones, presenta un caudal aproximado de 5.000 l/s²⁶.

Además, en el área de influencia se identifican tres (3) drenajes denominados Drenaje 1, Drenaje 2 y Drenaje 3, los cuales descargan sus aguas al río Sucio. Tanto estas corrientes como sus respectivas rondas hídricas son categorizadas como elementos expuestos del componente ambiental.

El municipio de Mutatá destaca por su abundancia hídrica, representada principalmente por el río Sucio y el río Mutatá. Sin embargo, esta riqueza natural se convierte en un factor de riesgo durante la temporada de lluvias, especialmente en las áreas urbanas, debido al aumento de caudal y posibles desbordamientos²⁷.

Finalmente, en el área de influencia también se localizan tres (3) cuerpos de agua adicionales: uno tipo laguna, otro tipo jagüey y otro cuerpo de agua que igualmente son considerados elementos expuestos del componente ambiental. En la [Figura 11.7](#) se muestran los cuerpos de agua presentes en el área de influencia.

²⁶ Ibid

²⁷ (PMGRD, 2012)

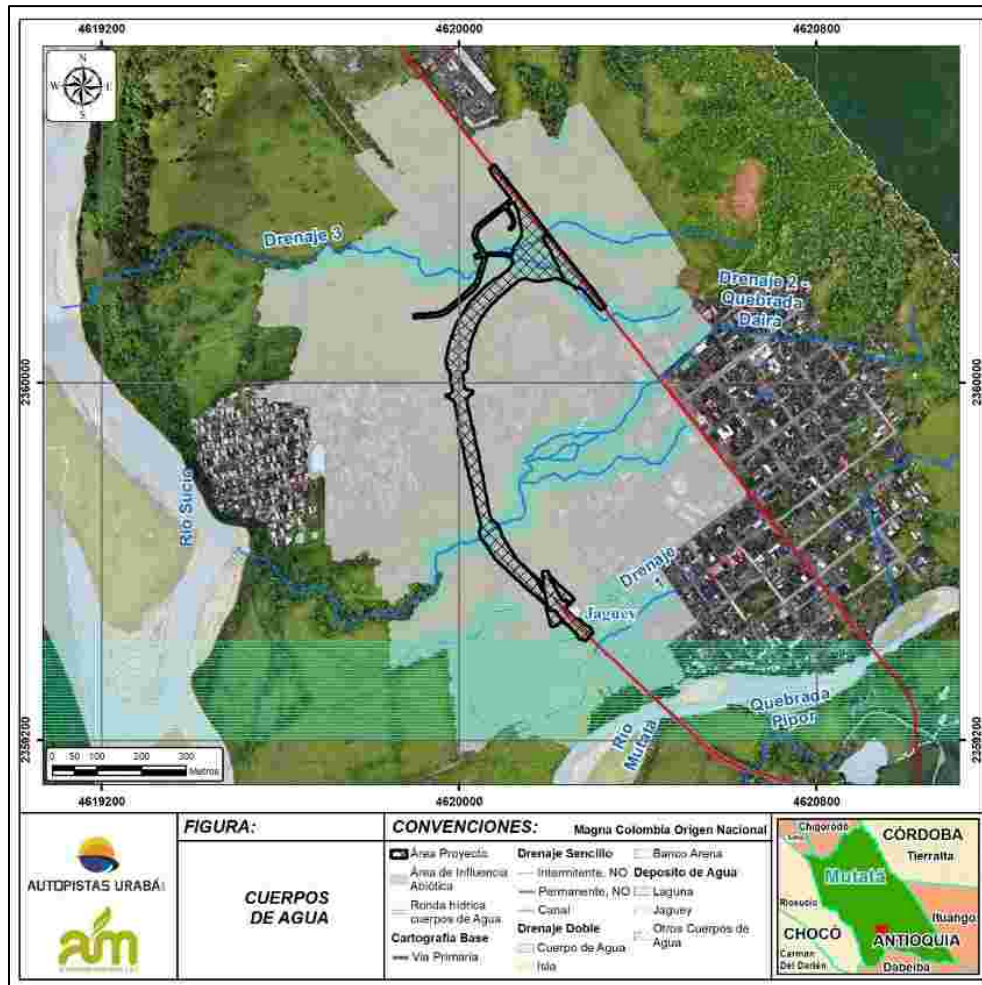


Figura 11.7 Cuerpos de agua presentes en el AI
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

c. Áreas ambientales estratégicas

Las áreas de reserva forestal constituidas mediante la expedición de la Ley 2a de 1959, están orientadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre. No son áreas protegidas, sin embargo, en su interior se encuentran áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y territorios colectivos²⁸.

En el lado este del área de influencia del proyecto vial se encuentra un área de reserva forestal del Pacífico, establecida mediante la Resolución 1926 de 2013 y categorizada como zona A. Esta categoría indica que el área está protegida con el propósito de garantizar el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos clave.

²⁸ (MINIAMBIENTE, 1959)

La identificación de estos elementos expuestos del componente ambiental es esencial para determinar las áreas de importancia ambiental que podrían verse afectadas ante la materialización de una emergencia. Este análisis permite priorizar las zonas vulnerables y establecer medidas de mitigación destinadas a reducir los posibles impactos negativos sobre estos elementos.

En la **Figura 11.8** se presenta un mapa detallado de los elementos expuestos del componente ambiental dentro del área de influencia.

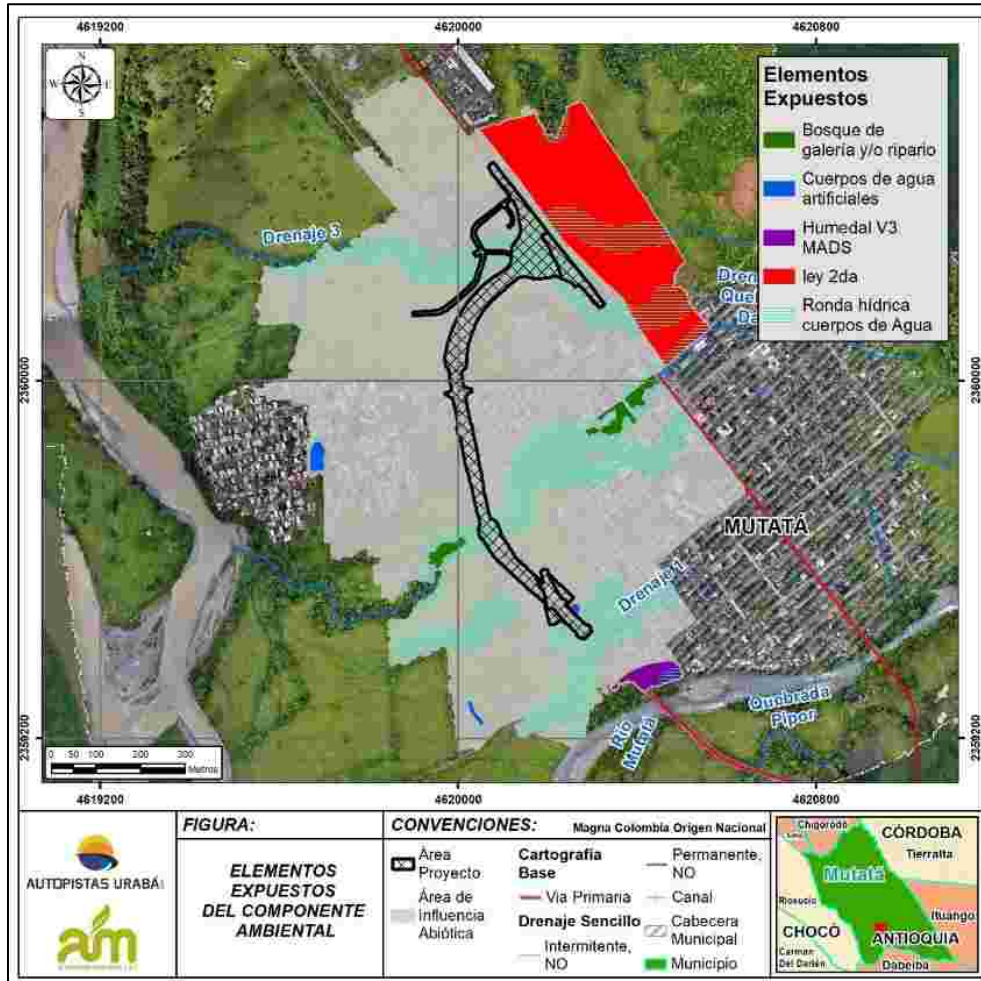


Figura 11.8 Elementos expuestos del componente ambiental en el área de influencia
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

i. Elementos expuestos del componente socioeconómico

Los elementos expuestos del componente socioeconómico se refieren a los bienes, infraestructuras, servicios, actividades humanas y grupos de población que podrían verse afectados por la materialización de un evento adverso en una determinada área de influencia. Estos elementos incluyen desde infraestructuras críticas como vías, redes eléctricas y de telecomunicaciones, hasta aspectos más intangibles como actividades

económicas, culturales y sociales. A continuación, se caracterizan los elementos expuestos del componente socioeconómico identificados en el área de influencia del proyecto vial los cuales incluye entre otras las actividades de ganadería presentes en la cobertura de pastos limpios y pastos enmalezados.

a. Infraestructura Pública

El municipio de Mutatá cuenta con una infraestructura pública diversa que incluye instituciones educativas, servicios de salud y redes de servicios públicos esenciales para su población. En el ámbito educativo, [dentro del área de influencia del proyecto vial, se dispone de cuatro instituciones, entre las cuales se encuentra la Institución Educativa Mutatá y La Granja asociada a esta.](#) En cuanto a los servicios de salud, el municipio está dotado de una red que incluye cuatro puestos de salud, un centro de salud localizado en el corregimiento de Bajirá y el hospital de primer nivel E.S.E. Hospital La Anunciación, ubicado en el área urbana y también dentro del área de influencia, constituyendo el principal centro de atención médica.

En términos de servicios públicos las coberturas son las siguientes:

- **Acueducto y alcantarillado:** El municipio de Mutatá presenta una cobertura del 100% en los servicios de acueducto y alcantarillado para su área urbana. Sin embargo, en la zona rural, esta cobertura es considerablemente más baja, alcanzando un promedio del 32% en acueducto y solo el 14,4% en alcantarillado según el Informe Nacional de Coberturas de Acueducto y Alcantarillado. En las cabeceras urbanas y centros poblados, el abastecimiento de agua proviene de fuentes superficiales y pozos subterráneos mediante sistemas de bombeo. En contraste, las veredas de la zona rural dependen de acueductos veredales o multiveredales, mientras que en algunos casos se utilizan captaciones individuales con fuentes como nacimientos, afloramientos, quebradas o pozos subterráneos.²⁹ [No obstante, es de aclarar que de acuerdo con la información recopilada en campo se identificó que, el barrio El Regalo, cuenta con una red propia de acueducto, donde según lo manifestado por los representantes de la comunidad, Empresas Aguas Regionales realizó la conexión de una red de carácter comunitario, cuyo costo es asumido de manera conjunta por las familias del sector. Esta red, a su vez, se encuentra conectada al sistema de acueducto municipal y es de carácter subterráneo; así mismo, esta inicia en la entrada del barrio El Regalo y se extiende hacia el interior del sector, donde se distribuye de manera directa a las viviendas.](#)
- **Energía y gas domiciliario:** La Empresa Pública de Medellín E.S.P. (EPM) es responsable del suministro eléctrico en esta región del departamento y ha liderado diversos proyectos de expansión hacia las zonas más apartadas. Gracias al importante respaldo económico del gobierno central, EPM ha logrado superar las dificultades geográficas propias de las áreas montañosas, permitiendo que la mayoría de las veredas del municipio cuenten con redes eléctricas y acceso al servicio. Según datos de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) correspondientes al año 2024, el municipio de Mutatá presentaba una cobertura

²⁹ (DANE-2018, s.f.)

del servicio de energía eléctrica del 100% en su área urbana y del 67,82% en la zona rural, con una cobertura total del 87,24% a nivel municipal. Para el caso del servicio de gas domiciliario según el "Informe Nacional de Coberturas de Gas Natural" del primer trimestre de 2023, el municipio de Mutatá cuenta con una cobertura del servicio de gas natural del 29,50% a nivel municipal, con una cobertura residencial efectiva del 24,21%. Aunque el informe no proporciona un desglose específico entre las áreas urbanas y rurales, es común que las zonas urbanas presenten una mayor cobertura en comparación con las rurales. Sin embargo, incluso en el área urbana de Mutatá, la cobertura del servicio de gas domiciliario podría ser limitada³⁰.

Además, dentro del área de influencia se han identificado otros elementos relevantes de infraestructura pública, cuyo detalle se presenta en la Tabla 11.9. Estos recursos representan aspectos clave para el bienestar y el desarrollo de la población, además de ser caracterizados como elementos expuestos del componente socioeconómico.

Tabla 11.9 Infraestructura pública presente en el AI

Infraestructura pública	Descripción
Vive Digital	Es un espacio que garantiza el acceso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones mediante un modelo de servicios sostenible que permite integrar a la comunidad en escenarios de acceso, capacitación, entretenimiento y otras alternativas de servicios TIC en un mismo lugar ³¹
I.E Mutatá	Centro educativo bajo la jurisdicción de la Secretaría de educación de Antioquia. Ofrece educación en niveles como preescolar, media, básica secundaria, básica primaria, con jornadas mañana, completa, nocturna, tarde, fin de semana ³² .
La Granja	La Granja corresponde a un espacio pedagógico y productivo de la Institución Educativa Mutatá, utilizado por toda la población estudiantil (aproximadamente 1.500 estudiantes desde preescolar hasta grado once) en jornadas de mañana (6:15 a.m. a 12:15 p.m.) y tarde (1:45 p.m. a 6 p.m.). En este espacio se desarrollan actividades prácticas de formación relacionadas con proyectos productivos agrícolas y pecuarios, tales como gallinas ponedoras, viveros de árboles y otros proyectos orientados al ámbito agropecuario.
Coliseo Genderson Durango	Escenario deportivo perteneciente a la I.E Mutatá
Registraduría	Estructura autónoma e independiente de todas las demás ramas del Estado, que tiene a su cargo la misión de garantizar la legitimidad, transparencia y efectividad del proceso electoral.
Plaza de Mercado	Espacio clave para el comercio local donde los habitantes pueden acceder a productos agrícolas y mercancías esenciales. Representa un punto de encuentro económico y social importante dentro del municipio.
Estación de policía	Parte fundamental para la seguridad del municipio, la estación está encargada de la prevención de delitos y el mantenimiento del orden

³⁰ (Antioquia Datos, 2019)

³¹ (MINITIC, 2021)

³² (Colombia, s.f.)

Infraestructura pública	Descripción
	público, apoyando a las comunidades locales en temas de seguridad.
Alcaldía Municipal	La alcaldía es el núcleo de la gestión gubernamental de Mutatá. Coordina programas sociales, proyectos de infraestructura, y políticas locales que impulsan el desarrollo del municipio.
Estadio Jaime Alberto Escudero (Polideportivo)	Es una instalación deportiva destinada a eventos y actividades recreativas de la comunidad. Funciona como un espacio para la práctica de deportes, especialmente el fútbol, y suele ser un punto de encuentro para los habitantes en eventos locales.
Cementerio Nuestra Señora del Carmen	Este cementerio es el principal lugar de inhumación del municipio, caracterizado por su importancia cultural y su función como espacio para rendir homenaje y recordar a los seres queridos fallecidos.
Banco agrario	Entidad financiera que brinda servicios bancarios y créditos al sector rural.
Bomberos de Mutatá	Estación encargada de la atención de emergencias y gestión del riesgo en el municipio.
Iglesia Nuestra Señora	Templo católico principal del municipio, punto de encuentro religioso y cultural.
Punto de atención a víctimas	Espacio institucional para brindar apoyo psicosocial y orientación a víctimas del conflicto armado.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

b. Vías

En la Tabla 11.10 se detalla el listado de vías que intersectan con el proyecto vial "Variante Mutatá", específicamente en el tramo sujeto a la modificación de licencia. Estas vías han sido clasificadas de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Transporte, formando así parte de los elementos expuestos dentro del componente socioeconómico.

Tabla 11.10 Vías existentes

Nombre	Clasificación MinTransporte	Observación
Ruta Nacional 6202	Vía de primer orden	NA
VE1	No aplica	Vía de acceso a instalaciones del Batallón de Infantería N°46 de la Brigada17
VE2	No aplica	Vía de acceso a predio privado
VE3	No aplica	Vía del casco urbano
VE4	No aplica	Vía industrial (privada)
CE1	No aplica	Camino de acceso a corralejas

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

c. Bienes de interés cultural

Son bienes de interés cultural BIC, aquellos que por sus valores y criterios representan la identidad nacional, declarados mediante acto administrativo por la entidad competente,

quedando sometidos al régimen especial de protección definido en la ley; estos pueden ser de naturaleza mueble, inmueble o paisajes culturales³³. Una vez revisado el listado de consulta de bienes de interés cultural del ámbito nacional, actualizado en el mes de octubre del año 2024 por la Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura, se constató que en el municipio de Mutatá no hay presencia de bienes con dicha declaratoria. Sin embargo, dentro del área de influencia se localiza como infraestructura de interés la iglesia del casco Urbano de Mutatá Parroquia Nuestra Señora del Carmen cuyo espacio es un lugar de encuentro espiritual y religioso para la comunidad. Dedicada a la Virgen del Carmen, esta iglesia es el centro de las celebraciones litúrgicas, como misas, bautizos y festividades patronales, siendo un símbolo importante de la fe y la tradición local. Así mismo se identifican otros sitios de interés cultural como la cancha sintética de fútbol 5 (polideportivo), el estadio Jaime Alberto Escudero y el cementerio Nuestra Señora del Carmen.

d. Empresas e infraestructura que manejen sustancias peligrosas

En el marco de una adecuada gestión del riesgo, resulta fundamental identificar las empresas cercanas al área de influencia del proyecto cuya actividad principal pueda generar eventos de riesgo tecnológico. Durante un desastre, pueden desencadenarse emergencias secundarias, como la pérdida de contención de materiales peligrosos, ocasionadas por el impacto de eventos naturales sobre instalaciones industriales, áreas de almacenamiento de sustancias químicas o cualquier infraestructura que maneje materiales peligrosos. Estos eventos, conocidos como Natech, representan un riesgo significativo debido a la combinación de factores naturales y tecnológicos. En este contexto, las infraestructuras que manejan sustancias químicas peligrosas dentro del área de influencia se encuentran detalladas en la Tabla 11.11.

Tabla 11.11 Infraestructura que maneja sustancias peligrosas

Infraestructura	Descripción
Estación descompresora de Gas EPM (SP02)	Esta infraestructura se encarga de recibir gas comprimido, reducir su presión, y distribuirlo de manera segura para el consumo en el municipio. Es clave en la provisión de gas natural, garantizando un suministro eficiente y seguro para hogares y comercios de Mutatá.
Estación de gasolina Terpel (SP01)	Este punto de abastecimiento ofrece combustibles y servicios básicos para vehículos. Es administrado por Terpel y se destaca por ser uno de los principales puntos de suministro para transporte local y de paso en la región.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Como resultado de la identificación de los elementos expuestos del componente socioeconómico, se presenta en la [Figura 11.9](#) la zonificación correspondiente dentro del área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá". Esta ilustración permite visualizar la distribución espacial de estos elementos, destacando su ubicación y relevancia en el contexto del proyecto, lo que resulta clave para la planificación de medidas de reducción del riesgo ante la materialización de un posible evento.

³³ (Decreto 2358, 2019)

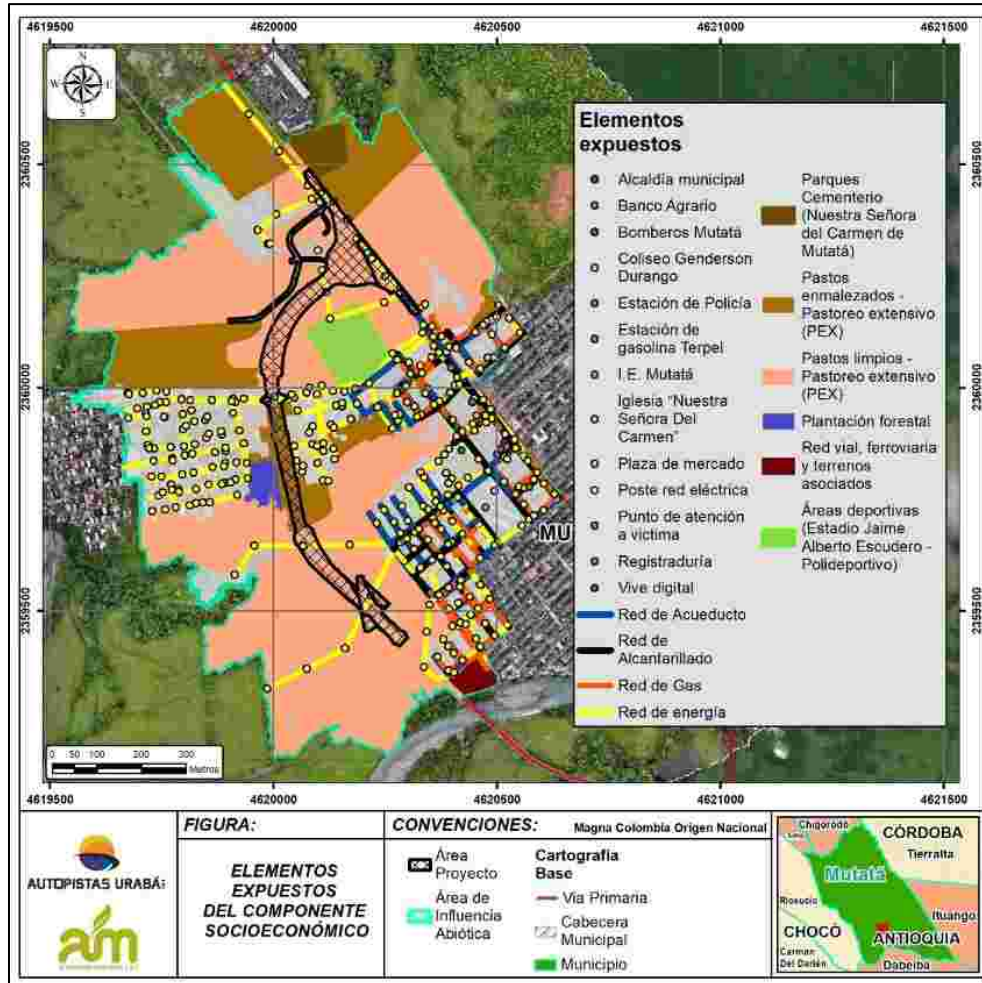


Figura 11.9 Elementos expuestos del componente socioeconómico
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

II. Descripción del entorno

i. Hidrología

El estudio hidrológico realizado para las cuencas que serán intervenidas en el proyecto vial "Variante Mutatá" incluye un análisis detallado, tanto espacial como temporal, de variables climatológicas como la precipitación, evapotranspiración real, temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, brillo solar y radiación solar. Además, se evalúan las características morfométricas de las cuencas involucradas, así como la estimación de caudales medios, máximos y mínimos mediante la aplicación de herramientas como el balance hídrico a largo plazo, modelos lluvia-escorrentía y análisis de frecuencia. Adicionalmente, se calculan el caudal ambiental y la oferta hídrica disponible. Para más información, se puede consultar el capítulo 5.1 sobre el Medio Abiótico, específicamente el apartado 5.1.5 de hidrología, en el presente EIA.

ii. Geología

La geología regional del área de influencia, presentada en este EIA, se basa en información litológica y estructural obtenida del Mapa Geológico de Antioquia (1999), a escala 1:400.000, y de la plancha 114 a escala 1:100.000, ambos elaborados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC). A nivel regional, el área de influencia del medio abiótico corresponde a una única unidad conformada por sedimentos cuaternarios de origen aluvial. En el contexto de la geología local, se identificaron y mapearon dos unidades, asociadas a edades del Cenozoico (Cuaternario), que corresponden a Depósitos Aluviales (Q2al) y Depósitos de Terrazas (Qalt). Las características de estas unidades se analizan con mayor detalle en el capítulo 5.1 sobre el medio abiótico, específicamente en el numeral 5.1.1 Geología, de este EIA.

iii. Geomorfología

El área de influencia de la Variante Mutatá se encuentra en el núcleo de la parte norte de la Cordillera Occidental, sobre las laderas del río Sucio. Según el Servicio Geológico Colombiano (SGC), en el Mapa Geomorfológico aplicado a movimientos en masa de la plancha 1103-Mutatá, a escala 1:100.000, las geoformas del área se clasifican en dos ambientes morfogenéticos principales: fluvial y antrópico.

La Tabla 11.12 presenta la leyenda de las unidades geomorfológicas identificadas en el área de influencia del proyecto. Para una descripción detallada de estas unidades y un análisis más profundo de este componente, se recomienda consultar el capítulo 5.1 Medio Abiótico, específicamente el subtítulo 5.1.2 Geomorfología, del presente EIA.

Tabla 11.12 Unidades geomorfológicas para el área del proyecto.

Geomorfoestructura	Provincia geomorfológica	Región geomorfológica	Unidad geomorfológica	Nomenclatura	Área (ha)	Área (%)
Sistema Orogénico Andino	Cordillera Occidental	Ambiente fluvial	Escarpe de terraza	Fet	2,52	2,56
			Terraza de acumulación	Fta	55,18	55,94
			Planicie o llanura de inundación	Fpi	5,15	5,22
			Meandro abandonado	Fma	0,05	0,05
		Ambiente antrópico	Planos y campos de llenos antrópicos	Ar	35,52	36,01
			Jagüey	Aj	0,22	0,22
Total					98,64	100,00

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

iv. Suelos

Las unidades de uso actual del suelo fueron delimitadas a partir del mapa de coberturas vegetales generado mediante la metodología CORINE Land Cover-Colombia, agrupando las diferentes unidades de cobertura en las categorías de uso del suelo definidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El análisis reveló que en el área de influencia del proyecto de la variante Mutatá se desarrollan actualmente actividades de ganadería, agricultura y conservación, así como actividades relacionadas con la infraestructura urbana y de transporte (Tabla 11.7). Estas categorías se pueden visualizar en el mapa presentado en la [Figura 11.10](#).

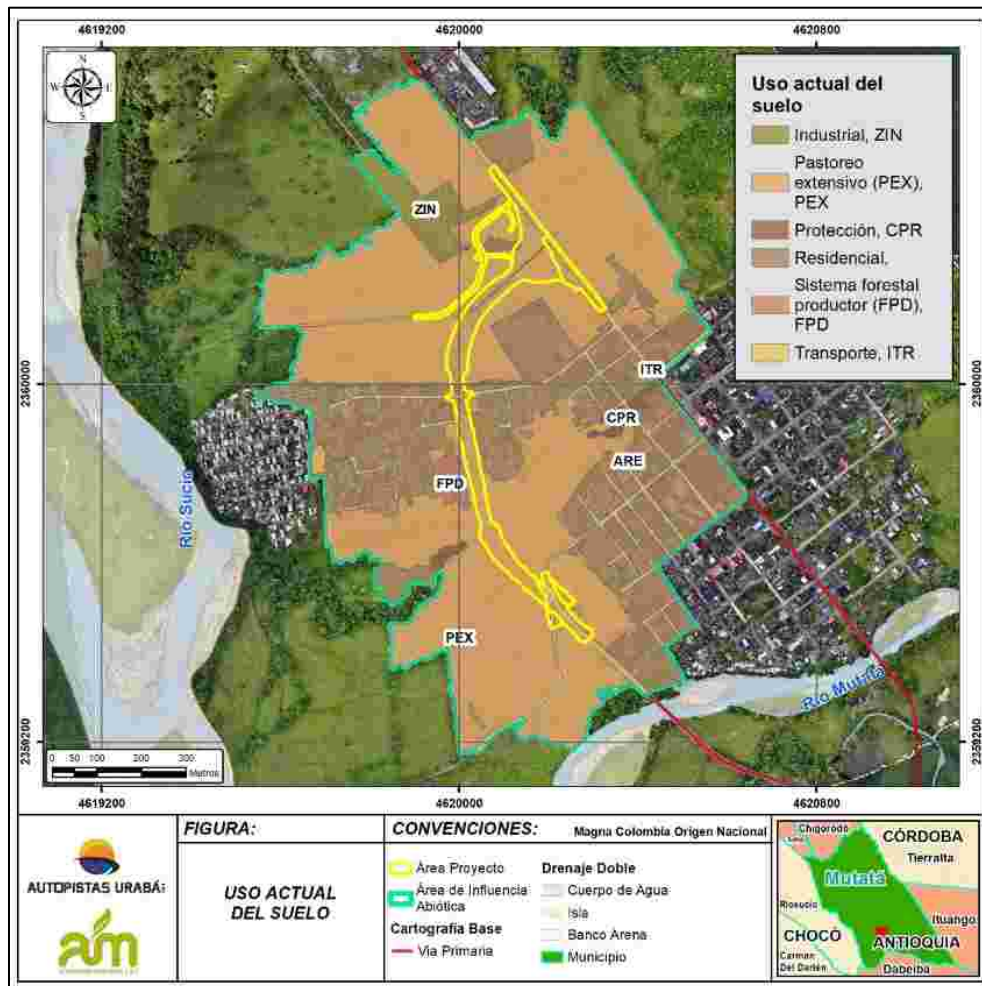


Figura 11.10 Uso actual del suelo en el área de influencia

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

La información de la caracterización de las unidades del suelo puede profundizarse en el capítulo 5.1 Medio Abiótico específicamente en el literal 5.1.4 Suelo y usos de la tierra del presente EIA.

v. Coberturas de la tierra

Para la identificación de las coberturas de la tierra, se utilizó la metodología propuesta por CORINE Land Cover, adaptada al contexto colombiano. Este análisis se llevó a cabo mediante el procesamiento de ortofotos, complementado con verificaciones de campo realizadas durante visitas al área de estudio.

A continuación, se presenta la Tabla 11.13, la cual detalla las coberturas del suelo identificadas tanto en el área de influencia del proyecto, como para el área proyecto. Esta información permite caracterizar el uso actual del territorio, diferenciando entre zonas naturales, intervenidas y urbanas. Entre las coberturas identificadas, la de Pastos limpios fue la más extensa, ocupando 109,14 ha en el área de influencia abiótica y 3,97 ha en el área del proyecto y en segundo grado de ocupación se encuentra la cobertura de tejido urbano continuo lo cual responde a la localización del proyecto en el casco urbano del municipio de Mutatá. En la Figura 11.11 se espacializa la distribución de las coberturas dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 11.13 Coberturas presentes en el área de influencia y en el área proyecto

Cobertura	Área de influencia biótica		Área proyecto	
	ha	%	ha	%
1.4.2.2 Áreas deportivas	2,14	1,30	0,00	0,00
3.1.4. Bosque de galería y ripario	0,71	0,43	0,00	0,00
5.1.4. Cuerpo de agua artificial	0,26	0,16	0,00	0,00
1.4.1.2. Parques cementerios	1,04	0,63	0,00	0,00
2.3.3. Pastos enmalezados	14,68	8,91	0,86	14,77
2.3.1. Pastos limpios	109,14	66,27	3,97	68,02
3.1.5. Plantación forestal	0,66	0,40	0,00	0,00
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	5,83	3,54	0,93	15,97
1.1.1. Tejido urbano continuo	24,72	15,01	0,06	0,97
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0,88	0,53	0,02	0,27
1.2.1. Zonas industriales y comerciales	4,62	2,81	0,00	0,00
Total	164,70	100,00	5,84	100

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

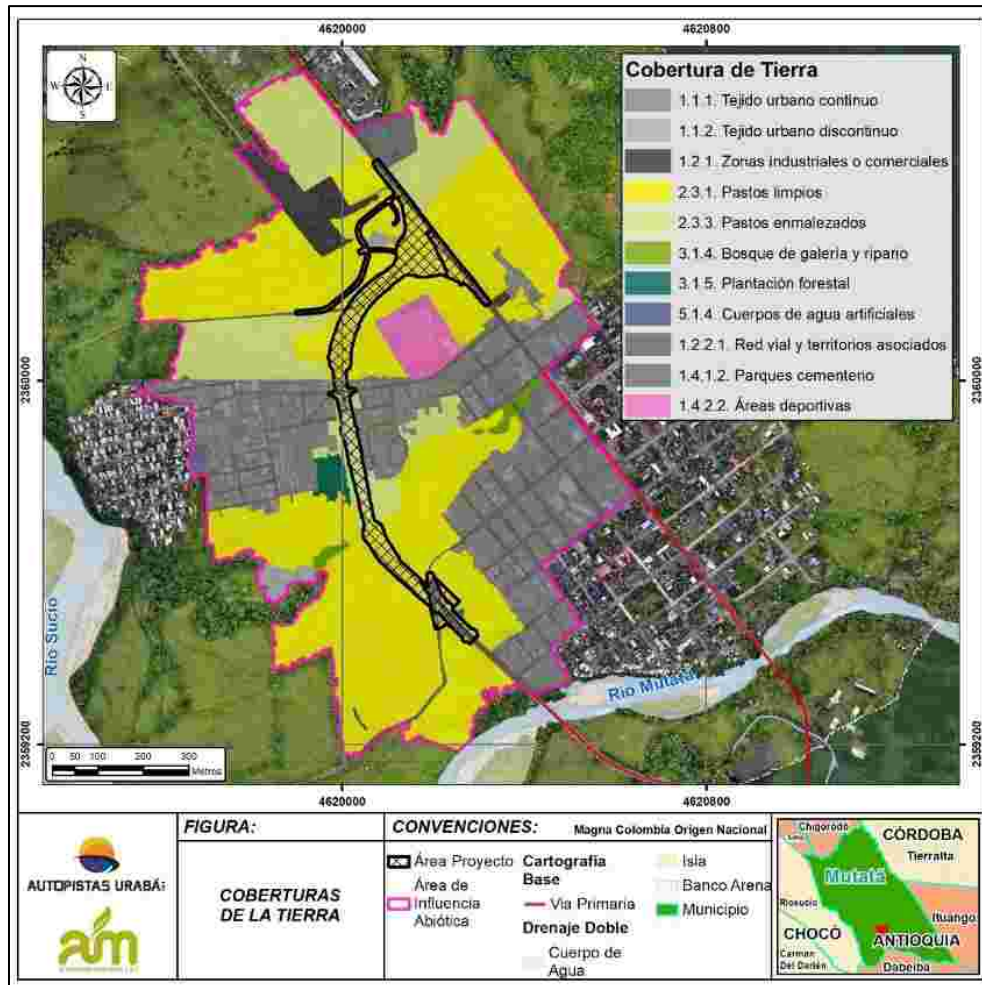


Figura 11.11 Coberturas en el área de influencia biótica del proyecto
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

vi. Flora

Previo a la fase de caracterización, se realizó una investigación para identificar las especies de flora potencialmente presentes en el área de influencia del proyecto. Para ello, se recopiló información de las bases de datos del Herbario Nacional Colombiano (COL) del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia, del Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia). Posteriormente, estos datos fueron validados mediante la caracterización en campo, la cual incluyó la flora terrestre y epífita.

A partir del muestreo de campo realizado para la caracterización del área de influencia biótica del proyecto, se registró un total de 1259 individuos, clasificados en tres categorías: brinzales, latizales y fustales. Este análisis permitió identificar 32 especies distribuidas en 29 géneros y 23 familias. La familia más abundante fue Poaceae, principalmente debido al elevado número de individuos brinzales registrados, lo cual está

relacionado con las características de las coberturas presentes, así como con su alto grado de intervención y manejo humano.

En cuanto a los fustales, la especie más representativa fue *Tectona grandis*, seguida por *Zanthoxylum riedelianum*, lo que concuerda con las observaciones de campo, considerando que una de las coberturas corresponde a un cultivo de *T. grandis*. Esto indica que el alto registro de esta especie está directamente relacionado con las actividades humanas en el área. En términos generales, se identificaron 29 fustales, 37 latizales y 1193 brinzales.

Adicionalmente, para la cobertura de Bosque de galería y ripario se encontraron un total 13 especies, 12 géneros y 11 familias. En total se encontraron un total de 81 individuos distribuidos en siete (7) fustales y 74 brinzales, siendo la especie arbórea más abundante *Inga spectabilis* con dos (2) individuos. La especie más abundante fue *Piper sp.1* con un total de 17 brinzales

Para mayor detalle sobre la caracterización de la flora en el área de influencia, se puede consultar el capítulo 5.2 del Medio Biótico, específicamente el literal 5.2.1 Flora, del presente EIA.

vii. Fauna

Se realizó un diagnóstico de la fauna presente en el área de influencia, enfocado en avifauna, herpetofauna (anfibios y reptiles) y mesofauna (mamíferos).

a. Aves

Se registraron un total de 205 individuos de la clase Aves, pertenecientes a nueve (9) ordenes, 118 familias y 45 especies. Este listado, representa el 2,30% de las aves registradas para Colombia³⁴ y el 4,14% de las especies reportadas para el departamento de Antioquia³⁵.

El 71,11% de las especies halladas pertenecen al orden Passeriformes (pájaros o aves de percha), seguido de los demás ordenes no Passeriformes. Loros y Guacamayas (Psittaciformes) ocupan el segundo lugar con cuatro (4) especies y en tercer lugar se encuentran los órdenes Cathartiformes (aves de rapiña) y Columbiformes (Tórtolas y Palomas) con tres (3) especies cada una. Finalmente, con una menor representación, se encuentran los demás órdenes.

El orden Passeriformes constituye el clado más diverso entre las aves, lo que explica su amplia representatividad. Actualmente, está presente en casi todos los biomas, mostrando una alta capacidad de adaptación frente a las transformaciones ambientales. Asimismo, desempeña un papel clave en el funcionamiento de los ecosistemas, al favorecer la dispersión de semillas y plantas, regular las poblaciones de artrópodos e insectos, y aportar a la polinización y a la regeneración de las coberturas naturales³⁶.

³⁴ Acevedo-Charry et. al. (2020)

³⁵ eBird (2025)

³⁶ Payevsky (2014)

No obstante, en cuanto a las aves, la mayoría de las especies registradas son generalistas y cuentan con una alta movilidad, lo que les permite habitar prácticamente todas las coberturas vegetales evaluadas en el área de influencia, tales como pastos enmalezados, pastos limpios y plantaciones forestales.

b. Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Respecto a los anfibios y reptiles, la diversidad general de reptiles en el área de influencia del Proyecto vial "Variante Mutatá" es baja. Este hecho se atribuye principalmente al alto grado de intervención humana en las coberturas analizadas, como las actividades agrícolas, ganaderas y de urbanización, que han transformado significativamente el paisaje. Estas modificaciones han reducido la disponibilidad de hábitats naturales y recursos para los reptiles, limitando así la capacidad de las coberturas estudiadas para sostener comunidades diversas y abundantes de estos organismos. En este orden de ideas, a continuación, se presenta la composición de la herpetofauna identificada para el área de influencia biótica del proyecto.

- Anfibios

La comunidad de anfibios registrados en el área de influencia (AI) del proyecto de MLA variante Mutatá, se vio representada únicamente por el orden Anura. Se registró un total de nueve (9) especies de anfibios distribuidas en seis (6) familias.

Las familias de anfibios estuvieron representadas por una o dos especies. Por ejemplo, la familia Bufonidae, Hylidae y Leptodactylidae estuvieron constituidas por dos (2) especies mientras que las demás familias estuvieron compuestas únicamente por una (1) especie. Las familias Hylidae y Leptodactylidae, suelen ser las familias más diversas en los estudios de comunidades de anfibios de tierras bajas en Colombia³⁷. Las familias Microhylidae y Craugastoridae no son familias tan diversas, en comparación con otras familias distribuidas en el país³⁸, además de que las especies dentro de Microhylidae, son difíciles de registrar en temporada seca, debido a que exhiben una marcada estacionalidad y están activas solo durante períodos de alta precipitación³⁹. Por otro lado, la familia Strabomantidae, es una de las familias menos abundantes y registrada en estudios de diversidad en tierras bajas, debido a que su diversidad se concentra en otros ecosistemas andinos como los bosques húmedos montanos⁴⁰.

Según los resultados, la riqueza de anfibios reportada corresponde al 6% de los anfibios registrados para el departamento de Antioquia (158)⁴¹ y el 35% de las especies con presencia potencial en el AI. El 78% de las especies registradas en el AI, son especies con amplia distribución (Neotropical o Pantropical).

- Reptiles

³⁷ (Arroyo Sanchez, Chaves Portilla, Rada, & Correa, 2019)

³⁸ (Acosta-Galvis A. R., Batrachia, 2024)

³⁹ (Acosta-Galvis A. R., 2012)

⁴⁰ (Acosta-Galvis A. , 2012)

⁴¹ (Daza-Rojas, 2021)

La composición de reptiles registrados en el área de influencia se vio representada por los tres (3) órdenes presentes en el país: Squamata (lagartos y serpientes), Testudines (tortugas) y Crocodylia (caimanes y cocodrilos), siendo Squamata el orden con mayor representación. En cuanto a familias, Colubridae fue la más diversa con seis (6) especies, seguida de Teiidae y Sphaerodactylidae con dos (2) especies cada una; las demás familias se vieron representadas por solo una (2) especie.

La familia Colubridae exhiben una gran variedad de adaptaciones ecológicas, que le ha permitido convertirse en la familia de serpientes más diversa a nivel mundial⁴²; por eso es de esperar que sea la familia con mayor diversidad de reptiles. Dentro de esta familia *Leptoderia ornata* fue la especie más abundante con cinco (5) individuos, seguida de *Ninia atrata* con tres (3) y *Helicops danieli* con dos (2). Las demás especies de la familia solo se encontraron una (1) vez.

Según los resultados, la riqueza de reptiles reportada corresponde al 2% de las especies registradas para Colombia y el 22% de las especies con presencia potencial en el área de influencia del proyecto. El 80% de las especies registradas en el AI, son especies con amplia distribución (Neotropical), lo que corresponde, de manera general, a una comunidad de reptiles con la capacidad de ocupar una variedad de hábitats y nichos ecológicos, en todo el trópico.

c. Mastofauna (Mamíferos)

En lo que respecta a los mamíferos, se registraron nueve (9) especies en total, distribuidas en cuatro (4) familias y cuatro (4) órdenes. Estas cifras representan el 9,37% de las especies históricamente reportadas en la zona y el 1,68% de las registradas en Colombia. En términos de familias, se documentó un 12,12% de las esperadas para la región y un 8% de las registradas a nivel nacional. En cuanto a los órdenes, se registró un 44,44% de los esperados en Mutatá y un 28,57% de los reportados en Colombia. Estos datos sugieren que, aunque la diversidad general es limitada, aún es posible encontrar un número representativo de especies en el área de influencia.

Adicionalmente, en la caracterización ecológica rápida para la cobertura de Bosque de galería y ripario, para los mamíferos registraron dos (2) órdenes; una especie perteneciente al orden Primates, familia Callitrichidae: el tití cabeciblanco (*Oedipomidas oedipus*), de la cual se observaron cuatro (4) individuos. Y registros de 12 individuos de murciélagos, del orden Chiroptera.

Por último, para más información, se puede consultar el capítulo 5.2, Medio Biótico, específicamente el apartado 5.2.1 Ecosistemas, del presente EIA.

III. Identificación de instalaciones que puedan originar amenazas

Desde la perspectiva del riesgo tecnológico, se identificaron instalaciones externas que podrían representar amenazas, las cuales están listadas en el apartado "Empresas e infraestructura que manejen sustancias peligrosas". De manera complementaria, como parte de la infraestructura interna con potencial de generar amenazas, se destaca la zona temporal, destinada al almacenamiento de materiales. Este espacio incluye sustancias

⁴² (Vitt, Caldwell, & Zug, 2001)

químicas como concreto, mezcla asfáltica, pintura, disolventes y productos para soldadura, entre otros, los cuales pueden constituir una fuente de emergencia si se materializa una amenaza operacional.

IV. Información pertinente definida en los instrumentos de planificación

En la Tabla 11.14 se presentan los instrumentos de planificación y gestión del riesgo que enmarcan el desarrollo del proyecto vial "Variante Mutatá". Es importante destacar que el presente Plan de Gestión del Riesgo de Desastres ha sido diseñado para articularse con dichos instrumentos, garantizando así una alineación con las normativas y directrices existentes, lo que permite una gestión integral y coordinada del riesgo en el contexto del proyecto.

Tabla 11.14 Instrumentos de planificación, desarrollo y de gestión del riesgo existentes

Instrumento	Generalidades
Plan de Ordenamiento Territorial - POT de Mutatá	Constituye un marco de referencia estratégico que orienta los procesos de planificación y gestión del desarrollo municipal a corto, mediano y largo plazo. Este instrumento busca garantizar el uso sostenible del territorio, promoviendo un desarrollo equilibrado que responda a las necesidades actuales y futuras del municipio.
Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Mutatá	Define los elementos esenciales para planificar, ejecutar y supervisar las acciones dirigidas a la prevención, atención y recuperación ante desastres en las comunidades del municipio. Este plan prioriza los riesgos existentes y protege a las poblaciones potencialmente afectadas, promoviendo una gestión efectiva y proactiva del riesgo.
Estrategia Municipal de Respuesta Ante Emergencias Mutatá	Complementa el Plan Municipal de Gestión del Riesgo al identificar, evaluar y priorizar los riesgos y amenazas que podrían impactar negativamente el entorno natural, socio-natural, humano e infraestructural del municipio. Esta estrategia fortalece la preparación de las instituciones y comunidades locales frente a eventos catastróficos, asegurando una respuesta organizada y efectiva ante escenarios de riesgo.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

C. Contexto interno

1. Elementos expuestos internos del proyecto (componente operacional)

Los elementos expuestos internos corresponden a la infraestructura y recursos dentro del proyecto vial "Variante Mutatá" que podrían verse afectados ante la ocurrencia de emergencias. La materialización de estas situaciones podría generar retrasos significativos en la ejecución del proyecto debido a daños en la infraestructura, así como posibles afectaciones al personal operativo involucrado. Los elementos expuestos internos identificados dentro del alcance del proyecto están detallados en la Tabla 11.15.

Tabla 11.15 Elementos expuestos internos

Elemento	Descripción
Variante Mutatá	Vía a cielo abierto Eje principal y la intersección de la glorieta

Elemento	Descripción	
Accesos	Vía a cielo abierto compuesta del acceso de restitución y los accesos norte y sur a vía industrial	
Box Vehicular*	Box Culvert vehicular para acceso a barrio El Regalo	
Muro en tierra armada*	Aproche de entrada Box Vehicular (K45+780 - K45+853)	
Muro en tierra armada*	Aproche de entrada Box Vehicular (K45+780 - K45+853)	
Obras hidráulicas	Alcantarilla 1*	Alcantarilla transversal circular D=0,9
	Alcantarilla 2*	
	Alcantarilla 3*	
	Alcantarilla 4*	
	Alcantarilla 5*	Alcantarilla transversal circular D=0,9
	Box culvert 1*	Box Culvert paralelo b=2 m a=0,5m. L=15m P=1%
	Box culvert 2*	Box Culvert transversal b=3 m a=2,5m. L=27,20m P=1%
	Box culvert 3*	Box Culvert transversal b=2 m a=2,0m. L=27,54m P=1% Paso de Agua y Ganado
	Box culvert 4*	Box Culvert transversal b=1,5m a=1,0m. L=18,89m P=1%
	Box culvert 5*	Box Culvert transversal b=2,5 m a=1,0m. L=16,55m P=1%
	Box culvert 6*	Box Culvert transversal b=2,5 m a=1,0m. L=9,36m P=1%
	Canal 1_1*	Canal en concreto reforzado b=2 m a=0,5m. L=75m P=1%
	Canal 1_2*	Canal en concreto reforzado b=2 m a=0,5m. L=180 m
	Canal 2*	Canal en concreto reforzado b=1,2 m a=0,5m. L=136,16 m P=1%
	Canal 3_1*	Canal en concreto reforzado b=1.5 m a=1.0m. L=73,8 m P=1%
	Canal 3_2*	Canal en concreto reforzado b=1.5 m a=1.0m. L=42 m P=1%
	Canal 4*	Canal en concreto reforzado b=1.2 m a=1.0m. L=52,13 m P=1%
	Canal escalonado 1*	Canal escalonado 1,2 *0,5
	Canal escalonado 2*	Canal escalonado paralelo b=1,2 m a=0,5 m
	Canal excavado*trapezoidal	Canal Excavado Trapezoidal b=4,35 m L=57.59m P=1,65%
Canal *trapezoidal 2	Canal Trapezoidal b=5 m L=14,34m	
Filtro 1*	Filtro Paralelo 0.6x 0,6 Tubería	

Elemento	Descripción	
	Filtro 2*	D=0.4
	Filtro 3*	
	Filtro 4*	
	Filtro 5*	
	Cuneta 1	
Cuneta 2	Cuneta L=152,67 m	
Cuneta 3	Cuneta L= 152,83 m	
Cuneta 4	Cuneta L=156,55 m	
Instalaciones temporales	Instalaciones temporales	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

De la Figura 11.12 a la Figura 11.19 se ilustra la ubicación espacial de los elementos expuestos internos asociados al proyecto vial "Variante Mutatá", permitiendo visualizar su distribución dentro del área de influencia del proyecto y facilitando su análisis en relación con posibles escenarios de riesgo.

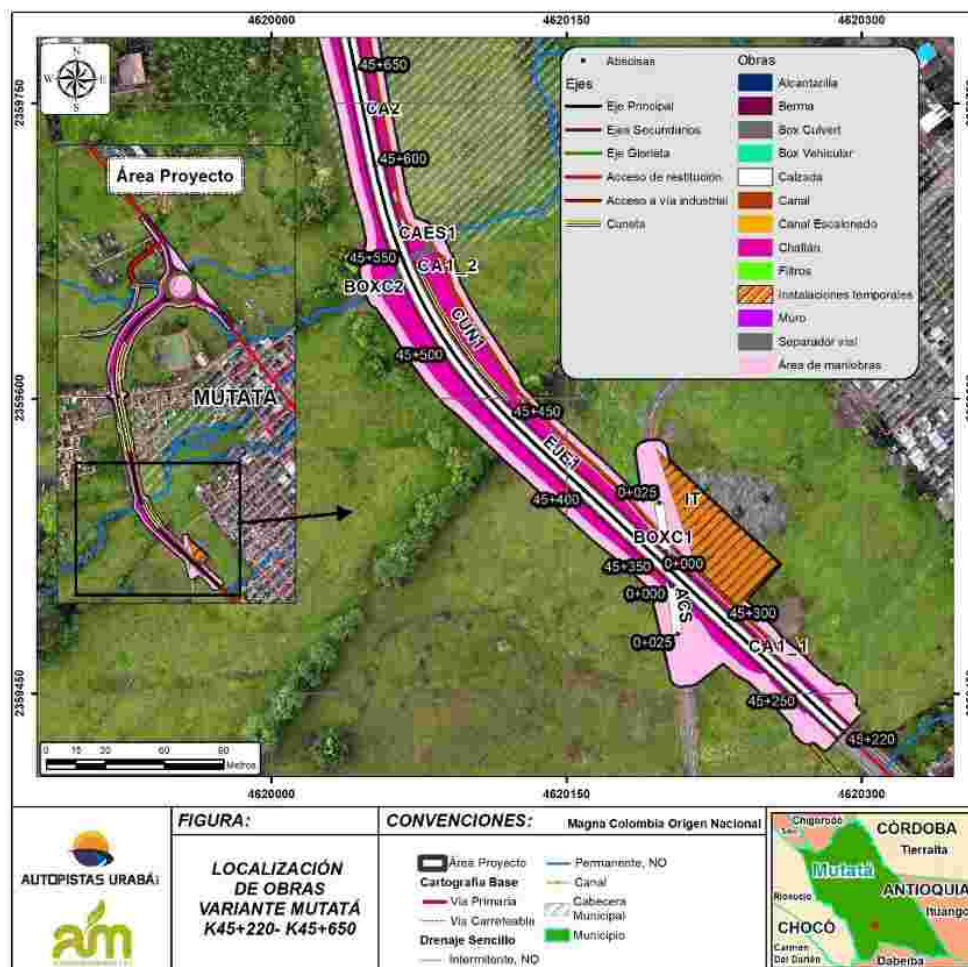


Figura 11.12 Variante Mutatá K45+220 a K45+650

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

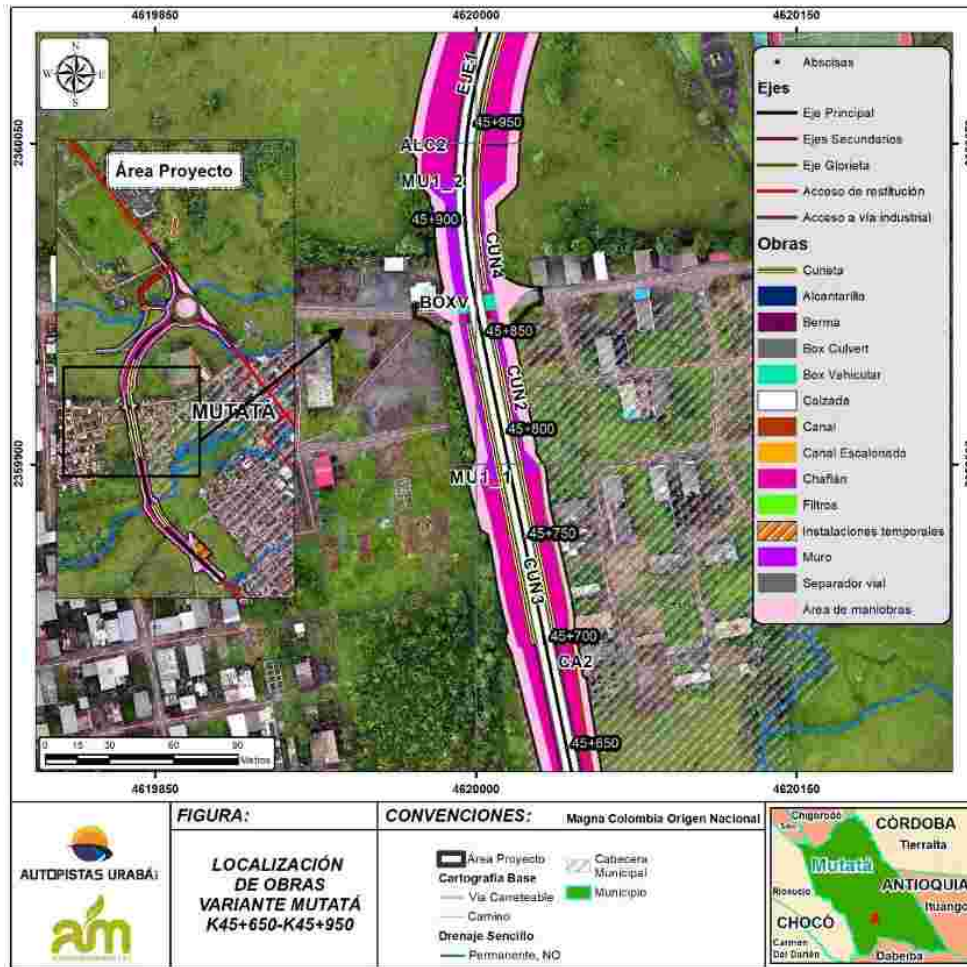


Figura 11.13 Variante Mutatá K45+650 a 45+950
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

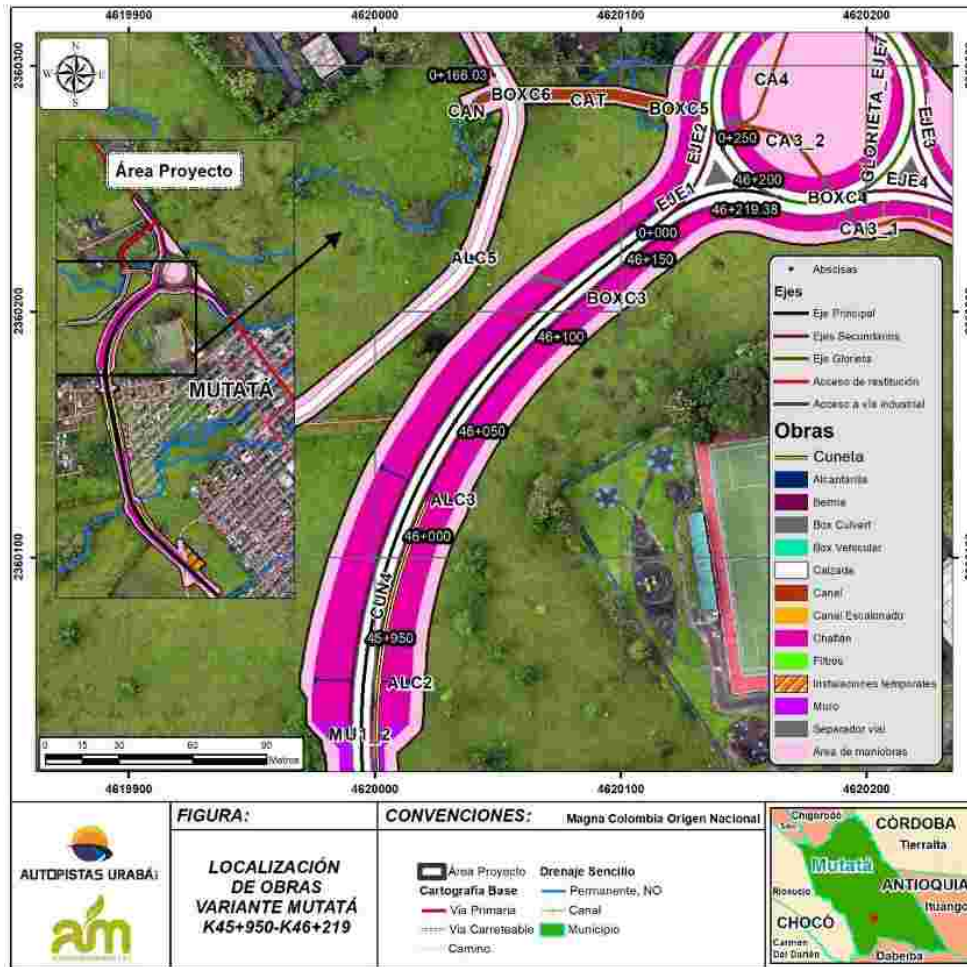


Figura 11.14 Variante Mutatá 45+950 a K46+219
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

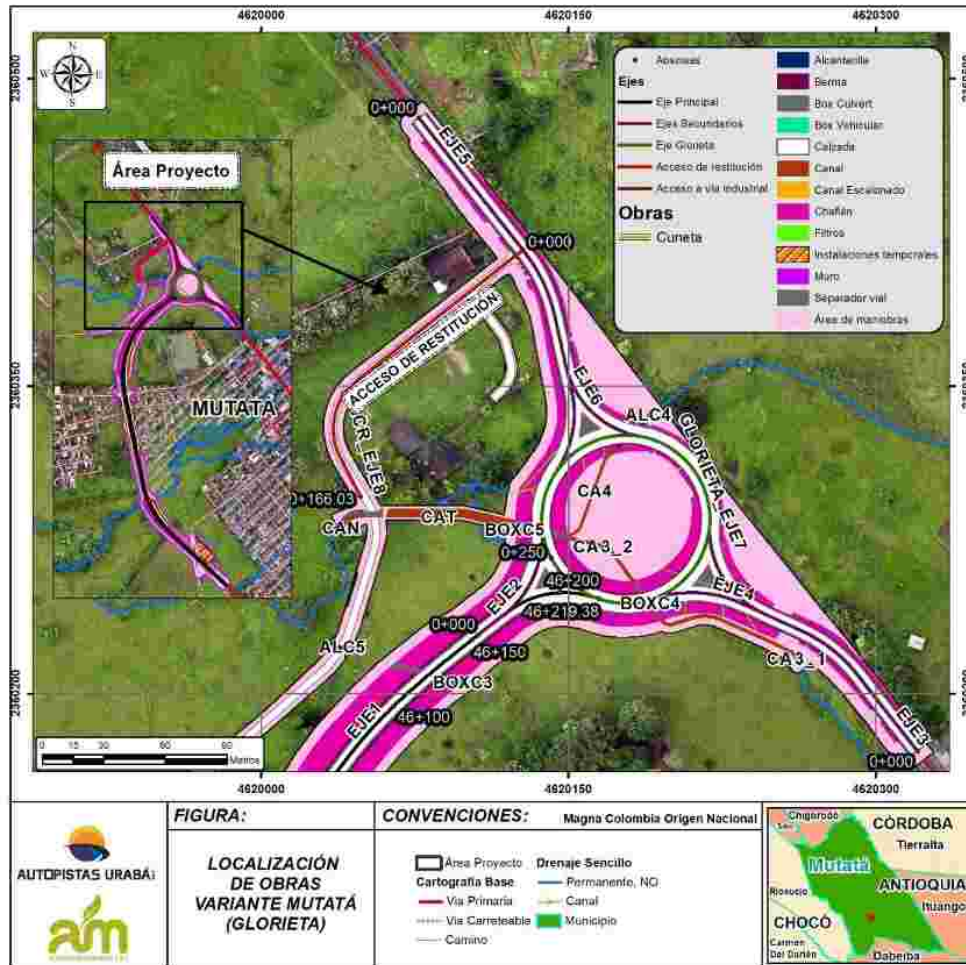


Figura 11.15 Intersección - Glorieta
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

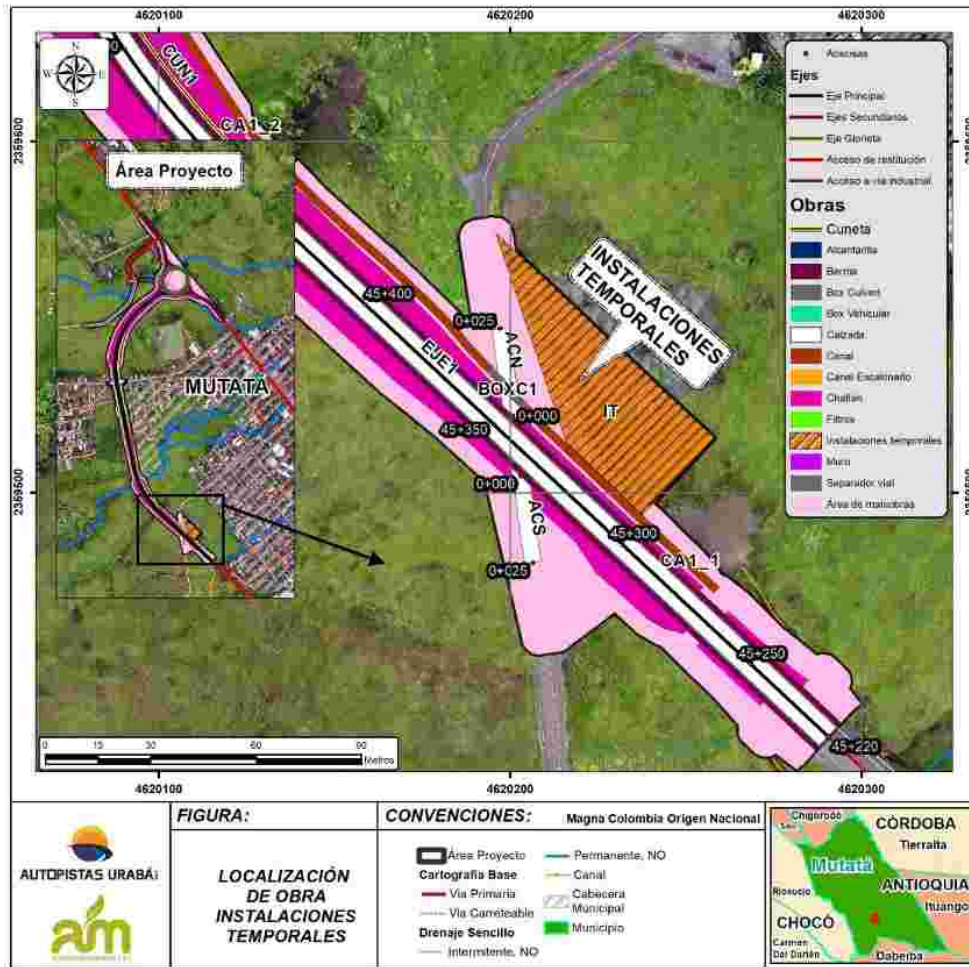


Figura 11.16 Zona de instalaciones temporales
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2024.

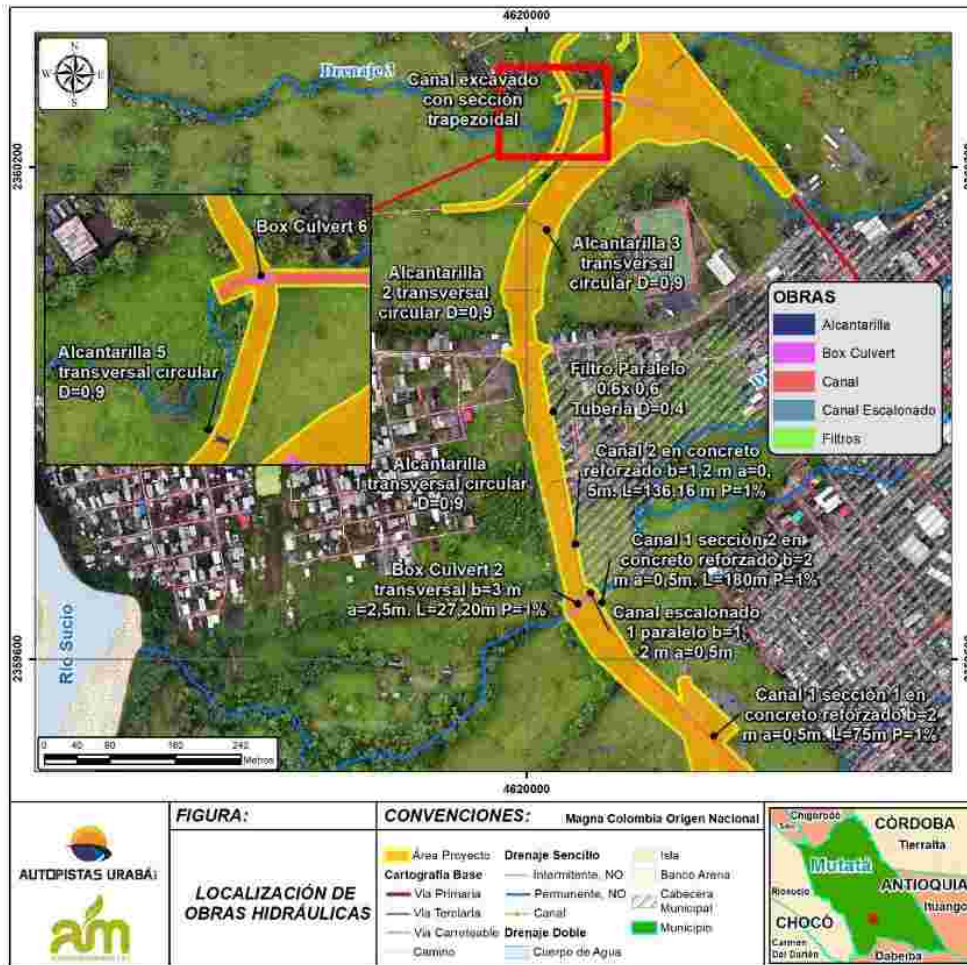


Figura 11.17 Obras hidráulicas
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

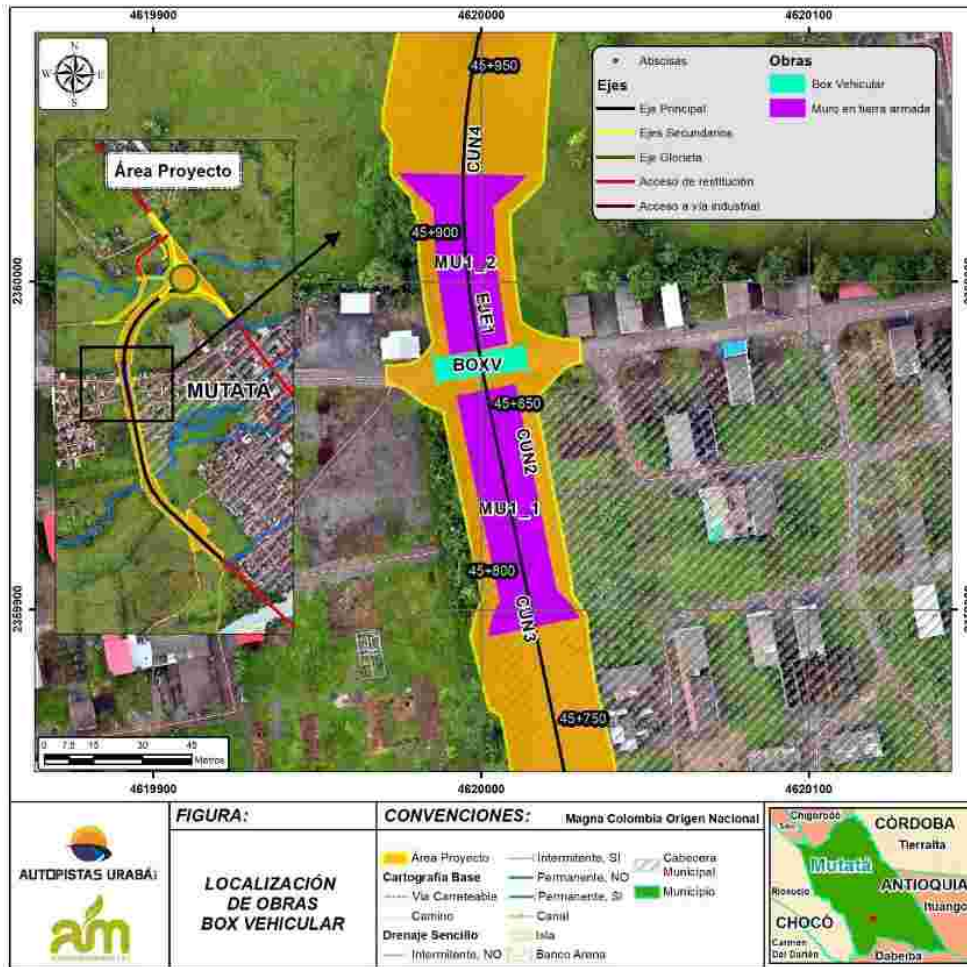


Figura 11.18 Muro en tierra amada y box vehicular
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

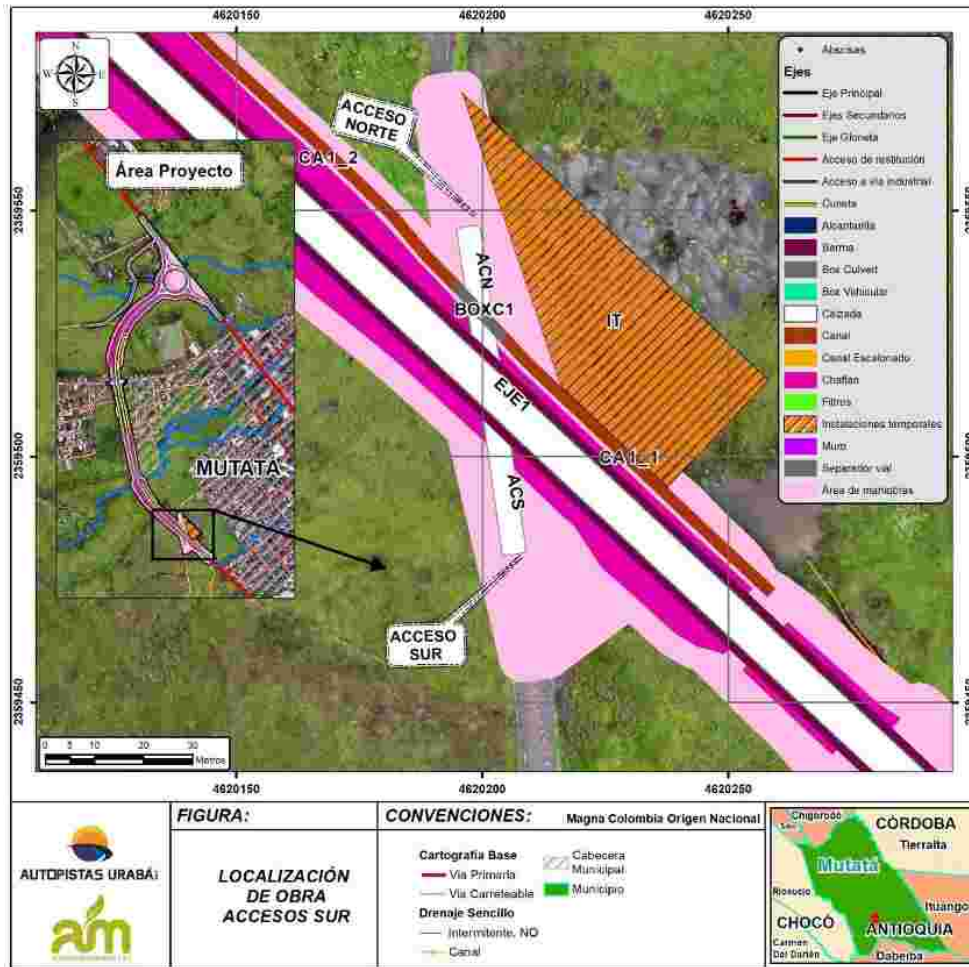


Figura 11.19 Accesos Norte y Sur a vía existente
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

Es importante señalar que, desde el enfoque cartográfico, los elementos expuestos internos están representados en la geodatabase (GDB) mediante el polígono correspondiente al área del proyecto, ya que este abarca la totalidad de dichos elementos.

II. Políticas, objetivos y estrategias diseñados para la implementación del plan de gestión del riesgo

En línea con los objetivos establecidos por Autopistas Urabá S.A.S, la gestión del riesgo tiene como finalidad garantizar la seguridad técnica y operacional durante la fase de operación y mantenimiento del Proyecto de Concesión Autopista al Mar 2. Esto permite prevenir impactos negativos en el entorno ambiental y social, así como en los bienes y la infraestructura dentro del área de influencia del corredor vial, definido en el Contrato de Concesión 018 del 25 de noviembre de 2015.

Para lograrlo, se contemplan los posibles efectos adversos derivados de fenómenos naturales, socio-naturales, tecnológicos y antrópicos, en concordancia con las directrices

del Decreto 2157 del 20 de diciembre de 2017, expedido por el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República. Dicho decreto constituye una herramienta clave para la implementación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, establecida en la Ley 1523 de 2012, particularmente en su artículo 42.

Asimismo, el presente PGRD se articula con los objetivos estratégicos de Autopistas Urabá S.A.S., enfocados en la identificación, valoración y control de los peligros asociados a sus actividades, con el propósito de garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable. De igual manera, se alinea con el compromiso de la organización de prevenir accidentes y enfermedades que puedan afectar a colaboradores, contratistas, visitantes, comunidades y demás partes interesadas.

III. *Cultura de la organización*

La cultura organizacional de Autopistas Urabá se fundamenta en su misión y visión, orientadas al desarrollo sostenible y la excelencia en la operación vial.

i. Misión:

Generar valor para nuestros grupos de interés y contribuir al desarrollo de la región de Antioquia, facilitando su conexión con los principales ejes comerciales del país. Lo hacemos a través de un equipo humano comprometido con el desarrollo sostenible, el cumplimiento de altos estándares de calidad y seguridad vial, y la satisfacción de nuestros usuarios mediante la operación y mantenimiento del corredor vial Autopista al Mar 2.

ii. Visión:

Para el año 2028, seremos un referente en Colombia en el desarrollo y operación de proyectos sostenibles de infraestructura vial.

Además, la cultura organizativa de Autopistas Urabá S.A.S., se sustenta en valores fundamentales como la transparencia, solidaridad, compromiso, equidad, lealtad, calidad y trabajo en equipo, promoviendo un entorno de confianza y excelencia en todas sus operaciones.

IV. *Descripción de las principales actividades, procesos y métodos operativos*

La descripción de las principales actividades y procesos se encuentra descrita en la Tabla 11.4 del literal Fases y actividades del proyecto. Adicionalmente, esta información se puede profundizar en el Capítulo 3 Descripción del proyecto de la presente modificación de licencia.

D. Cambio climático

De acuerdo con el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cambio climático se describe como una modificación del clima que puede ser atribuida, de manera directa o indirecta, a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera global. Esta modificación se suma a la variabilidad climática natural registrada a lo largo de períodos temporales similares⁴³. Por otro lado, el

⁴³ (Naciones Unidas, 1992)

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier alteración en el clima a lo largo del tiempo, ya sea debido a factores naturales o como resultado de actividades humanas. Los científicos coinciden en que la principal causa del cambio climático actual es la emisión de gases de efecto invernadero generados por actividades humanas. Estos gases intensifican la capacidad de la atmósfera terrestre para retener calor, lo que provoca el fenómeno conocido como calentamiento global⁴⁴.

Desde el punto de vista meteorológico, el cambio climático se refiere a la modificación de las condiciones climáticas predominantes en una región o a nivel global. Entre los factores externos que influyen significativamente en estos cambios se encuentran las variaciones en la radiación solar, los cambios en los parámetros orbitales de la Tierra, como la excentricidad, la inclinación del eje terrestre y la precesión, así como los movimientos de las placas tectónicas y la actividad volcánica. Estos elementos, a menudo combinados con procesos internos del sistema climático, contribuyen a la evolución del clima a lo largo del tiempo⁴⁵.

El cambio climático impacta directamente tanto a la población como a las actividades económicas humanas. Eventos climáticos extremos, como sequías, inundaciones, ciclones, incendios forestales, conllevan impactos como el desabastecimiento hídrico y de alimentos, daños a infraestructura y asentamientos, desplazamiento, morbilidad y mortalidad. Colombia, debido a su limitado desarrollo industrial, no contribuye de manera significativa a las emisiones globales de gases de efecto invernadero que alteran la composición de la atmósfera. Sin embargo, el país se perfila como una de las regiones más vulnerables a los efectos del cambio climático, siendo los Andes colombianos particularmente afectados. Un claro ejemplo de esta vulnerabilidad es el retroceso acelerado de los glaciares, uno de los ecosistemas más frágiles, que en las últimas décadas han sufrido un proceso notable de deglaciación, poniendo en riesgo no solo su existencia, sino también los servicios ecosistémicos que proporcionan, como la regulación hídrica y el almacenamiento de agua⁴⁶.

Según la Política Nacional de Cambio Climático⁴⁷, el cambio climático impacta a Colombia principalmente a través de la materialización de riesgos hidrometeorológicos que afectan a poblaciones, infraestructuras (como vías y viviendas), actividades económicas y ecosistemas vulnerables. Estos riesgos se relacionan con fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos de tierra, variaciones extremas de temperatura que influyen en la productividad agrícola, y el incremento del nivel del mar, entre otros. Además, las dinámicas de ocupación del territorio y los patrones de uso del suelo, definidos por el crecimiento económico y el desarrollo, juegan un papel crucial al determinar el nivel de exposición y vulnerabilidad de estas áreas frente a las amenazas de origen hidrometeorológico.

⁴⁴ (Vicepresidencia Tercera del Gobierno Español, 2020)

⁴⁵ (IDEAM, Participación Ciudadana)

⁴⁶ (IDEAM, 2010)

⁴⁷ (MINIAMBIENTE M. d., 2017)

I. Análisis Nacional

El Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) establece cuatro escenarios futuros de emisiones de gases de efecto invernadero, conocidos como Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés). Estos escenarios reflejan posibles incrementos en las forzantes radiativas del sistema terrestre, expresados como aumentos de +2,6, +4,5, +6,0 y +8,5 W/m² en comparación con los niveles de la era preindustrial. De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Colombia, dichos escenarios permiten evaluar las proyecciones de impactos asociados al cambio climático en el contexto global y regional, facilitando la planificación y adopción de medidas de adaptación y mitigación⁴⁸. De acuerdo con los resultados del ensamble multimodal, se proyecta que la temperatura media en Colombia experimentará un incremento significativo según los diferentes escenarios RCP (Sendas Representativas de Concentración). Para el periodo 2011-2040, se prevé un aumento aproximado de 1.0°C en los cuatro escenarios. Durante el periodo 2041-2070, el incremento estimado es de entre 1.0 y 1.5°C en el RCP2.6, y de 1.5 a 2.0°C en el RCP8.5. Finalmente, para el periodo 2071-2100, se espera un aumento de alrededor de 1.0°C en el RCP2.6 y de 2.0 a 3.5°C en el RCP8.5.

En cuanto a la precipitación, las proyecciones indican que, para el periodo 2011-2100, las regiones Caribe y Amazonia registrarían una disminución del 10 al 40%. Por otro lado, en el centro y norte de la región Andina se prevén incrementos de entre el 10 y el 30%, con los mayores aumentos concentrados en el Eje Cafetero, el Altiplano Cundiboyacense y la cuenca alta del río Cauca. A nivel estacional, las reducciones más pronunciadas en la precipitación (superiores al 20%) ocurrirían en la región Caribe durante los trimestres de marzo-abril-mayo (MAM) y septiembre-octubre-noviembre (SON). Estas variaciones tendrán importantes implicaciones para la gestión de recursos hídricos y el desarrollo socioeconómico del país.

La amenaza por cambio climático se refiere a la probabilidad de que ocurran afectaciones en distintas dimensiones, como resultado del incremento de temperaturas o de las variaciones en las precipitaciones (aumento o disminución) proyectadas para el año 2040 bajo los escenarios climáticos nacionales. En este contexto, se destaca una tendencia significativa de mayor amenaza en la región Andina, así como en los piedemontes amazónico y de la Orinoquia. Estas áreas presentan una mayor sensibilidad a los cambios en el clima, lo que incrementa la posibilidad de impactos adversos. La Figura 11.20 ilustra el mapa nacional que detalla la distribución geográfica de la amenaza por cambio climático.

⁴⁸ (IDEAM P. M., 2017)

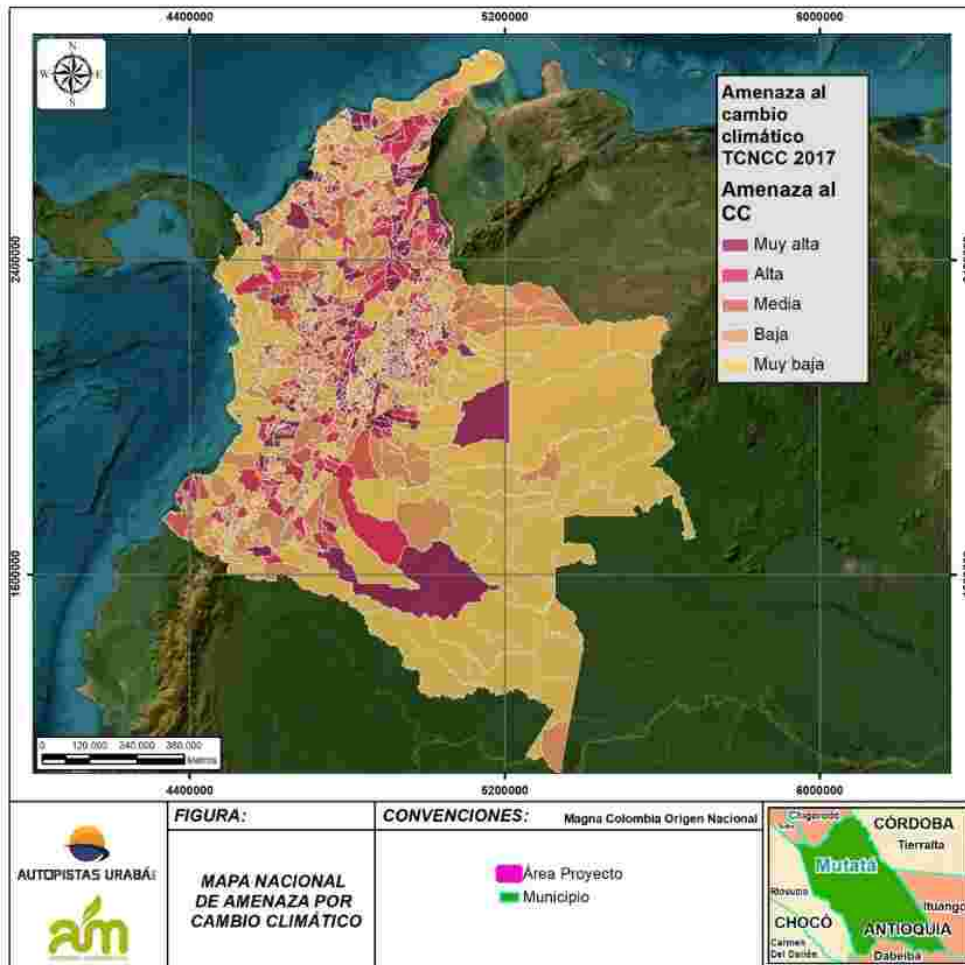


Figura 11.20 Mapa nacional de amenaza por cambio climático

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

La capacidad adaptativa al cambio climático se define como la habilidad de un sistema para ajustarse a los efectos del cambio climático, incluidas su variabilidad y los eventos extremos, con el fin de moderar los daños potenciales, aprovechar oportunidades y gestionar las consecuencias adversas⁴⁹. A nivel nacional, esta capacidad está notablemente concentrada en la región Andina y en departamentos como Nariño, Antioquia y Cesar, que muestran una mayor preparación para enfrentar estos desafíos. Sin embargo, los niveles de capacidad adaptativa varían entre los municipios, donde algunos poseen más recursos y herramientas que otros para abordar los impactos climáticos. La Figura 11.21 presenta el mapa nacional que ilustra la distribución territorial de la capacidad adaptativa al cambio climático.

⁴⁹ (Margrin, Unidas, Europea, & CEPAL, 2015)



Figura 11.21 Mapa nacional por capacidad adaptativa al Cambio Climático
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

La sensibilidad al cambio climático se refiere a la susceptibilidad al daño de los bienes y medios de vida expuestos ante los riesgos asociados al cambio climático⁵⁰. Este concepto mide la susceptibilidad al daño de los elementos expuestos, dependiendo de factores como las condiciones socioeconómicas y el nivel de presión antropogénica sobre los ecosistemas. Según el análisis nacional, el 21.3% del territorio colombiano se clasifica con una sensibilidad alta o muy alta, lo que corresponde a municipios que enfrentan condiciones desfavorables para responder eficazmente a las amenazas climáticas. Esto puede deberse a una gestión deficiente de la calidad de vida de la población o a un alto grado de transformación causado por actividades humanas. La distribución de esta sensibilidad se ilustra en la Figura 11.22.

⁵⁰ (Ahumada-Cervantes, González-Márquez, García-López, & Cota-Montes, 2020)

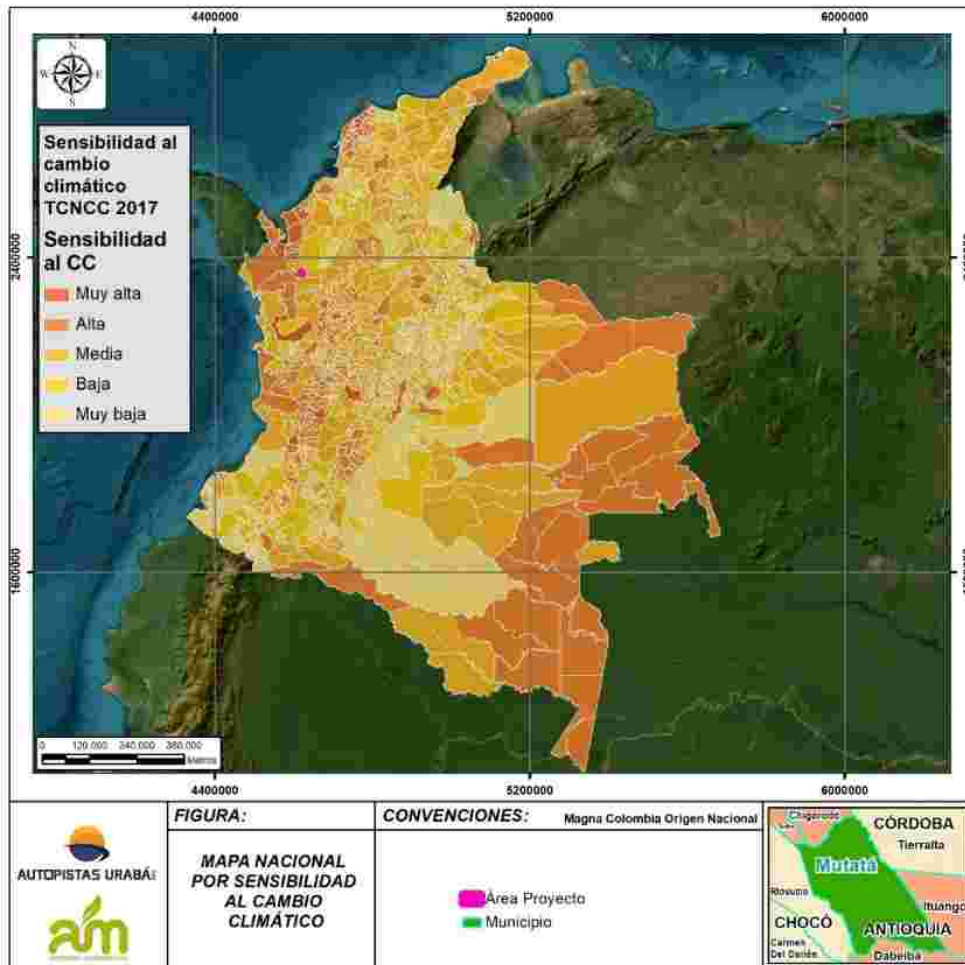


Figura 11.22 Mapa Nacional por sensibilidad al cambio climático
 Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

El riesgo por cambio climático, representado en la Figura 11.23, muestra que los municipios con los niveles más altos de riesgo están indicados con los colores más oscuros. Estos municipios, que constituyen la unidad mínima de análisis para el estudio, enfrentan una mayor probabilidad de sufrir impactos significativos asociados al cambio climático.

Entre 1971 y 2015, la temperatura media anual en Colombia aumentó 0.8°C, alcanzando un promedio de 22.4°C. Se proyecta que para 2040 la temperatura aumentará 0.9°C, para 2070 será 1.6°C más alta y, hacia finales del siglo, el incremento alcanzará los 2.4°C. De cumplirse estas proyecciones, la temperatura promedio anual en Colombia podría situarse en 24.8°C para el año 2100⁵¹.

⁵¹ (IDEAM P. M., 2017)

En términos de distribución del riesgo, el 47% del territorio nacional presenta un riesgo alto o muy alto de impactos por cambio climático, abarcando 184 municipios. Asimismo, el 72.8% del país, equivalente a 586 municipios, se clasifica con niveles de riesgo medio a muy alto. La cartografía presentada en la Figura 11.23 permite identificar espacialmente las áreas más vulnerables a estos riesgos.

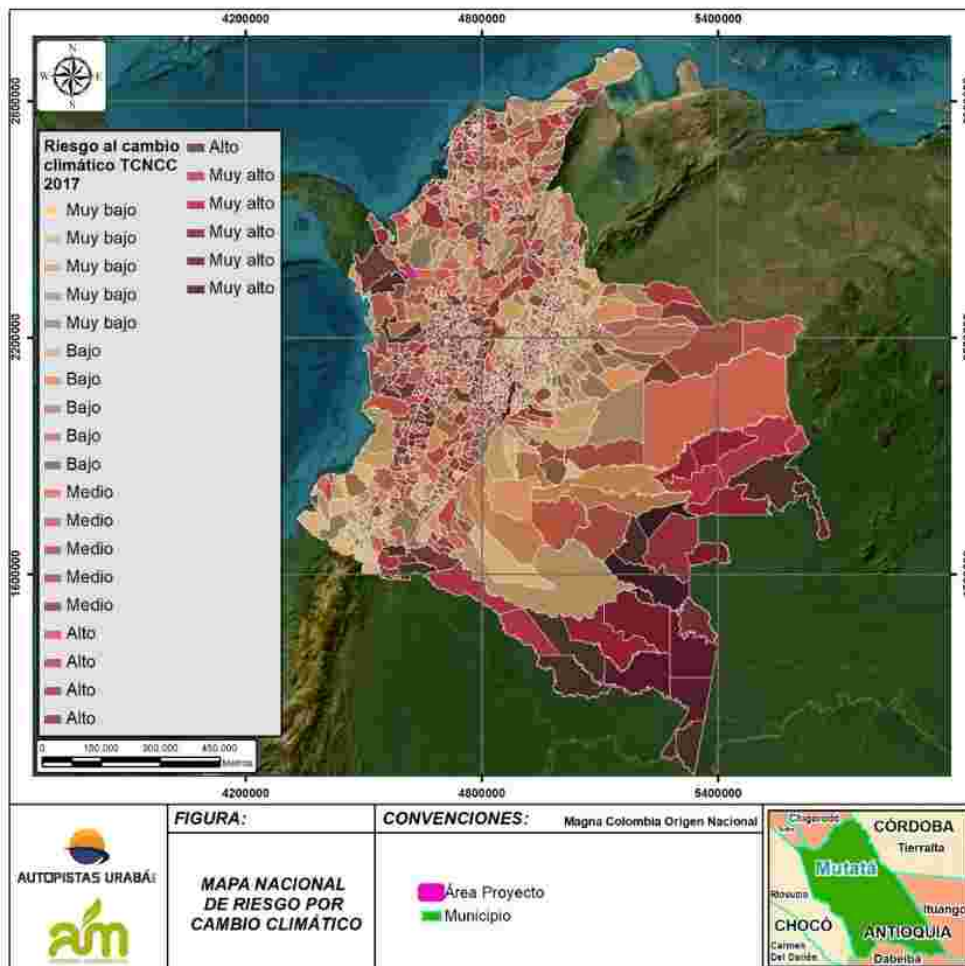


Figura 11.23 Mapa Nacional de Riesgo por Cambio Climático
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

II. Análisis Departamental

La temperatura promedio en el departamento de Antioquia durante el período de referencia entre los años 1976-2005 estuvo notablemente influenciada por la topografía del territorio. Las subregiones de Urabá y Bajo Cauca presentaron las temperaturas más altas, mientras que en la zona central del departamento se registraron las temperaturas más bajas debido a la altitud⁵².

⁵² (PICCA, 2018)

En cuanto a la precipitación en el mismo período, Antioquia se caracteriza por una gran variabilidad pluviométrica. Las subregiones de Occidente, Valle de Aburrá y el norte de Urabá presentaron los registros más bajos de lluvias, con valores entre 1.500 y 2.000 mm anuales. En contraste, se observaron precipitaciones entre 4.000 y 5.000 mm en municipios como Mutatá, y Chigorodó en Urabá, así como en zonas específicas del Bajo Cauca (Zaragoza y El Bagre) y el Oriente (San Luis, Cocorná y San Francisco)⁵³.

Para los nuevos escenarios de cambio climático, se proyecta que hacia 2040 la temperatura promedio aumentará en 0,8°C (Figura 11.24), y hacia el año 2100, el incremento podría llegar a 2,2°C. Las subregiones más afectadas por estos cambios serán Magdalena Medio, Bajo Cauca y Urabá. En términos de precipitación (Figura 11.25), se espera un aumento promedio del 9,3% en Antioquia para finales del siglo, con incrementos significativos en el centro del departamento. Sin embargo, se prevé que el Bajo Cauca enfrentará disminuciones drásticas en la precipitación, con reducciones de entre un 20% y 30% hacia finales del siglo⁵⁴.

⁵³ Ibid

⁵⁴ Ibid

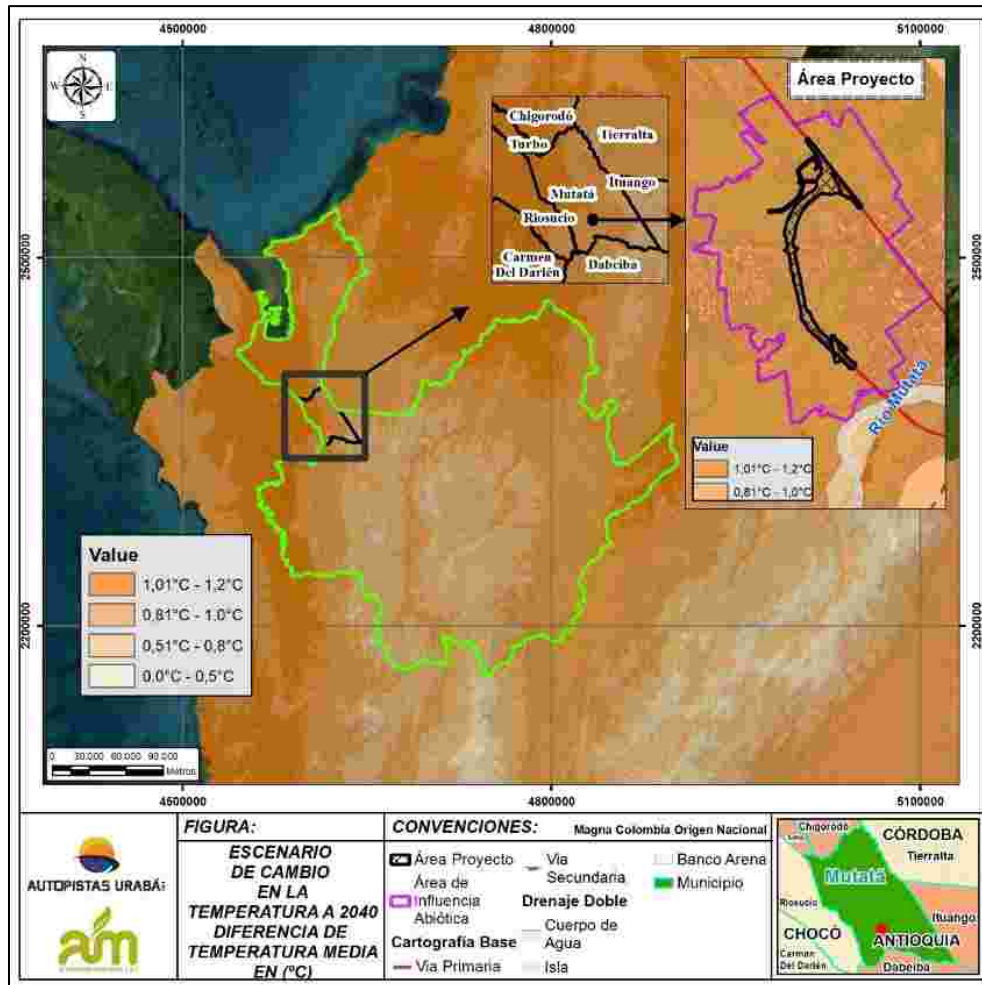


Figura 11.24 Escenario de cambio en temperatura a 2040 para el departamento de Antioquia
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

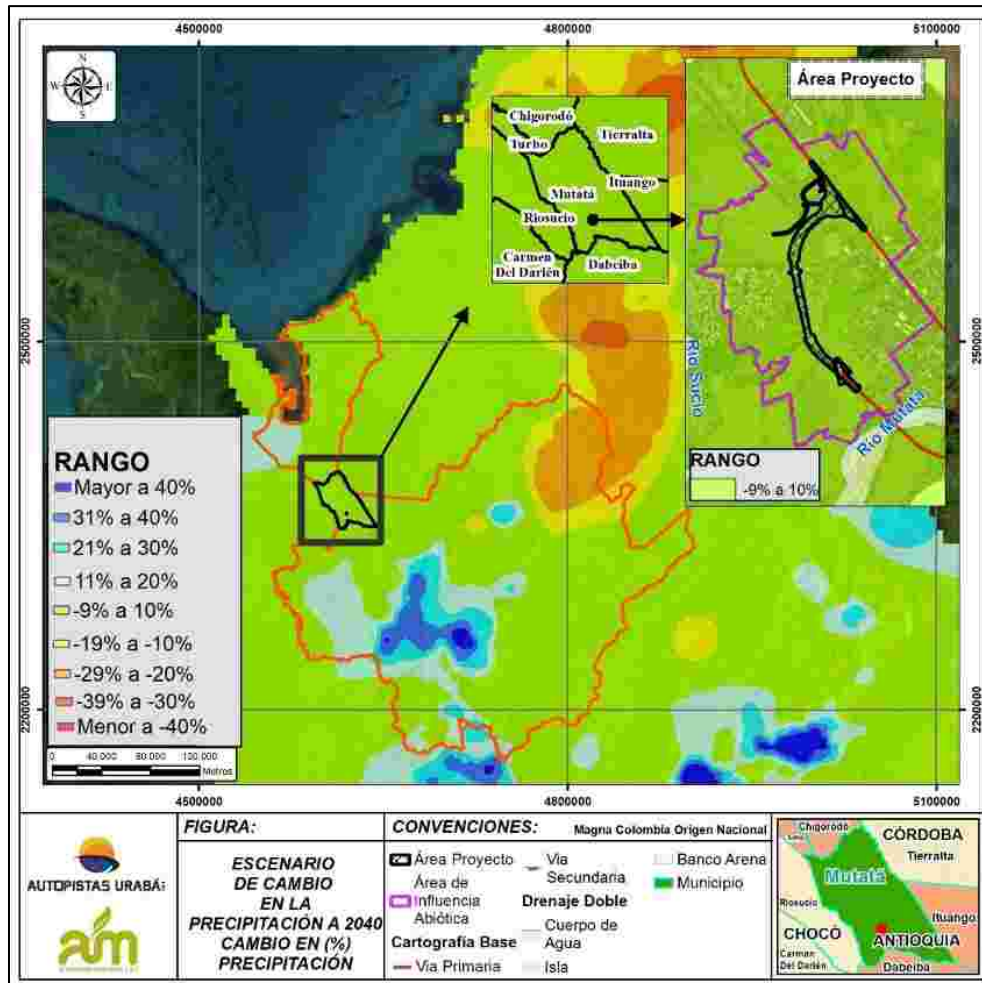


Figura 11.25 Escenario de cambio en la precipitación a 2040 para el departamento de Antioquia

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

En el marco de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) llevó a cabo un análisis exhaustivo basado en 84 indicadores. Estos indicadores se clasificaron en tres categorías clave: amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa, con el fin de evaluar la vulnerabilidad y el riesgo en los territorios frente al cambio climático.

- Además, los indicadores abarcan seis (6) aspectos fundamentales para un análisis integral de la vulnerabilidad y el riesgo:
- Seguridad alimentaria: Impactos en la producción agrícola y disponibilidad de alimentos.
- Recurso hídrico: Variaciones en la disponibilidad, calidad y acceso al agua.
- Biodiversidad: Alteraciones en los ecosistemas y las especies debido a cambios climáticos.

- Salud: Efectos del cambio climático en la salud pública, como la propagación de enfermedades.
- Hábitat humano: Impactos en asentamientos humanos debido a amenazas como inundaciones o deslizamientos.
- Infraestructura: Vulnerabilidad de las infraestructuras críticas ante eventos climáticos extremos.

En relación con la amenaza por cambio climático, el departamento de Antioquia presenta valores de amenaza entre muy bajo y bajo en todas las dimensiones evaluadas. Sin embargo, la seguridad alimentaria es la dimensión que más contribuye al valor total de amenaza en el departamento⁵⁵. Considerando los indicadores de amenaza, la subregión de Urabá presenta una amenaza muy alta por seguridad alimentaria⁵⁶. Como se muestra en la [Figura 11.26](#), el municipio de Mutatá, donde se localiza el proyecto vial, tiene una calificación de amenaza alta por cambio climático. Esto indica que la región está expuesta a riesgos significativos, lo cual puede generar impactos sustanciales en la infraestructura y las actividades económicas, como la seguridad alimentaria y otros sectores vulnerables.

⁵⁵ (IDEAM P. M., 2017)

⁵⁶ (PICCA, 2018)

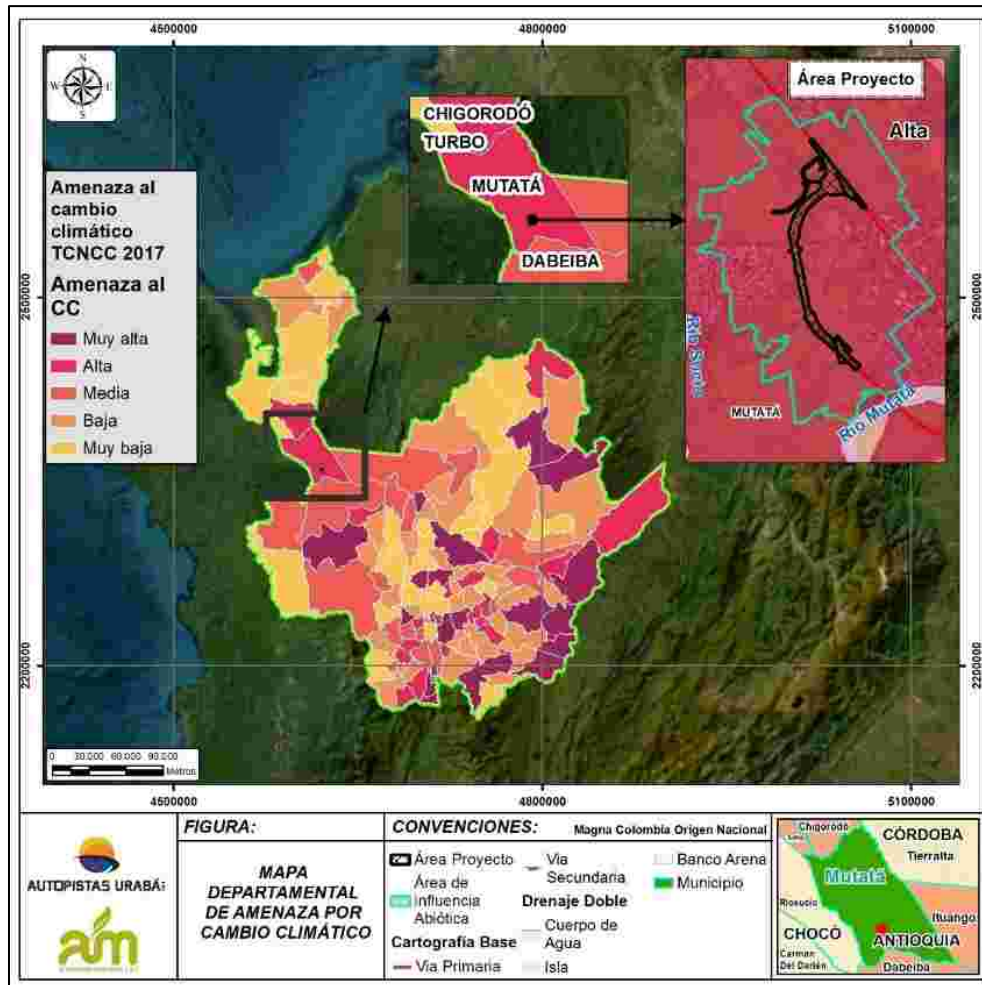


Figura 11.26 Mapa departamental de amenaza por cambio climático
 Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

En relación con la sensibilidad al cambio climático del departamento de Antioquia, las dimensiones de biodiversidad y salud tienen una sensibilidad muy alta, lo que contribuye de manera significativa al valor total de sensibilidad para la región. De acuerdo con el Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia - PICCA⁵⁷, la dimensión de recursos hídricos presenta una calificación de alta en la subregión de Urabá que responde a los índices de niveles bajos de retención y regulación hídrica y condiciones de aridez. Así mismo, la dimensión de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos presentan un nivel de sensibilidad muy alta en la subregión de Urabá y el oriente. Según los datos presentados en la **Figura 11.27**, el municipio de Mutatá, donde se desarrolla el proyecto vial, muestra una sensibilidad media ante los impactos del cambio climático. Esta alta sensibilidad sugiere que los ecosistemas locales y la salud pública en Mutatá podrían verse severamente afectados por las alteraciones climáticas.

⁵⁷ (PICCA, 2018)

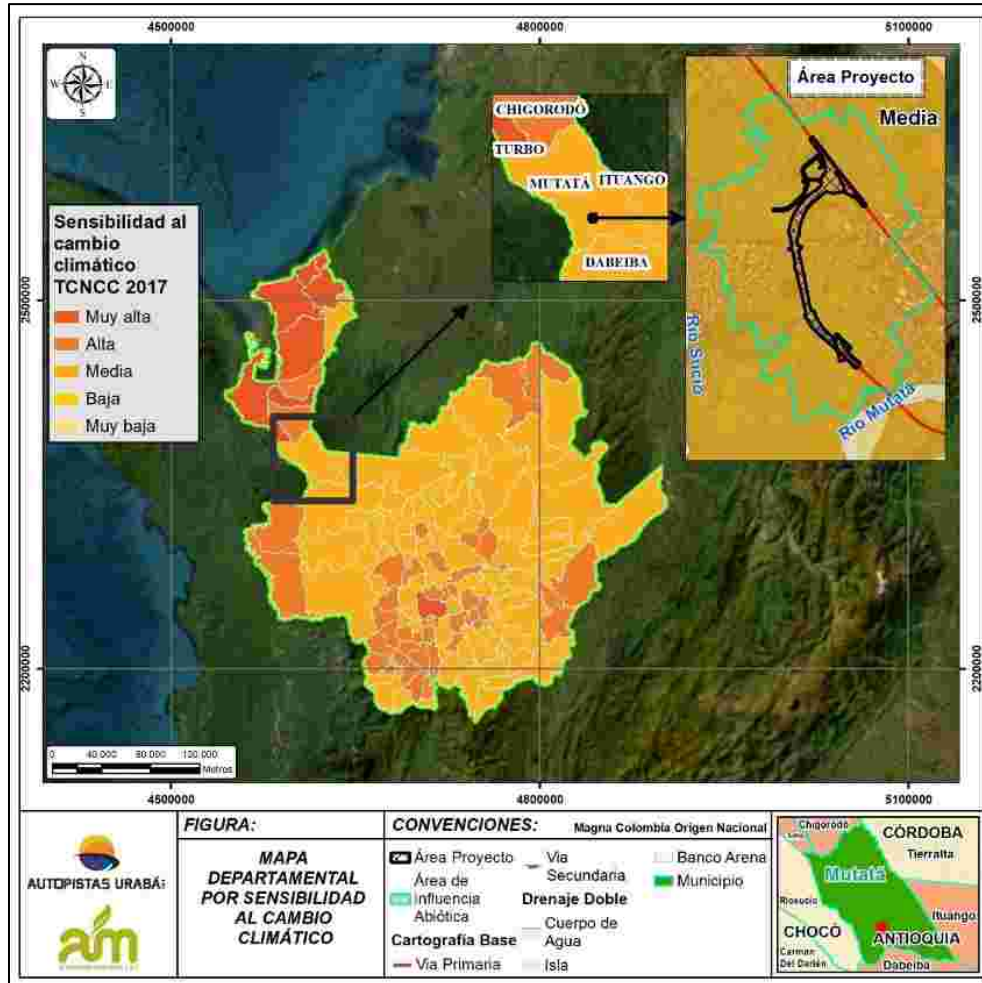


Figura 11.27 Mapa Departamental por sensibilidad al cambio climático
 Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

En relación con la capacidad adaptativa al cambio climático en el departamento de Antioquia, las dimensiones de hábitat humano y salud destacan con una capacidad adaptativa alta, lo que les otorga un peso relevante en el cálculo del valor total para el departamento. Según los datos reflejados en la [Figura 11.28](#), el municipio de Mutatá, donde se desarrolla el proyecto vial, también muestra una capacidad adaptativa alta. Esto indica que el municipio cuenta con recursos y condiciones relativamente favorables para afrontar los impactos del cambio climático, mitigando potencialmente las consecuencias de eventos climáticos adversos y facilitando la implementación de medidas de adaptación efectivas.

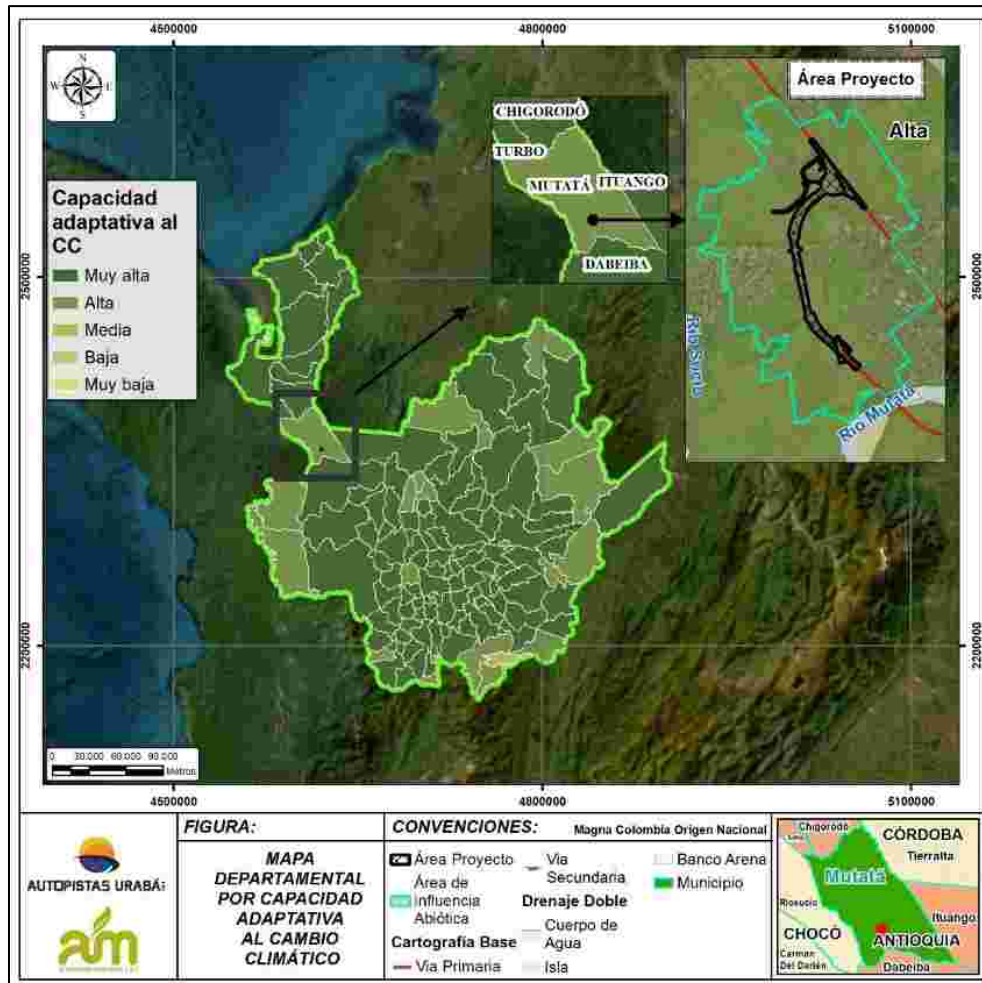


Figura 11.28 Mapa departamental por capacidad adaptativa al Cambio Climático Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025, Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

La vulnerabilidad al cambio climático en el departamento de Antioquia, resultado de la interacción entre sensibilidad y capacidad adaptativa, presenta varias características relevantes. Las dimensiones de biodiversidad y recurso hídrico muestran una vulnerabilidad muy alta, aunque su contribución al valor total de vulnerabilidad del departamento es baja debido a la menor incidencia de estas dimensiones en comparación con otras⁵⁸. Según el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial de Antioquia (PICCA), la mayor vulnerabilidad en la dimensión de salud se encuentra en la subregión de Urabá, impulsada principalmente por su baja capacidad adaptativa. Asimismo, en la dimensión de hábitat humano, la subregión de Urabá presenta una vulnerabilidad muy alta, lo que refleja las limitaciones en las condiciones de vida y desarrollo urbano y rural en esta zona. En cuanto a la infraestructura, la subregión de Urabá también se destaca por presentar un riesgo y vulnerabilidad muy altos, debido a su

⁵⁸ (IDEAM P. M., 2017)

significativa exposición a los impactos del cambio climático y a capacidades adaptativas limitadas. En la **Figura 11.29** se ilustra la zonificación del nivel de vulnerabilidad en el departamento de Antioquia. Cabe destacar que el municipio de Mutatá presenta un nivel de vulnerabilidad baja.

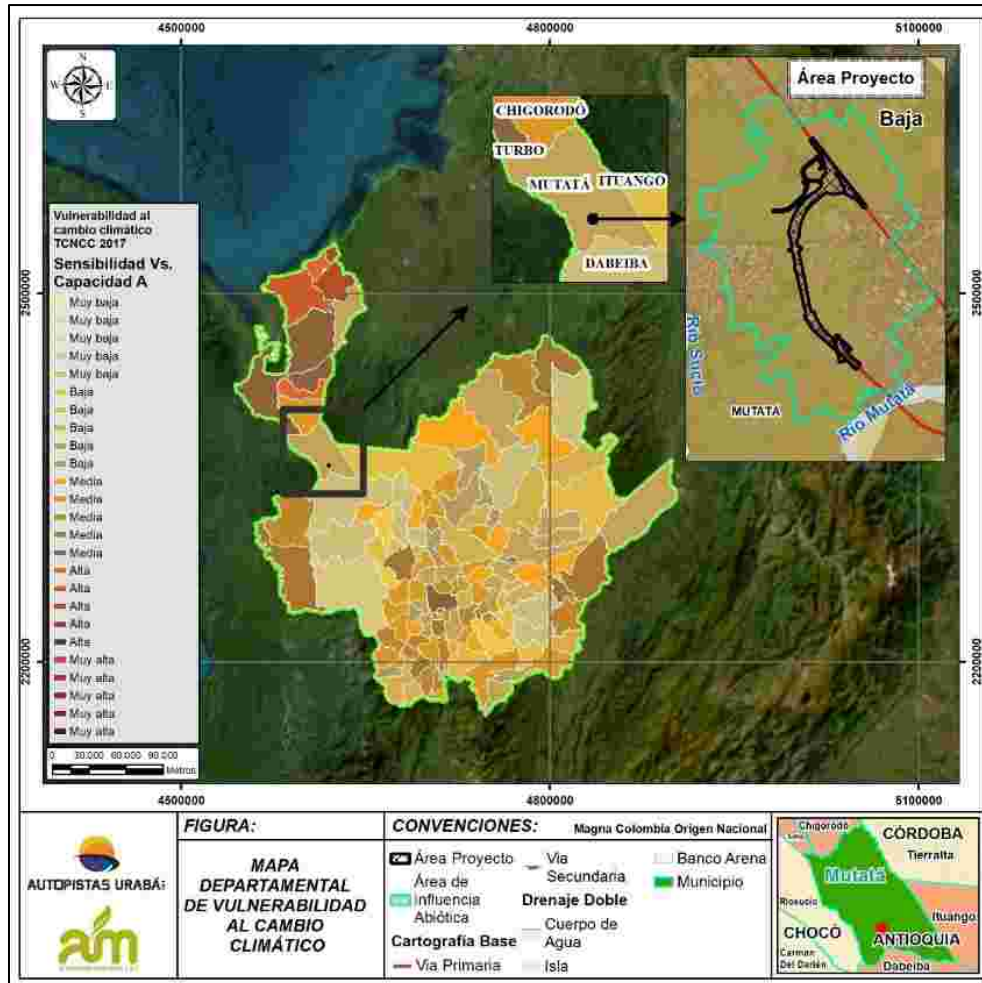


Figura 11.29 Mapa departamental de vulnerabilidad al cambio climático
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025., Adaptado de IDEAM & PNUD, 2017.

En el análisis del riesgo por cambio climático para el departamento de Antioquia, las dimensiones de biodiversidad y recurso hídrico presentan valores de riesgo muy altos; sin embargo, su contribución al riesgo total del departamento es baja. La dimensión de seguridad alimentaria muestra un riesgo medio en la mayoría de los municipios, mientras que la dimensión de salud refleja riesgos bajos y medios en la mayoría del territorio. En cuanto al hábitat humano, el riesgo ante el cambio climático es muy bajo en casi todos los municipios, al igual que en la dimensión de infraestructura. Sin embargo, 17 municipios del departamento presentan un alto riesgo por cambio climático. Entre estos, los

vulnerabilidad muy alta, mientras que en la dimensión de infraestructura se identifica un riesgo y vulnerabilidad igualmente elevados. Estos resultados resaltan la necesidad de implementar buenas prácticas constructivas y medidas de reducción de riesgos, como las consideradas en este plan, que contribuyan a la adaptación al cambio climático y a la mitigación de sus impactos en las dimensiones clave mencionadas. Además, es fundamental reconocer que los efectos del cambio climático pueden generar consecuencias significativas a mediano y largo plazo para el proyecto, siendo la dimensión de infraestructura una de las más críticas debido a su alto nivel de exposición y sensibilidad.

E. Contexto del proceso de Gestión del Riesgo

El proceso de gestión del riesgo requiere establecer roles, responsabilidades y una estructura organizacional dentro del proyecto para guiar la toma de decisiones relacionadas con la mitigación de riesgos de desastres asociados al proyecto vial. Esto implica la necesidad de crear una estructura específica que asigne claramente los responsables de las actividades de gestión del riesgo, asegurando su correcta ejecución en cada fase del proyecto. Corresponde a los operadores diseñar esta estructura y realizar los ajustes necesarios al plan actual, integrando la gestión del riesgo como un pilar de la cultura organizacional.

De acuerdo con el Decreto 2157 de 2017, la responsabilidad de implementar el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) recae sobre el representante legal de la entidad. Este debe delegar funciones específicas al equipo operativo del proyecto, conforme a la estructura organizativa establecida.

En el caso del Proyecto vial "Variante Mutatá", las acciones de gestión del riesgo se describen y desarrollan en los distintos componentes del plan, abarcando las actividades necesarias para reducir el impacto de posibles desastres y fortalecer la resiliencia del proyecto.

F. Criterios del Riesgo

La metodología empleada para estimar los niveles de riesgo se desarrolla en varios pasos clave. En primer lugar, se establecen y acuerdan las métricas necesarias para clasificar las probabilidades de ocurrencia de los eventos amenazantes identificados, junto con la evaluación de las posibles consecuencias que dichos eventos podrían generar en los elementos expuestos. Este análisis permite determinar el nivel de amenaza y su probabilidad de ocurrencia, considerando tanto factores históricos como condiciones actuales.

Posteriormente, se calcula la vulnerabilidad de los elementos expuestos mediante la adaptación de la "Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas" propuesta por Vera y Albarracín⁶¹ (2009). Este método analiza factores como la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa de los sistemas o elementos evaluados, para determinar su nivel de susceptibilidad frente a los eventos estudiados.

⁶¹ (Vera&Albarracín, 2017)

Finalmente, los niveles de riesgo se cuantifican integrando las variables de amenaza (probabilidad de ocurrencia) y vulnerabilidad mediante el uso de una matriz de doble entrada. Esta matriz permite clasificar las áreas o elementos evaluados en distintos niveles de riesgo (bajo, medio, alto), facilitando la priorización de acciones de mitigación y adaptación para reducir los impactos potenciales de los desastres en las áreas analizadas.

I. Calificación de la amenaza

El nivel de amenaza se establece a partir de la zonificación de cada una de las amenazas identificadas, utilizando métodos heurísticos que incluyen el empleo de álgebra de mapas y el análisis de la información extraída de los diferentes instrumentos de planificación territorial disponibles en el municipio. Este enfoque permite integrar múltiples variables espaciales y temáticas, como características físicas del terreno, usos del suelo y registros históricos de eventos, con el fin de delimitar las áreas con mayor susceptibilidad a cada amenaza.

En la descripción de cada amenaza específica se detalla el método empleado para realizar esta zonificación, incluyendo criterios técnicos y herramientas utilizadas. Una vez obtenidas las zonas de amenaza, estas se clasifican según los rangos establecidos en la Tabla 11.16. Esta clasificación permite asignar un nivel de amenaza (bajo, medio, alto) a cada área analizada, facilitando la interpretación de los resultados y la priorización de las acciones de gestión del riesgo.

El proceso asegura una evaluación objetiva y replicable, basada en criterios consistentes, y proporciona un marco sólido para la integración de medidas de mitigación y adaptación en los planes de desarrollo territorial.

Tabla 11.16 Calificación de amenazas

Nivel de amenaza	Valor del nivel de amenaza
Baja	1
Media	2
Alta	3

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Es importante mencionar que, para la zonificación de la amenaza ante incendios de cobertura vegetal se implemente la metodología establecida por el IDEAM la cual tiene niveles de amenaza entre muy baja, baja, media, alta y muy alta.

II. Determinación de la probabilidad de ocurrencia

La probabilidad de ocurrencia de una amenaza varía desde eventos considerados prácticamente imposibles hasta aquellos que ocurren con alta frecuencia. Para este análisis, los eventos seguros se clasifican con un valor de 1, indicando una probabilidad del 100%, mientras que los eventos casi imposibles se califican con un valor de 0, reflejando una probabilidad prácticamente nula.

En este marco, se utiliza una escala gradual que permite clasificar las probabilidades intermedias de ocurrencia en función de su frecuencia estimada y su impacto potencial sobre los elementos expuestos. La Tabla 11.17 presenta esta clasificación, asignando valores porcentuales específicos a cada categoría de probabilidad. Esta categorización es

clave para la integración de la probabilidad con los niveles de vulnerabilidad en la estimación final del riesgo, permitiendo priorizar las áreas o elementos más susceptibles y orientar las estrategias de reducción del riesgo de forma más efectiva.

Tabla 11.17 Clasificación para la valoración de la probabilidad de ocurrencia

Nivel de amenaza	Clasificación de la Probabilidad	Definición	Probabilidad	Color asignado	Equivalencia de criterios con la GDB
Muy baja	Improbable	Más de cinco años para una ocurrencia	0.2		Muy baja – Sin amenaza
Baja	Remoto	Hasta un evento cada cinco años	0.4		Baja
Media	Ocasional	Hasta un evento cada dos años	0.6		Media
Alta	Moderado	Hasta un evento al año	0.8		Alta
Muy alta	Frecuente	Hasta un evento al mes	1.0		Muy alta

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

III. Vulnerabilidad de los elementos expuestos

La Ley 1523 de 2012 define la vulnerabilidad como la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional de una comunidad frente a eventos físicos peligrosos. Esta definición abarca la predisposición a experimentar pérdidas en vidas humanas, medios de subsistencia, sistemas sociales, económicos, físicos y ambientales que pueden verse afectados por amenazas⁶². Los elementos expuestos incluyen aquellos presentes en una comunidad susceptibles de ser impactados por una amenaza, como la población, la infraestructura, los servicios ecosistémicos y los medios de vida.

Para evaluar la vulnerabilidad, se considera la interacción de los elementos expuestos con las posibles amenazas, con el objetivo de identificar el grado de afectación potencial. Se utilizó un enfoque integrador basado en el modelo propuesto por Vera y Albarracín, el cual combina análisis cualitativos y cuantitativos. De acuerdo con esta metodología la vulnerabilidad global es función de tres componentes principales:

i. Vulnerabilidad por exposición

Factor de vulnerabilidad que se refiere al nivel donde ecosistemas, población, infraestructuras y sistemas de producción se encuentran en zonas de incidencia potencial de las amenazas consideradas en el análisis.

ii. Vulnerabilidad por fragilidad

Hace referencia al nivel de susceptibilidad intrínseca de los elementos expuestos a ser afectados por una magnitud estimada de la amenaza; los componentes de la fragilidad son el físico, el socioeconómico y el ambiental.

⁶² (Ley 1523, 2012)

iii. Vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta

Tiene que ver con la posibilidad de las comunidades para atender, asumir, recuperarse y adaptarse ante grandes variaciones en sus condiciones normales de vida, producto de un desastre.

La Tabla 11.18 se presenta las funciones propuestas para estimar cada una de las variables consideradas, así como cada uno de los componentes de los factores de vulnerabilidad identificados.

Tabla 11.18 Funciones para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes

Tipo de vulnerabilidad	Función
Vulnerabilidad global (V)	$V = \frac{VE + VF + VCAyR}{3}$ <ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidad por exposición (VE) -Vulnerabilidad por fragilidad (VF) -Vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)
Vulnerabilidad por exposición (VE)	$VE = \frac{VEE + VEI + VESP + VEP}{4}$ <ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE) -Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI) -Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP) -Vulnerabilidad por exposición de la población (VEP)
Vulnerabilidad por fragilidad (VF)	$VF = \frac{VFF + VFSE + VFA}{3}$ <ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF) -Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE) -Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)
Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)	$VCAyR = \frac{VCAyRACE + VCAyRCPO + VCAyGGT}{3}$ <ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidad ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE) -Vulnerabilidad por capacidad de respuesta de la organización (VCAyRCPO) -Vulnerabilidad por la Gobernanza y capacidad de gestión (De Respuesta - VCAyGGT)

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025. Adaptado de Vera & Albarracín.

En la Tabla 11.19 se detallan las variables e insumos de la línea base y cartografía empleados para calcular las valoraciones de la vulnerabilidad por exposición, fragilidad y capacidad de adaptación y respuesta. Estos cálculos se utilizan para determinar la vulnerabilidad global para cada amenaza identificada.

Tabla 11.19 Definición de variables e insumos para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes

Tipo de Vulnerabilidad	Componente de vulnerabilidad	Variables	Insumo requerido.
Exposición (VE)	Vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas (VEE)	Bosque de galería	Caracterización de ecosistemas estratégicos y shapefile de coberturas.
		Áreas ambientales estratégicas	
		Cuerpos de agua	
		Red hídrica	
	Vulnerabilidad por exposición de la infraestructura (VEI)	Vías	Caracterización social y shapefile de equipamientos y cartografía base
Líneas de energía, red de gas			
Infraestructura de salud, infraestructura educativa			
Vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción (VESP)	Infraestructura del proyecto	Plantaciones, actividades de ganadería	Caracterización social, shapefile de usos del suelo y y shapefile de coberturas.
Fragilidad (VF)	Vulnerabilidad por fragilidad física (VFF)	Sismo resistencia, materiales de construcción y estado de las viviendas aisladas y características estructurales de la infraestructura del proyecto.	Caracterización socioeconómica, componente espacial

Tipo de Vulnerabilidad	Componente de vulnerabilidad	Variables	Insumo requerido.
	Vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (VFSE)	Condiciones de vida de la población cercana.	Necesidades básicas insatisfechas (NBI)
	Vulnerabilidad por fragilidad ambiental (VFA)	Conflictos por uso del suelo en el área de intervención del proyecto.	Shapefile de conflicto por usos del suelo
		Nivel de deforestación en el área de intervención del proyecto.	Shapefile de coberturas vegetales
Adaptabilidad (VCAyR)	-Vulnerabilidad ahorro y capacidad de endeudamiento (VCAyRACE)	Viabilidad financiera del ente territorial	Desempeño fiscal del municipio o ciudad.
	Vulnerabilidad por capacidad de respuesta de la organización (VCAyRCPO)	Capacidad operativa, administrativa y física del aeropuerto	Estrategia Municipal de Respuesta ante Emergencia de Mutatá
	Gobernanza y capacidad de gestión (de respuesta) (VGCG)	Existencia e implementación de la gestión del riesgo en los planes estratégicos	Si está implementada en POT, PMGRD, y EMRE de Mutatá

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Los niveles de evaluación de la vulnerabilidad global se determinaron a partir de un análisis de calificación siguiendo la escala de valoración detallada en la Tabla 11.20, adaptada de la metodología propuesta por Vera y Albarracín. Esta metodología integra aspectos cuantitativos y cualitativos, evaluando la susceptibilidad de los elementos expuestos frente a las amenazas identificadas.

Tabla 11.20 Convenciones y valoración para la vulnerabilidad

Categoría	Calificación	Color
Baja	1,0-1,69	Amarelo
Media	1,7-2,49	Verde
Alta	2,5- 3,0	Vermelho

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025 Adaptado de Vera & Albarracín.

Posteriormente, para calcular el nivel de riesgo, se asigna un único valor representativo a la vulnerabilidad, de acuerdo con la clasificación mostrada en la Tabla 11.21. Este valor permite realizar el cruce con la probabilidad de ocurrencia de cada amenaza mediante una matriz de doble entrada, lo que facilita la obtención de un indicador global del nivel de riesgo asociado a cada elemento analizado.

Tabla 11.21 Niveles de vulnerabilidad

Categoría	Calificación	Color
Baja	1	Amarelo
Media	2	Verde
Alta	3	Verde Oscuro

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025. Adaptado de Vera & Albarracín.

IV. Determinación del nivel de riesgo

De acuerdo con la metodología propuesta, se asignan calificaciones tanto para la amenaza como para la vulnerabilidad, aplicadas a cada uno de los eventos clasificados como naturales, socio-naturales, antrópicos u operacionales (tecnológicos) identificados en el proyecto. Esto permite determinar el riesgo como la interacción directa entre amenaza y vulnerabilidad, representada mediante la fórmula:

$$R = A * V$$

Donde:

R: Valor cualitativo del riesgo.

A: Probabilidad de ocurrencia de una amenaza, definida en términos de frecuencia o intensidad.

V: Vulnerabilidad global, basada en la susceptibilidad de los elementos expuestos y su capacidad adaptativa.

Una vez definidas las calificaciones para amenaza y vulnerabilidad, el riesgo es calculado multiplicando ambos valores, utilizando como base la matriz de calificación de riesgo (ver Tabla 11.22). Esta matriz permite determinar el nivel de riesgo integrando la probabilidad de ocurrencia (marco temporal) de una amenaza con la vulnerabilidad asociada a los elementos expuestos. De esta manera, se obtiene una clasificación integral que facilita la priorización y el diseño de estrategias de gestión del riesgo para el proyecto.

Tabla 11.22 Matriz base para la reclasificación del riesgo según el marco temporal

Amenaza (Probabilidad de ocurrencia)	1.0	Frecuente	1.0	2.0	3.0
	0.8	Moderado	0.8	1.6	2.4
	0.6	Ocasional	0.6	1.2	1.8
	0.4	Remoto	0.4	0.8	1.2
	0.2	Improbable	0.2	0.4	0.6
			Baja	Media	Alta
			1	2	3
			Vulnerabilidad		

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

El nivel de riesgo obtenido permite determinar la aceptabilidad de este, así como establecer la priorización de las intervenciones necesarias para reducir el riesgo asociado a los eventos amenazantes identificados. La aceptabilidad del riesgo se evalúa en función de los valores calculados, los cuales son clasificados y descritos según una escala definida en la Tabla 11.23. Esta tabla proporciona criterios para interpretar el nivel de

riesgo, desde aceptable hasta inaceptable, permitiendo orientar la toma de decisiones en la implementación de medidas correctivas, preventivas o de mitigación.

Esta clasificación permite priorizar recursos y acciones en función de la magnitud del riesgo, asegurando un enfoque eficaz para su reducción y alineado con los objetivos del proyecto. La descripción detallada de los valores y su interpretación se encuentra en la Tabla 11.23.

Tabla 11.23 Clasificación del nivel de riesgo e indicadores de aceptabilidad

Calificación	Indicador		Descripción
0-0.6	Bajo	Aceptable	Los eventos ubicados en esta área de la matriz no presentan un riesgo significativo, lo que no amerita la intervención inmediata, pero requieren acciones preventivas sobre los elementos vulnerables considerados en el escenario.
0.7-1.7	Medio	Tolerable	Los eventos agrupados en esta área implican el desarrollo de actividades que disminuyen el riesgo, aunque tiene un nivel de prioridad de segundo orden. Se requiere definir una estrategia y procedimiento para atender emergencias ocasionados por estos eventos.
1.8-3.0	Alto	Inaceptable	Los escenarios ubicados en esta área requieren el desarrollo de acciones prioritarias e inmediatas de protección y prevención debido al alto impacto que tendrían sobre el entorno. Se requiere una estrategia y un procedimiento para atender las emergencias ocasionadas para estos eventos, efectuar simulacros, jornadas de capacitación de las brigadas y dotación de elementos necesarios para su atención.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

V. Área de probable afectación por Riesgos

Para determinar el área de probable afectación por riesgos, así como los elementos expuestos dentro de esta zona, se utilizó como referencia el área de influencia abiótica definida en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) correspondiente a la modificación de la licencia ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá". Esta área fue delimitada conforme a los Términos de Referencia establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para la elaboración de EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles.

La delimitación del área de influencia consideró un análisis exhaustivo de las afectaciones generadas sobre los componentes del medio abiótico, biótico y socioeconómico. De este modo, el área de influencia abiótica se adopta como la zona de probable afectación por riesgos, puesto que integra tanto las características físicas del terreno como los elementos ambientales y susceptibles de ser impactados significativamente por escenarios de riesgo relacionados con el proyecto. De esta manera el área de influencia abiótica para el proyecto vial, la cual se considera como área de probable afectación por riesgos, se ilustra en la [Figura 11.31](#).

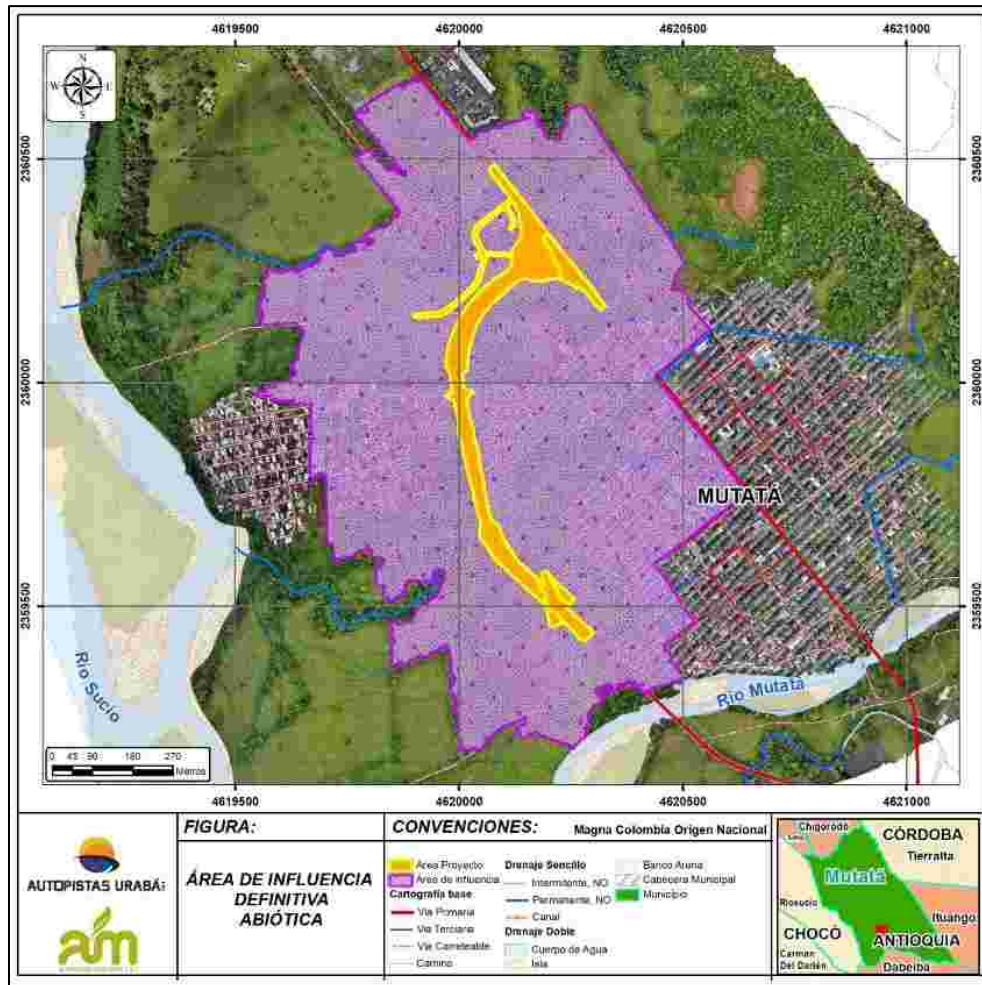


Figura 11.31 Área de influencia proyecto vial "Variante Mutatá"
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

11.1.3.3.2 Valoración del riesgo

La valoración del riesgo implica la identificación, análisis y evaluación de las amenazas y vulnerabilidades en conformidad con la Ley 1523 de 2012, que regula la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Este proceso tiene como objetivo estimar los posibles daños y pérdidas que podrían derivarse de eventos adversos, permitiendo fundamentar acciones y decisiones para su gestión.

En esta sección, se aborda la caracterización del riesgo mediante una lectura integral que incluye, en primer lugar, la identificación detallada de las amenazas relevantes para el proyecto. Esto se realiza teniendo en cuenta tanto el contexto interno, relacionado con las condiciones propias del proyecto, como el contexto externo, vinculado a factores ambientales, sociales y económicos del entorno.

Posteriormente, se realiza el análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, considerando aspectos como la fragilidad física, social, económica y ambiental, así como la capacidad adaptativa de los sistemas involucrados.

A. Identificación del riesgo

I. Metodología

Para identificar las amenazas presentes en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá", se realizó una revisión exhaustiva de registros históricos de eventos adversos disponibles en fuentes confiables como DesInventar y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). Estos registros proporcionaron datos sobre la recurrencia, magnitud y tipo de eventos que han afectado históricamente la región, facilitando la caracterización inicial de las amenazas.

Adicionalmente, se consultaron documentos de planificación territorial, entre ellos, el Plan Departamental de Gestión de Riesgos de Antioquia y el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Mutatá, los cuales contienen análisis y estrategias orientadas a la reducción del riesgo en sus respectivas jurisdicciones. Estas fuentes permiten identificar amenazas específicas del contexto local y regional, así como comprender el marco normativo y operativo vigente.

En este análisis, se consideró si las amenazas tienen origen exógeno (externas al área de influencia, pero con capacidad de impactarla) o endógeno (originadas dentro del área de influencia). Este enfoque facilita una evaluación más integral de las posibles fuentes de riesgo, permitiendo priorizar aquellas que representan un mayor nivel de impacto para el proyecto vial.

II. Identificación de las causas y fuentes de riesgo

En la Tabla 11.24 se presentan los factores de amenaza identificados junto con sus causas asociadas, en relación con el departamento de Antioquia. Este análisis se realizó con el objetivo de delimitar y contextualizar la identificación de las amenazas relacionadas con el proyecto vial "Variante Mutatá". Asimismo, en la Tabla 11.25 se detallan los eventos reconocidos en el Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Antioquia, proporcionando un marco de referencia adicional para la gestión de riesgos en el área del proyecto.

III. Identificación sistemática de las amenazas

De acuerdo con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), una amenaza corresponde al riesgo latente de que ocurra un evento físico potencialmente dañino. Estos eventos pueden ser de origen natural (como sismos, inundaciones o tormentas), socio natural (fenómenos influenciados por actividades humanas, como deforestación o urbanización), humano no intencional (como incendios o explosiones accidentales), tecnológico, biológico (enfermedades o pandemias) o derivados accidentalmente de actividades humanas.

La amenaza tiene la capacidad de generar impactos significativos en diversos aspectos, incluyendo la pérdida de vidas humanas, lesiones, afectaciones a la salud, daños en bienes materiales, infraestructura, medios de sustento, servicios esenciales y recursos

ambientales. Estos eventos están condicionados por las características físicas y dinámicas de los territorios, tales como su geología, topografía, condiciones climáticas, e hidrografía, entre otros factores.

De acuerdo con el PDGRD de Antioquia, en las nueve regiones del departamento de Antioquia, se han identificado fenómenos amenazantes, asociados a sus características geológicas, topográficas, hidrográficas y climáticas, algunos de estos fenómenos son recurrentes, mientras que otros presentan periodos de retorno más bajos; estas características hacen del territorio Antioqueño un escenario propicio para la ocurrencia de gran variedad eventos. A partir de las condiciones ambientales en el departamento y los antecedentes de desastres se determinan los siguientes principales factores amenazantes listados en la Tabla 11.24.

Tabla 11.24 Principales factores amenazantes identificados en el departamento de Antioquia

Factor	Amenazas
Hidrometeorológico	Temporales, avenidas torrenciales, heladas, sequía, granizada, movimientos en masa, tormenta eléctrica, inundaciones
Geológico	Sismos, diapirismo (volcanes de lodo), movimientos en masa, socavación de cauces, erosión litoral
Tecnológico	Derrames, explosiones, accidentes mineros, fugas, incendios estructurales, rotura de presa, colapso estructural, accidentes (tránsito, aéreos, marítimos).
Socio naturales	Incendios de cobertura vegetal, incendios estructurales, movimientos en masa, inundaciones
Antrópicos no intencionales	Aglomeración de personas

Fuente: PDGRD Antioquia, 2018.

Entre 1894 y 2014, en el departamento de Antioquia, específicamente en la región de Urabá, área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá", se registraron 617 eventos relacionados con desastres naturales. Según los datos disponibles, el tipo de evento con mayor porcentaje de ocurrencia corresponde a inundaciones, tal como se evidencia en la Tabla 11.25, donde se presenta la distribución de los eventos reportados.

Tabla 11.25 Identificación de eventos ocurridos en la región de Urabá entre 1894 y 2014

Evento	Nº de registros	% de ocurrencia
Inundaciones	259	46,1%
Temporales (Vendavales)	128	18,6%
Sismos	39	6,8%
Incendios estructurales	38	5,6%
Incendios de cobertura vegetal	38	4,6%
Movimientos en masa	23	3,8%
Avenidas torrenciales	11	2%
Otros eventos: Accidentes, colapso de estructuras, explosiones, granizadas, helada, lluvias, erupción de volcanes de lodo, cambio de línea de costas y socavación.	82	12,4%
Total registros	617	

Fuente: PDGRD Antioquia, 2018.

Según los reportes de emergencias registrados por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), entre 2007 y 2023, las inundaciones representaron el mayor número de eventos ocurridos en el municipio de Mutatá. Estos fueron seguidos en frecuencia por vendavales y movimientos en masa, como se ilustra en la Figura 11.32, la cual fue elaborada con base en los datos extraídos de la UNGRD (Anexo_C11_1_3/3_Report_emerg_UNGRD).

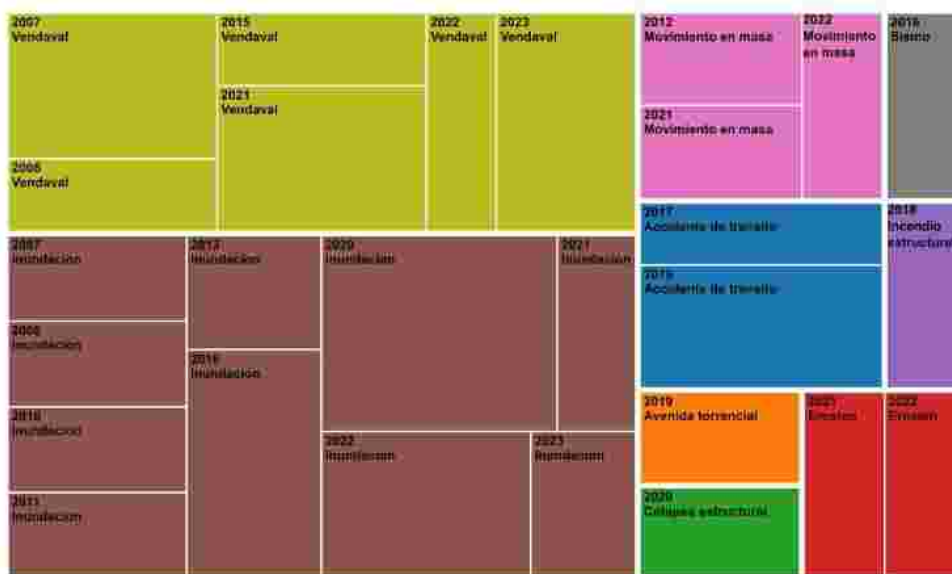


Figura 11.32 Reporte de emergencias en el municipio de Mutatá 2007-2023

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025. ajustado de UNGRD.

Por su parte, el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) del municipio de Mutatá prioriza diversos escenarios de riesgo que se consideran críticos para su territorio. Estos escenarios están organizados y detallados en la Tabla 11.26.

Tabla 11.26 Escenarios de riesgo priorizados en el PMGRD de Mutatá

Escenario	Descripción
Inundación	Escenario de riesgo por inundaciones en la cabecera municipal en los barrios ubicados en las márgenes del río Mutatá, el cual aumenta su cauce en épocas de invierno; en el área rural en los corregimientos de Bajirá, Pavarandocito y las veredas La Secreta, La Arenosa, Lomitas, Juradó carretera, Antazales, Cetino y primavera las cuales tienen influencia de los ríos
Vendavales	Escenario de riesgo por vendaval en el área urbana el barrio la paz y en el área rural vereda la secreta, las Malvinas, Chontadural, la cristalina y el corregimiento de Pavarandó
Incendio	Los incendios forestales causan destrucción de la cobertura vegetal por el efecto del fuego. Se presentan ya sea en forma natural o provocada, afectando especies nativas, maderables, medicinales, migración o extinción de especies animales y contaminación atmosférica. En el municipio se han presentado en las estribaciones de la Serranía de Abibe.
Desplazamiento	Mutatá por estar ubicada en zona de frontera con el departamento del

forzado	chocó recibe una creciente población desplazada debido a la comunicación fluvial que se tiene con ese departamento.
---------	---

Fuente: PMGRD de Mutatá, 2012.

En el contexto nacional, los eventos reportados asociados a proyectos viales suelen incluir colapsos estructurales en puentes, derrames de combustibles y sustancias químicas, accidentes de transporte con cifras alarmantes en Colombia, accidentes relacionados con materiales de escombros (principalmente por volcamiento) y eventos asociados con gasoductos que resultan en explosiones e incendios. En la Tabla 11.27 se sintetizan ejemplos representativos de estos incidentes, destacando la frecuencia y gravedad de su ocurrencia.

Tabla 11.27 Reporte histórico de eventos relevantes en vías a nivel nacional

Evento	Fecha	Localización	Observaciones	Causas
Colapso estructural	28/11/2019	Vía que conduce de Cisneros a Puerto Berrío ⁶³	Pérdida de la banca y colapso del puente por fuertes lluvias	Fuertes lluvias
	26/12/2018	Vía Bogotá - Villavicencio	Colapso de puente, por falta de refuerzos en la construcción de la viga transversal ⁶⁴	Error humano, error en diseño
	03/10/1993	Puente Samaná. Antioquia ⁶⁵ .	Colapso del puente porque prelosas de concreto prefabricadas no estaban conectadas efectivamente con sus apoyos metálicos	Error de diseño y construcción
	02/10/1997	Carretera Bogotá Villavicencio ⁶⁶	Colapso de la estructura en medio del lanzamiento del puente	Fallas en el diseño
	15/10/1998	Puente Recio Tolima ⁶⁷	Colapso del puente por el tránsito de dos tractomulas cargadas de arroz y cemento.	Deficiencia del puente para soportar cargas
	04/10/1998	Rio Chimiguica. Magdalena ⁶⁸	Colapso de puente al paso de un camión de 58 toneladas	Error de diseño
	12/12/2024	Vía Facatativá-Bogotá ⁶⁹	Colapsó puente en construcción en el que estaban realizando el montaje de la estructura	falla en uno de los amarres de las grúas, que no soportó el peso y provocó la caída de la estructura.

⁶³ (1, 2019)

⁶⁴ (Gobernación de Cundinamarca, 2018)

⁶⁵ (Morales, 2011)

⁶⁶ Ibid

⁶⁷ Ibid

⁶⁸ Ibid

⁶⁹ (Romero, 2024)

Evento	Fecha	Localización	Observaciones	Causas
Derrames	04/12/2014	Calzada oriental Autopista Sur. Medellín ⁷⁰	Derrame de sustancia química denominada peróxido de hidrógeno que era transportada por un carro tanque	No reporta
	15/04/2016	Santa Bárbara. Antioquia ⁷¹		
	05/08/2013	La Línea. Tolima ⁷²	Derrame de 2.000 galones de combustible por volcamiento de carrotanque, afectando dos ríos de la zona	No reporta
Accidentes de transporte con material de escombros	22/01/2018	Cali ⁷³	Volqueta cargada con escombros choca con vehículo particular que se encontraba al lado de la vía, provocando derrame de escombros sobre la vía	Error humano, pérdida del control del vehículo
	09/02/2013	Vía Municipio Matanza ⁷⁴	Volcamiento de volqueta que genera cierre de la vía por derrame de escombros	Desnivel en la vía
	18/10/2018	Campo Alegre Barranquilla ⁷⁵	Volcamiento de volqueta llena de escombros colisiona contra un poste	Falla mecánica
	30/09/2014	Vía La Romelia – el Pollo Pereira	Volcamiento de dos volquetas cuando se disponían a descargar material en una escombrera	Falla en estabilidad del terreno
Accidentes asociados a redes de gas y gasoductos	03/08/2007	Copacabana Antioquia	Incendio y explosión de poliducto Sebastopol Medellín	Ruptura a la tubería por golpe con retroexcavadora
	28/06/2022	Bogotá ⁷⁶	Explosión por rotura de tubería de gas	No reporta
	01/12/2016	Santa Marta ⁷⁷	Ruptura de tubería de gas	ruptura de una tubería de gas cuando se adelantaban unos trabajos con retroexcavadora

⁷⁰ (Colombiano, 2014)

⁷¹ (NoticiasCaracol, 2016)

⁷² (NoticiasRCN, 2013)

⁷³ (Tiempo, 2018)

⁷⁴ (Vanguardia, 2013)

⁷⁵ (Ambito, 2018)

⁷⁶ (rcnradio, 2022)

⁷⁷ (Informador, 2016)

Evento	Fecha	Localización	Observaciones	Causas
				en el sector

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Con base en el análisis de los eventos registrados en distintas bases de datos, los escenarios de riesgo priorizados en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) del municipio de Mutatá y los antecedentes de emergencias en proyectos viales similares, se identificaron las amenazas relacionadas con el desarrollo del proyecto vial Variante-Mutatá. Estas amenazas se detallan en la Tabla 11.28.

Tabla 11.28 Identificación y clasificación de amenazas para el proyecto vial "Variante Mutatá"

Tipo	Origen	Amenaza
Exógena	Amenazas naturales	Sismos
		Vendavales
		Tormentas eléctricas
	Socio naturales	Inundaciones
		Avenidas torrenciales
		Movimientos en masa
		Incendios de cobertura vegetal
Antrópicas	Alteración del orden público y social	
Endógena	Antrópicas	Explosiones
		Derrames
		Fugas
		Colapso de estructuras
		Accidentes de transporte

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

i. Amenazas naturales

Estas amenazas se originan a partir de fenómenos naturales. En el área de influencia del proyecto, es posible que se presenten principalmente eventos como sismos, vendavales y tormentas eléctricas, los cuales podrían generar afectaciones en la zona.

a. Sismos

Los sismos son movimientos bruscos y transitorios de la corteza terrestre, originados por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Estos eventos resultan de la interacción dinámica entre las placas tectónicas, lo que provoca desplazamientos en la superficie terrestre.

La amenaza sísmica se entiende como la probabilidad de que un parámetro del movimiento del suelo, como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento, exceda un nivel de referencia debido a un sismo. En el contexto colombiano, la aceleración pico efectiva (Aa) hace referencia a las aceleraciones horizontales consideradas en el diseño sismo-resistente, según las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo

Resistente (NSR-10)⁷⁸. Este valor se expresa como un porcentaje de la aceleración de la gravedad terrestre ($g = 980 \text{ cm/s}^2$).

Estas aceleraciones tienen una probabilidad del 10% de ser superadas en un periodo de 50 años, que corresponde a la vida útil promedio de una edificación, lo que equivale a una probabilidad anual de 0.2%. Esta estimación permite evaluar y gestionar el riesgo sísmico en proyectos de infraestructura y edificaciones.

Se realizó una consulta en las bases de datos del USGS, la Red Sismológica Nacional de Colombia y la plataforma DesInventar, aplicando un filtro para identificar los sismos registrados en un radio de 25 km alrededor del área de estudio.

Como resultado, se identificaron 47 eventos sísmicos dentro de ese perímetro, todos ubicados en el departamento de Antioquia. La Tabla 11.29 presenta el detalle de cada evento, mientras que en la [Figura 11.33](#) se muestra su localización geográfica.

Tabla 11.29 Eventos sísmicos históricos cercanos al proyecto.

ID	Fecha	Profundidad	Magnitud	CTM12_X	CTM12_Y
0	15/11/1993	0	3.4	4607651.24	2355447.63
1	28/11/1993	1	3.5	4616407.48	2343645.21
2	13/09/1994	0	4.3	4597980.47	2362942.65
3	13/09/1994	0	4.6	4595742.42	2359638.80
4	11/10/1994	0	3.1	4605978.14	2367639.84
5	30/07/1995	0	3.2	4615001.50	2376536.57
6	2/11/1996	0.8	3.1	4621662.74	2380470.10
7	21/02/1998	9.4	3.3	4601977.36	2351063.18
8	2/06/1998	18.8	3	4608712.36	2349682.14
9	10/02/1999	0	3	4621133.57	2354569.55
10	16/06/1999	0	3.4	4607539.72	2369398.96
11	25/02/2000	50	4.1	4622574.13	2384005.54
12	1/09/2000	1.6	3.8	4631695.67	2377515.39
13	6/07/2002	0	3.5	4637451.73	2363857.98
14	24/05/2003	94	4.2	4618434.38	2348501.08
15	22/06/2003	122	4	4628356.58	2374330.39
16	16/08/2003	0	3.1	4628770.45	2355730.42
17	22/08/2003	0	3.2	4629411.41	2382292.52
18	26/10/2003	0	3.1	4631684.03	2375965.77
19	20/02/2004	0	3.1	4616480.98	2353386.92
20	17/10/2004	0	3.1	4619388.22	2342958.72
21	30/05/2007	22.6	3.2	4618323.99	2363115.10
22	23/06/2007	0.9	3.4	4613484.29	2366252.28

⁷⁸ (Miniambiente, 2010)

ID	Fecha	Profundidad	Magnitud	CTM12_X	CTM12_Y
23	28/06/2007	0	3.1	4621612.91	2344713.46
24	12/01/2008	0	3.3	4629594.12	2362476.71
25	22/06/2008	2	3.2	4610853.11	2369040.67
26	8/12/2009	4	3.2	4634274.38	2367644.64
27	29/12/2012	0	3.3	4599401.16	2374557.60
28	17/09/2015	4	3.1	4624672.92	2369487.54
29	14/09/2016	0	5.2	4642943.43	2359059.06
30	14/09/2016	0	3.3	4640809.52	2354314.94
31	14/09/2016	0	3.5	4641413.55	2361504.99
32	14/09/2016	0	3	4638182.13	2357875.65
33	14/09/2016	4	3.1	4642822.67	2357621.07
34	14/09/2016	0	3.2	4637388.49	2355114.21
35	14/09/2016	0	3.2	4641153.73	2356083.41
36	14/09/2016	0	3.3	4639496.56	2356205.93
37	14/09/2016	0	4.5	4634537.04	2358234.10
38	14/09/2016	0	3.1	4638297.44	2358538.93
39	14/09/2016	0.7	3	4641061.38	2358629.77
40	14/09/2016	0	3.2	4639189.62	2359639.35
41	14/09/2016	0	4	4641702.44	2355526.09
42	14/09/2016	0	4.3	4631008.92	2359477.53
43	21/09/2016	0	3.1	4638540.86	2361636.36
44	3/03/2017	0.6	3.5	4629973.46	2368894.17
45	3/05/2017	0	3.4	4641475.87	2354752.93
46	10/01/2018	0	3	4638584.57	2352338.50

Fuente: SGC,2025.

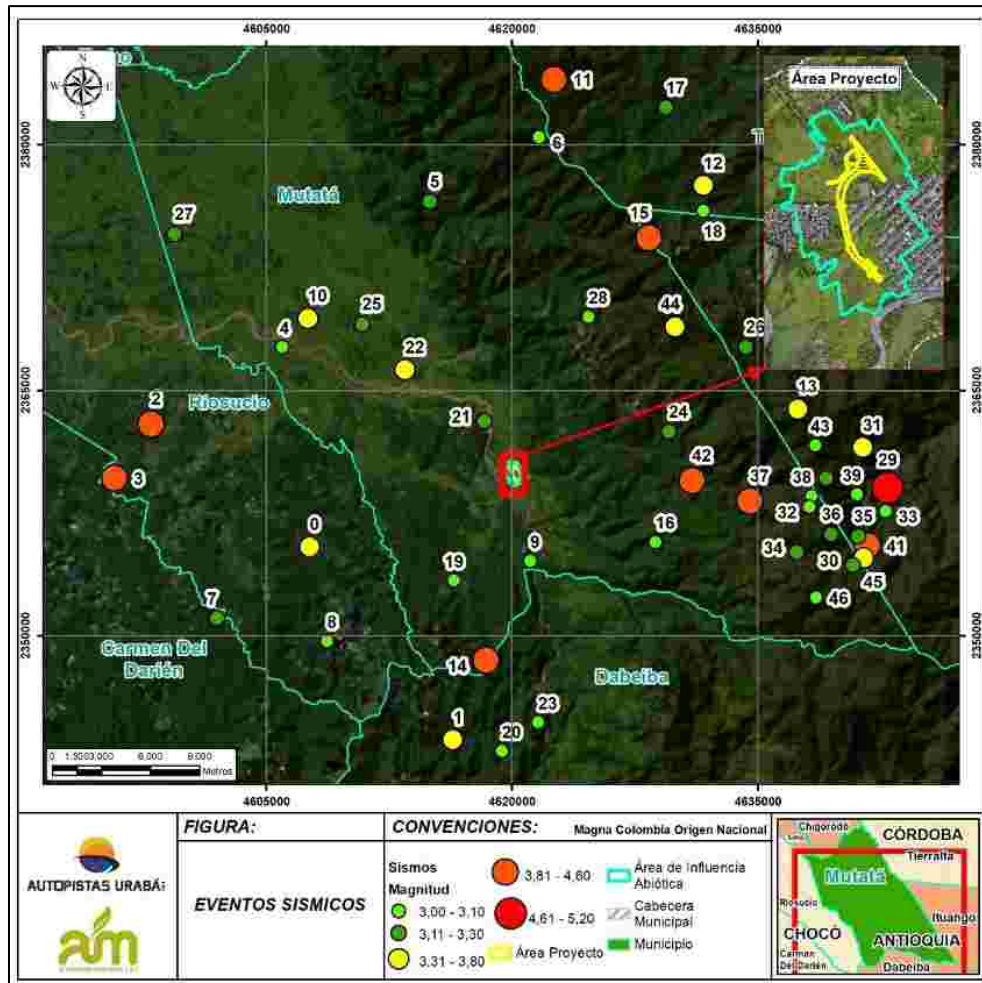


Figura 11.33 Sismos reportados en el municipio de Mutatá Fuente: SGC, 2025.

De acuerdo con el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) de Mutatá, el municipio se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta dado que la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico es alta debido a la influencia directa de sismo fuentes importantes como son las Fallas de Murindo-Murrí, con un valor de aceleración pico efectiva (Aa) de 0.30 g. Este valor establece la aceleración mínima que debe considerarse para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistentes, tanto en el casco urbano como en las cabeceras corregimentales.

Dicha clasificación está alineada con lo establecido en el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia⁷⁹ y con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), que cataloga a Mutatá dentro de las zonas de mayor amenaza sísmica. La Figura 11.34 ilustra la distribución de esta zonificación dentro del área de influencia del proyecto vial.

⁷⁹ (AIS, 2009)

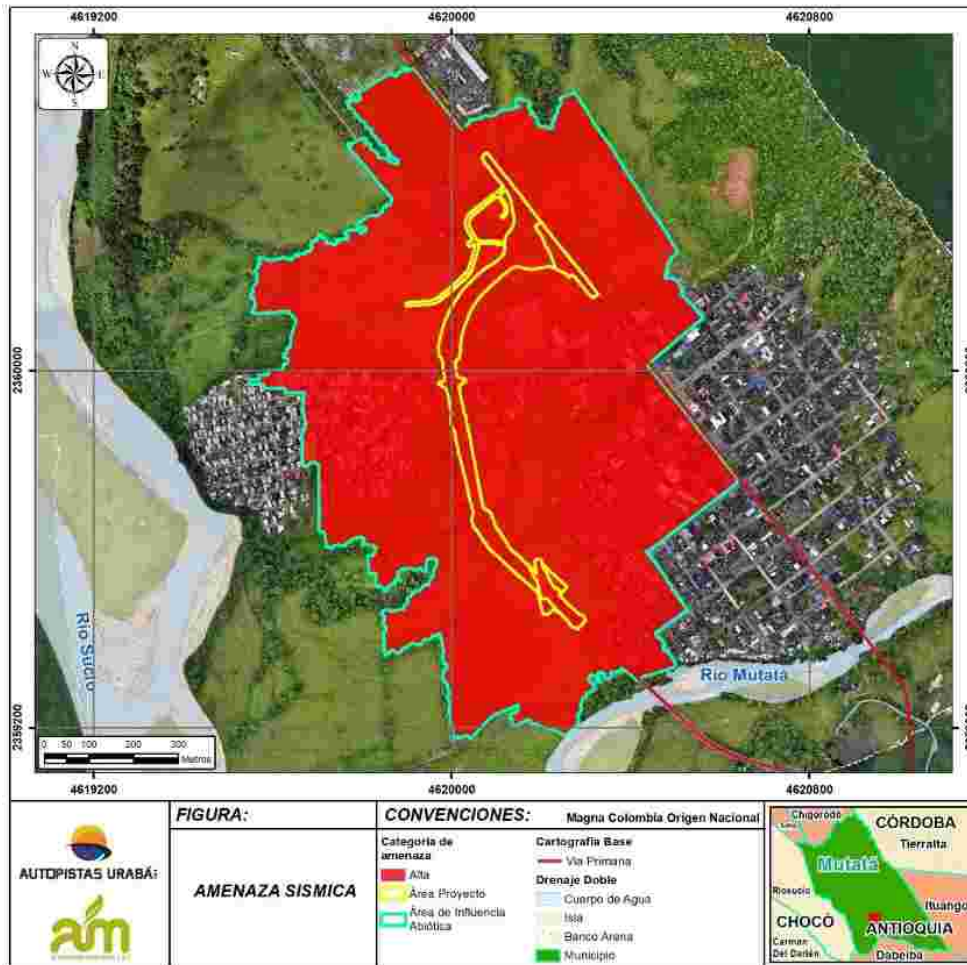


Figura 11.34 Mapa de amenaza sísmica para el área de influencia del proyecto vial
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

b. Vendavales

Según la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), los vendavales son fenómenos meteorológicos asociados con perturbaciones atmosféricas que generan vientos fuertes y destructivos en una sola dirección, con velocidades que oscilan entre 50 y 80 km/h, en intervalos cortos de tiempo y con afectación localizada. Generalmente, estos eventos ocurren después de un día caluroso, interrumpido por la formación de nubes de gran tamaño y lluvias intensas. Son comunes en zonas tropicales y semitropicales, especialmente durante la transición entre períodos secos y húmedos.

Los vendavales traen consigo vientos intensos y lluvias fuertes, que pueden causar diversos daños, tales como:

- Cortocircuitos y apagones, debido a la afectación de redes eléctricas.
- Daños en redes de comunicación.
- Caída de árboles y estructuras, así como pérdida de techos.

- Acumulación de sedimentos en sistemas de drenaje, que pueden derivar en inundaciones.

La resistencia de las construcciones a estos vientos extremos depende de su tipología y diseño. Por ejemplo, muros, cerramientos, techos, y otras estructuras pueden sufrir daños significativos si no están preparados para soportar la fuerza de los vientos.

Según el IDEAM, en el municipio de Mutatá, donde se encuentra el área de influencia del proyecto, la velocidad máxima promedio anual del viento se sitúa entre 24 y 27 m/s, como se ilustra en la [Figura 11.35](#). Estos valores corresponden a datos registrados en el marco de los estudios climatológicos y meteorológicos realizados por el instituto.

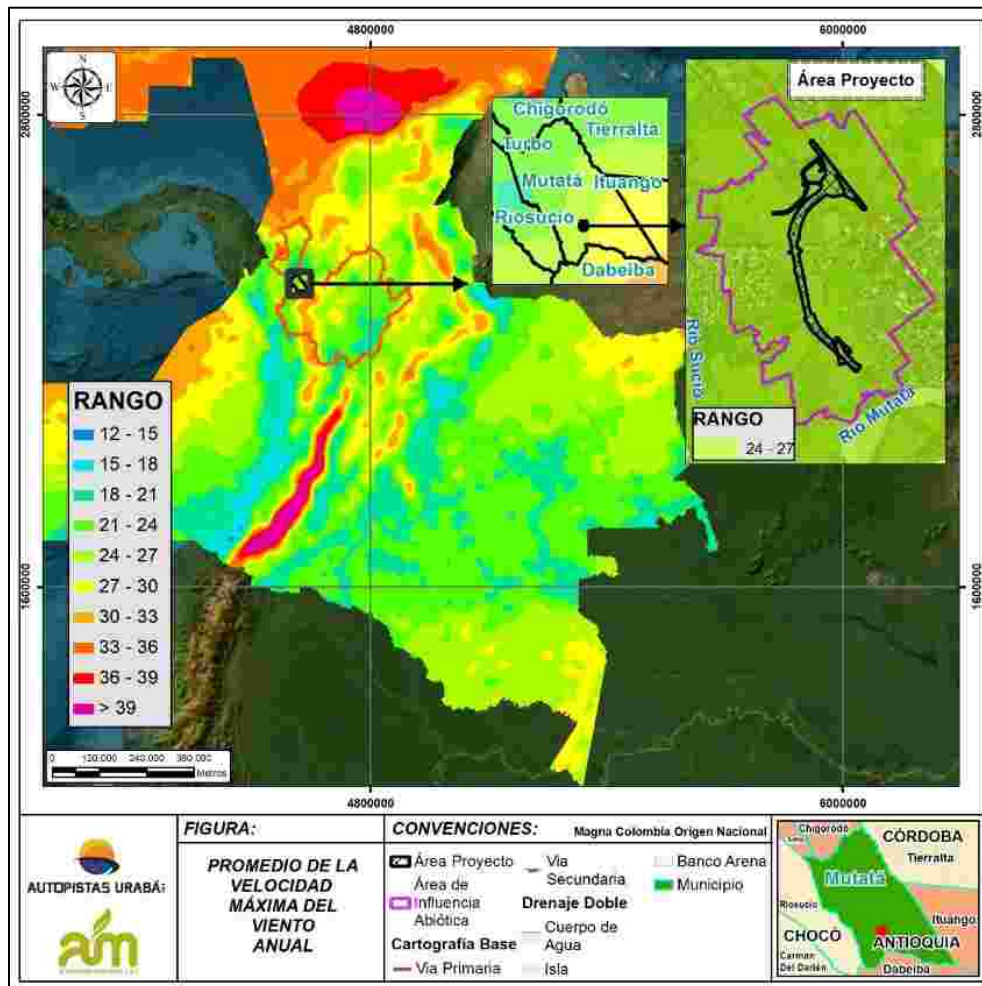


Figura 11.35 Velocidad máxima del viento en el AI
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, adaptado de IDEAM, 2025.

Los reportes en las bases de datos de la UNGRD muestran nueve (9) eventos entre los años 2007 y 2023, siendo el del año 2008 el que presentó más afectaciones con un saldo de 3.000 personas afectadas y 600 viviendas afectadas tal como se muestra en la Tabla 5.31.

Tabla 11.30 Reporte de vendavales en el municipio de Mutatá

Fecha	Personas afectadas	Viviendas afectadas
07/04/2007	85	17
28/07/2007	3000	600
2008	1250	250
29/09/2015	--	--
14/05/2021	92	23
20/09/2021	48	16
24/09/2022	20	4
26/08/2023	5	1
01/09/2023	50	10

Fuente: UNGRD, 2025.

Con base en los análisis realizados, se determina que el nivel de amenaza en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá" es media, conforme a los parámetros evaluados. Esto se representa gráficamente en la [Figura 11.36](#).

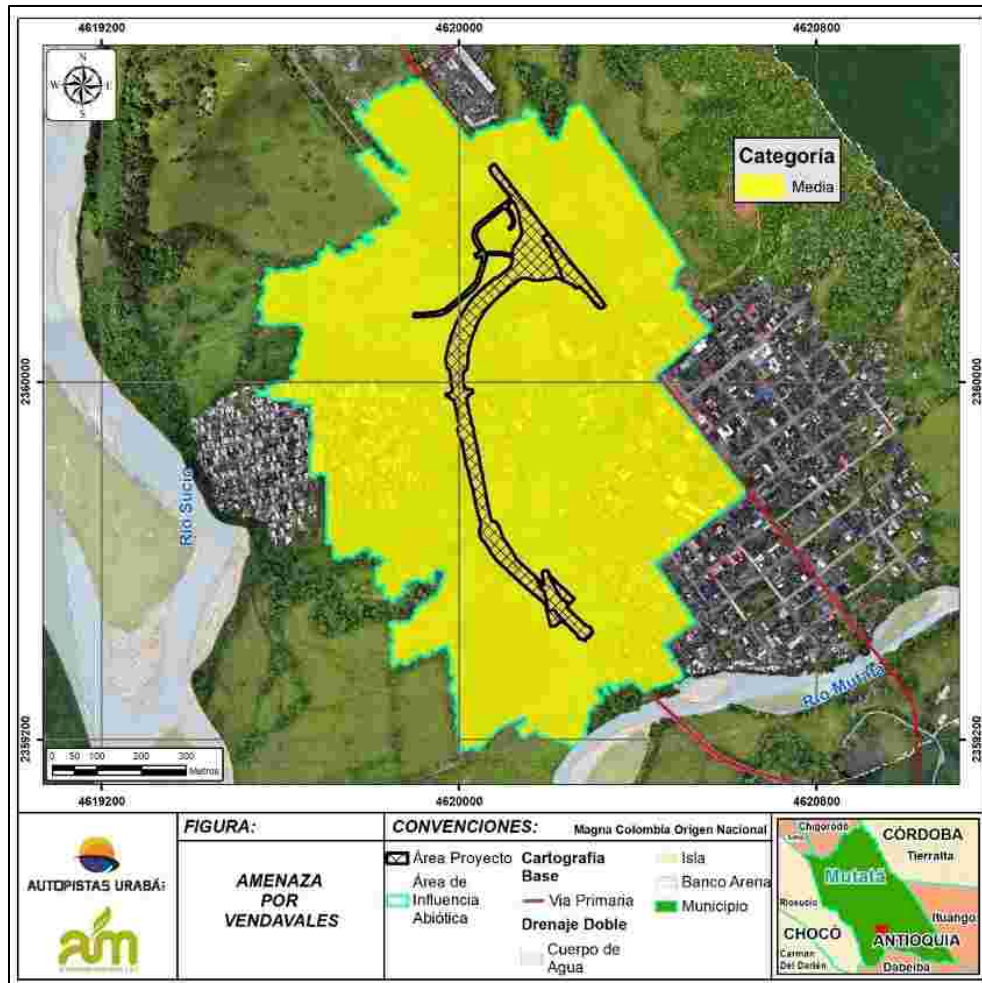


Figura 11.36 Mapa de Amenaza por vendavales

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

c. *Tormentas eléctricas*

Las tormentas eléctricas, también conocidas como descargas eléctricas o rayos, son fenómenos atmosféricos que ocurren debido a la acumulación y posterior liberación de cargas eléctricas en un campo eléctrico formado entre una nube y el suelo o entre diferentes nubes. Este fenómeno se presenta principalmente en regiones con convección profunda, como América Tropical, África Central y el norte de Australia. Colombia, al ubicarse en la zona de confluencia intertropical, es considerada una región con alta actividad de rayos, lo que la posiciona como un área de riesgo significativo ante este tipo de descargas eléctricas⁸⁰. El promedio multianual de rayos en el país es de 160⁸¹. Por su parte, análisis sobre la tasa de mortalidad por rayos en Colombia en el lapso 1994-2014 indica la ocurrencia de 1.51 muertes por millón de habitantes por año⁸².

Según la evaluación del riesgo por descargas eléctricas en Colombia⁸³, el análisis del factor de peligrosidad para el año 2017 muestra que la mayor actividad de rayos se concentró en varias subregiones, destacándose la Llanura Caribe (LLC), donde se ubica el municipio de Mutatá y, por tanto, el proyecto vial "Variante Mutatá". Otras subregiones con alta actividad de rayos incluyen el Valle del Magdalena Medio (VMM), la Montaña Noroeste (MNOE), el Pacífico (PF) y el Catatumbo (CT), como se ilustra en la [Figura 11.37](#).

⁸⁰ (Crismatt & Roca, 2006)

⁸¹ (López, 2021)

⁸² (Bernal, 2019)

⁸³ Ibid

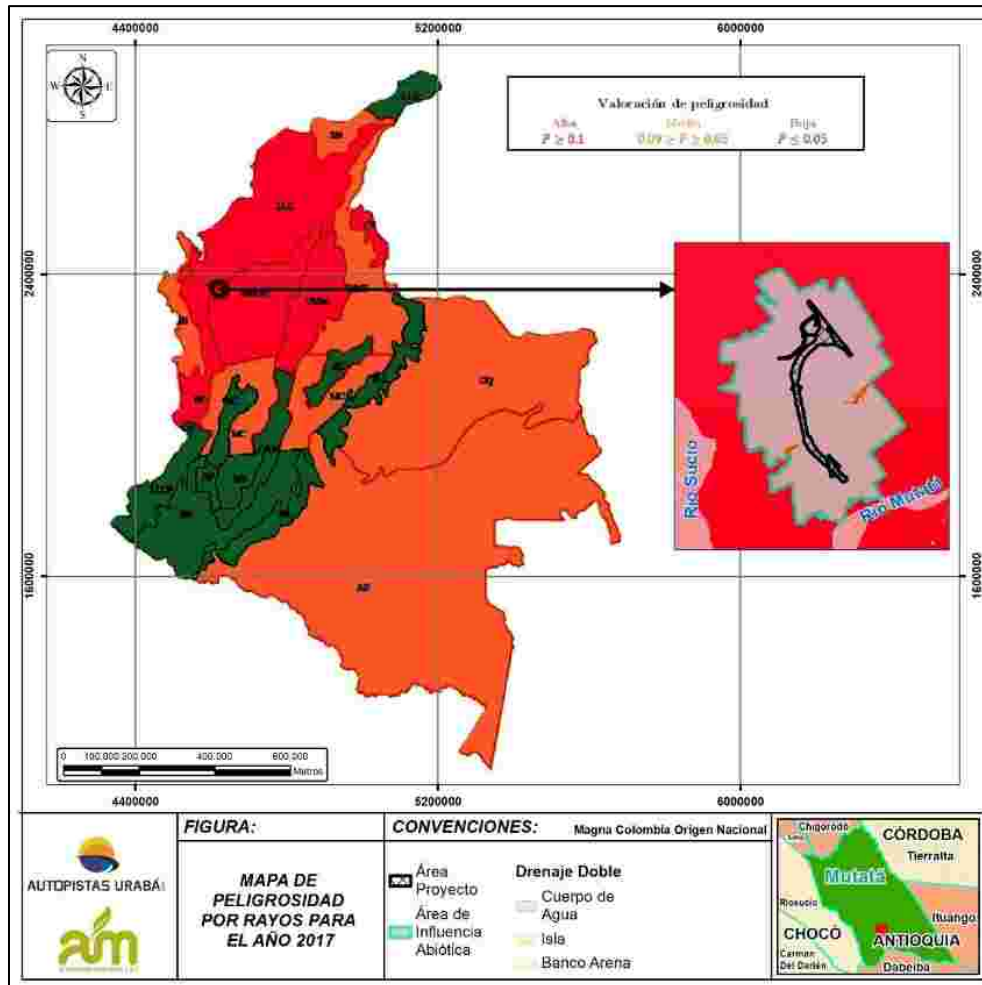


Figura 11.37 Mapa de peligrosidad por rayos para el año 2017
Fuente: Bernal, 2019.

Para evaluar la probabilidad de ocurrencia de tormentas eléctricas en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá", se utilizará como referencia la variable de Nivel Cerámico (NC) en la zona de estudio.

El Nivel Cerámico (NC) se define como el número anual de días de tormenta en un lugar específico. Un día de tormenta corresponde a un día del calendario local en el que se escucha al menos un trueno en una ubicación determinada. La distribución de los niveles isocerámicos en Colombia está detallada en la Norma Técnica Colombiana NTC 4552 de 2004, que ofrece una primera aproximación para determinar el valor del NC.

En el área de influencia del proyecto, específicamente en el municipio de Mutatá, el NC varía entre 60 y 80 días de tormenta por año, como se ilustra en la Figura 11.38.



Figura 11.38 Mapa de niveles cerámicos para Colombia
Fuente: Norma técnica Colombiana NTC, 2004.

Por consiguiente, el nivel cerámico establecido para el análisis de amenazas en el área de estudio será empleado en este documento mediante tres rangos de amenaza, los cuales se presentan en la Tabla 11.31.

Tabla 11.31 Calificación de la variable Nivel Cerámico

Rango nivel cerámico	Valor	Calificación
10-62	1	Baja
63-89	3	Media
90-140	5	Alta

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Con base en el mapa de nivel cerámico en Colombia (Figura 11.38) y los rangos definidos en la Tabla 11.31, se determina que el nivel de amenaza por tormentas eléctricas en el municipio de Mutatá, y por lo tanto en el área de ubicación del proyecto vial "Variante Mutatá", corresponde a un nivel medio. En la Figura 11.39 se ilustra la zonificación de la amenaza ante tormentas eléctricas para el proyecto

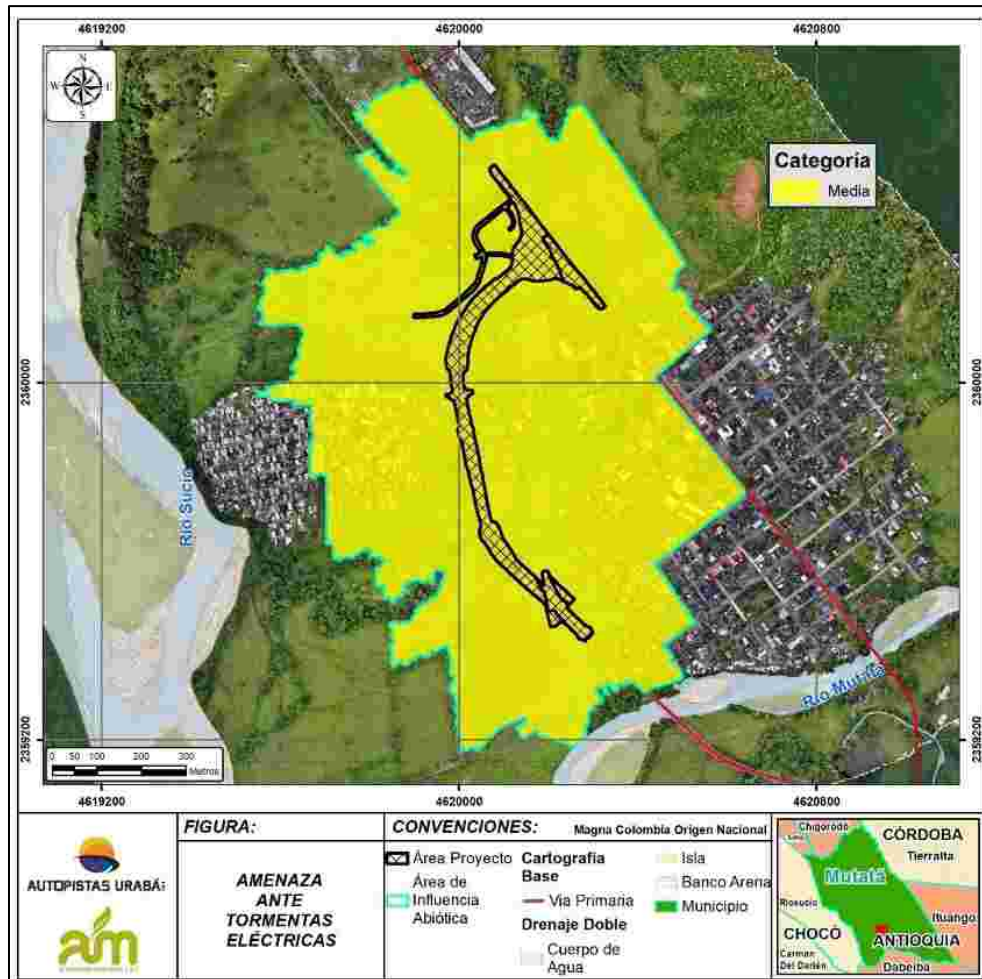


Figura 11.39 Mapa de amenaza ante tormentas eléctricas para el proyecto vial
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

ii. Amenazas socio naturales

Las amenazas socio-naturales surgen de la interacción entre procesos naturales y actividades humanas que amplifican o modifican los efectos de los fenómenos naturales. En el área de influencia del proyecto vial, este tipo de amenazas incluye inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios de cobertura vegetal. Estos fenómenos pueden originarse o agravarse por factores como la deforestación, cambios en el uso del suelo, construcciones inadecuadas y prácticas agrícolas no sostenibles, que alteran el equilibrio natural del entorno.

a. Inundaciones

De acuerdo con el glosario hidrológico de la OMM y la UNESCO (2012), una inundación se define como el aumento del nivel de agua por encima de los valores normales del cauce, manifestado en un ascenso de la superficie del agua que representa una amenaza potencial de daños y pérdidas. En el municipio de Mutatá, las inundaciones son, junto con

los vendavales, los fenómenos naturales más frecuentes. Según el PMGRD, estas suelen producirse por crecientes súbitas de los ríos debido a lluvias intensas y prolongadas que superan la capacidad de retención del suelo y los cauces, causando desbordamientos que afectan llanuras aluviales y terrenos cercanos a los cursos de agua.

Diversos factores contribuyen a esta amenaza en el municipio de Mutatá, entre los que destacan el crecimiento urbano no planificado, que facilita la construcción de viviendas en zonas potencialmente inundables; la insuficiencia de tierras disponibles para vivienda, lo que obliga a familias en situación económica precaria a ocupar áreas con alto riesgo de inundación; la construcción en zonas de retiro de los cauces, que limita el flujo natural del agua; la deforestación de la vegetación protectora de las márgenes fluviales, que incrementa la vulnerabilidad a las inundaciones; las malas prácticas en el uso del suelo en las partes altas de las cuencas, incluyendo la quema indiscriminada, que reduce la capacidad de absorción del suelo y La obstrucción de los cauces con basura, troncos y otros desechos, lo cual dificulta el flujo normal del agua y eleva el riesgo de desbordamiento.

Entre los años 2007 y 2023, en el municipio de Mutatá se registraron 14 eventos asociados a inundaciones, que dejaron un saldo superior a 2,000 personas afectadas. Estos eventos se encuentran detallados en la Tabla 11.32, donde se listan los datos correspondientes, destacando las afectaciones humanas de dichos eventos lo cual evidencia la recurrencia de las inundaciones en el municipio.

Tabla 11.32 Reporte de inundaciones en el municipio de Mutatá

Fecha	Personas afectadas	Viviendas afectadas
8/11/2007	160	36
16/11/2008	200	40
3/11/2010	Sin reporte	1376
30/05/2011	54	12
1/11/2013	Sin reporte	Sin reporte
1/05/2016	Sin reporte	Sin reporte
12/10/2016	2.365	473
10/04/2020	75	15
7/11/2020	1	Sin reporte
20/11/2020	5	1
26/12/2021	300	70
5/03/2022	600	177
26/10/2022	40	10
1/07/2023	10	Sin reporte

Fuente: UNGRD, 2025.

Por otro lado, la amenaza de inundaciones se ve agravada por la variabilidad climática y el cambio climático, los cuales han generado anomalías más frecuentes en los patrones de precipitación. Este fenómeno se combina con la intervención humana en los ecosistemas, como las obras de infraestructura y los asentamientos en zonas de alto

riesgo, incluidos lechos de ríos, humedales y diques, lo que configura una "construcción social del riesgo"⁸⁴.

En Colombia, aproximadamente 10.7 millones de hectáreas, equivalentes al 9.2% del territorio nacional, son superficies periódicamente inundables. Este panorama convierte a las inundaciones en los desastres más recurrentes y de mayor impacto económico en el país⁸⁵.

La información histórica evidencia un aumento en el número de eventos anuales de inundaciones, atribuido a factores como la variabilidad climática y el cambio climático, que intensifican las precipitaciones extremas, la deforestación, que reduce la capacidad del suelo para absorber agua, el uso inadecuado del recurso hídrico y el desorden territorial, que incrementan la exposición de poblaciones vulnerables y la vulnerabilidad de las comunidades ribereñas, exacerbada por la ocupación de áreas de alto riesgo.

Debido a la cercanía del río Mutatá con el área de influencia del proyecto y con la cabecera municipal de Mutatá, se considera necesario realizar un análisis espaciotemporal de las inundaciones asociadas a este cuerpo hídrico. Para ello, se llevó a cabo una revisión de información secundaria proveniente de distintas entidades, tales como el IDEAM, Corpourabá y la Alcaldía de Mutatá.

Entre los registros disponibles a nivel nacional se encuentran las capas geoespaciales correspondientes a las áreas afectadas por inundaciones durante eventos del fenómeno de La Niña, específicamente en los años 1988, 2000, 2011 y 2012. Estas capas fueron generadas por el IDEAM con apoyo técnico del IGAC, mediante interpretación de imágenes de sensores remotos, y abarcan todo el territorio nacional a escala 1:100.000.

En la Figura 11.40 se presentan los polígonos de las áreas afectadas por inundaciones durante los eventos del fenómeno de La Niña en los años mencionados.

⁸⁴ (Sedano-Cruz, Carvajal-Escobar, & Ávila-Díaz, 2012)

⁸⁵ Ibid

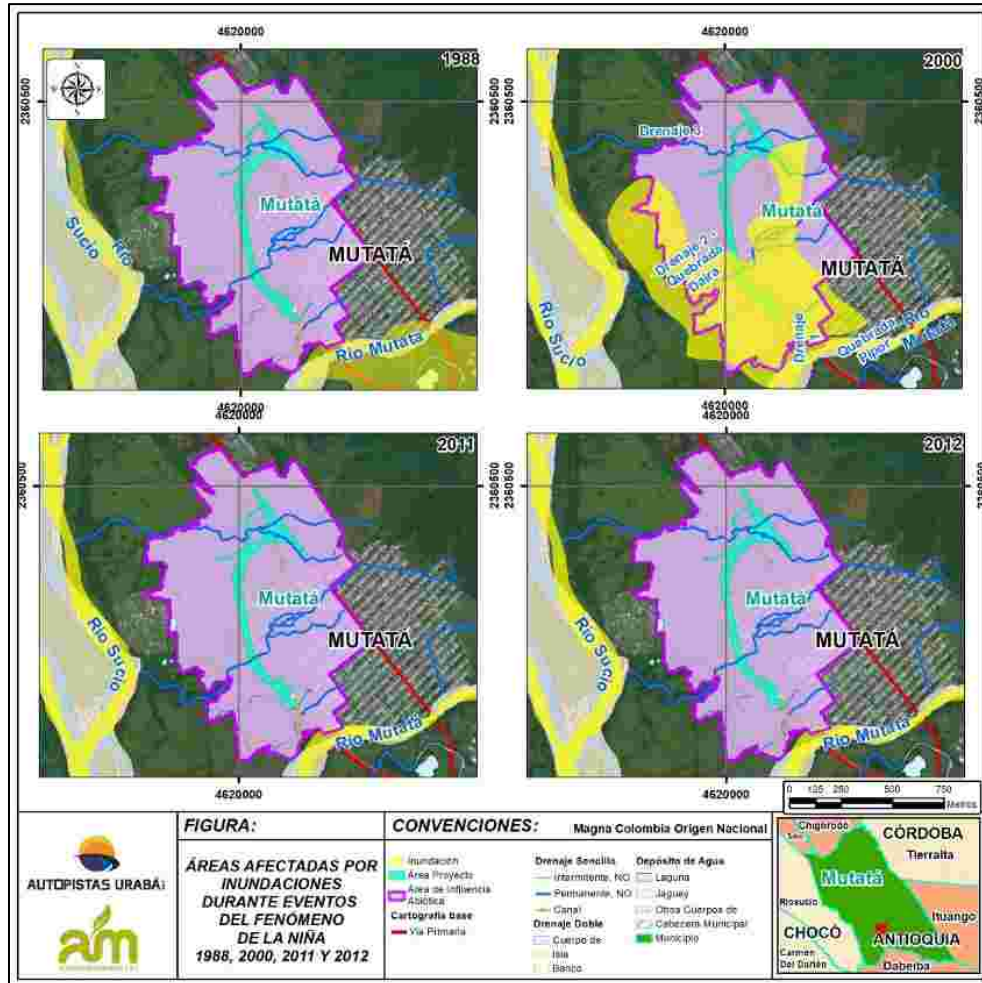


Figura 11.40 Áreas afectadas por inundaciones durante eventos del fenómeno de La Niña, 1988, 2000, 2011 y 2012

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Como se observa en la figura, el polígono correspondiente a la inundación del año 2000 se superpone parcialmente con el área de influencia del proyecto. Es importante resaltar que, si bien estas capas permiten identificar zonas susceptibles a inundaciones bajo ciertos eventos climáticos, presentan algunas limitaciones. Por lo cual, se requiere la revisión de información más detallada en la zona, por lo que se consulta información perteneciente a los Planes de ordenamiento del municipio de Mutatá, donde para el Plan de Ordenamiento correspondiente al año 2011 se generaron diferentes mapas de amenaza por inundación a escala municipal (1:75.000) y más específicos para la cabecera municipal (1:25.000).

Debido a que no fue posible encontrar las capas específicas en formato editable shape, las capas fueron georreferenciadas tomando como base la información presente en los

planos realizados para la Revisión y Ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Mutatá para el año 2011⁸⁶, específicamente el plano Zonificación de Amenazas por Inundación y Fenómenos De Remoción en Masa a escala 1:75.000. el cual presenta la clasificación de amenaza por inundación para todo el municipio de Mutatá. En la Figura 11.41 se presenta la capa de Amenaza de inundación en cercanías del área de influencia del proyecto, donde se observa que el área de influencia del proyecto se encuentra en una zona de amenaza media y las áreas con amenazas altas se asocian principalmente al río Socio al costado oeste del área de interés.

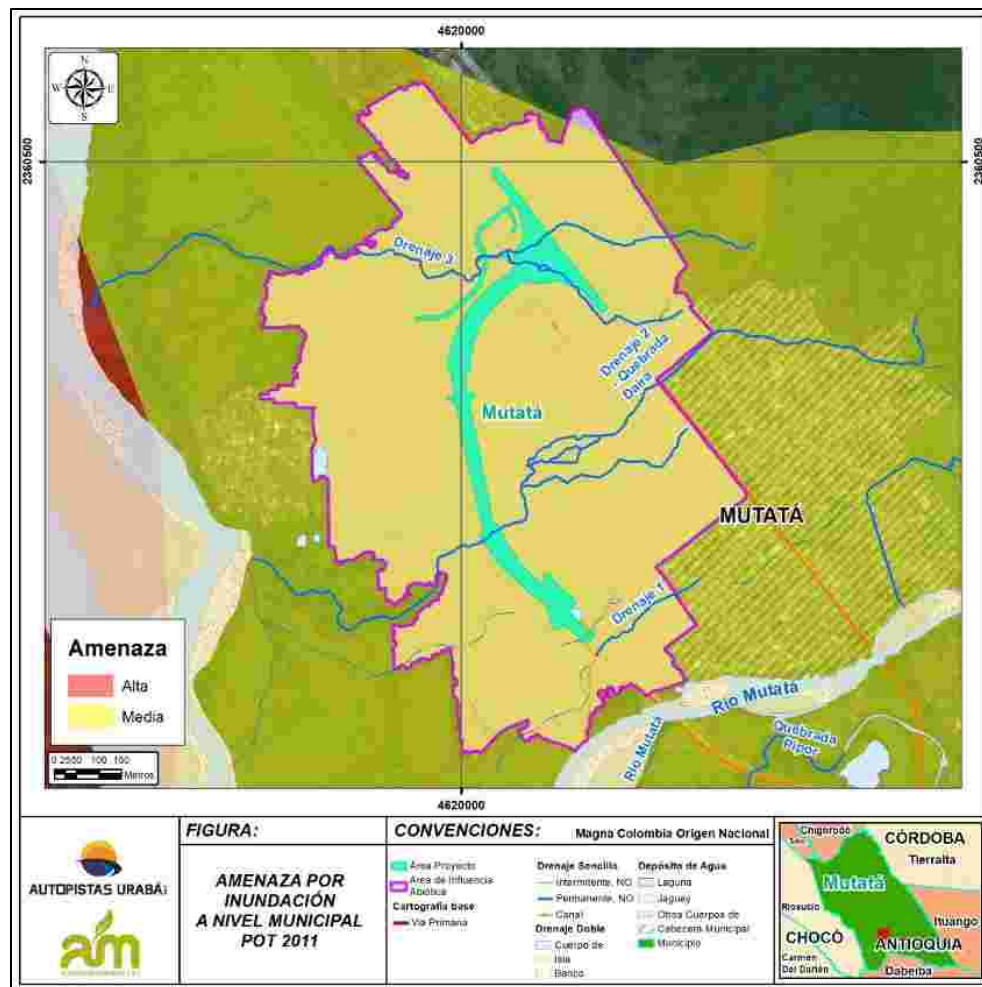


Figura 11.41 Amenaza por inundación a nivel municipal, POT 2011

Fuente: POT Municipio de Mutatá, 2011. Modificado por: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Igualmente, la zona urbana cuenta con una clasificación de amenaza más detallada, representada en una escala de mayor resolución. Esta información se encuentra en la Revisión y Ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Mutatá para el

⁸⁶ (Municipio de Mutatá., 2011)

año 2011²⁶, específicamente el plano de Amenaza por Inundación a escala 1:25.000. En la Figura 11.42 se presenta la amenaza por inundación en las cercanías del área urbana de Mutatá. De acuerdo con esta fuente, en el área de influencia del proyecto se identifica una amenaza de inundación alta en el costado sur, asociada al río Mutatá, correspondiente a una franja de aproximadamente 150 metros desde la margen derecha del río. Por otro lado, algunos tramos del denominado Drenaje 2 (Quebrada Daira) presentan amenaza media, mientras que el resto del área superpuesta se clasifica como amenaza baja.

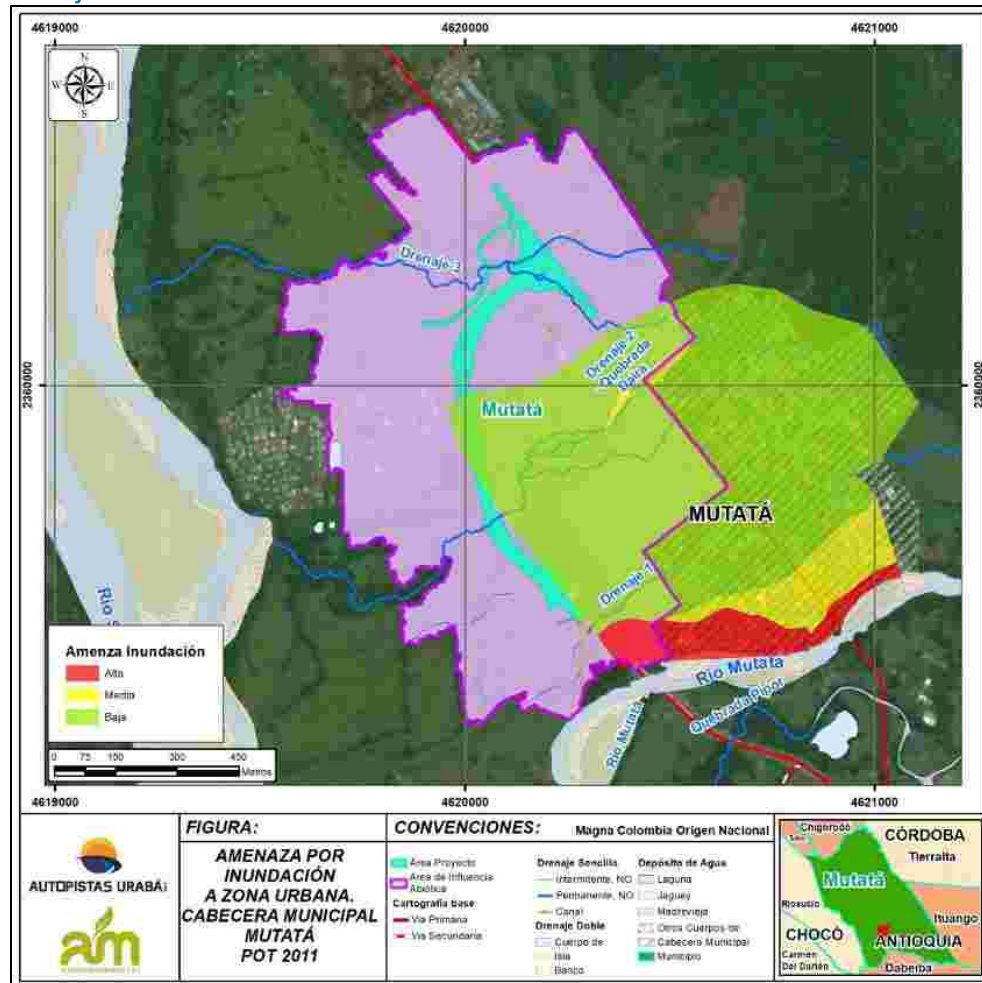


Figura 11.42 Amenaza por inundación a zona urbana, Cabecera Municipal Mutatá, POT 2011
Fuente: POT Municipio de Mutatá, 2011. Modificado por: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

A partir de lo anterior, la definición de la amenaza por inundaciones en el área de influencia del proyecto se realizó considerando la ausencia de estudios detallados que permitan caracterizar con precisión el nivel de amenaza en la zona. En este sentido, se tomó como referencia la información disponible en los instrumentos de ordenamiento territorial, específicamente la zonificación de amenaza por inundación a nivel municipal (POT 2011) y la zonificación de amenaza por inundación para la cabecera urbana de Mutatá (POT 2011).

De manera complementaria, se integraron los elementos relacionados con las rondas hídricas de los drenajes que atraviesan el territorio, así como la ronda hídrica del río Mutatá, junto con los resultados del análisis de inundabilidad y de la susceptibilidad a inundaciones descritos en el componente abiótico del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Con base en la consolidación de estas fuentes y análisis, se estableció la zonificación de la amenaza por inundaciones en el área de influencia del proyecto, la cual se presenta en la Figura 11.43.

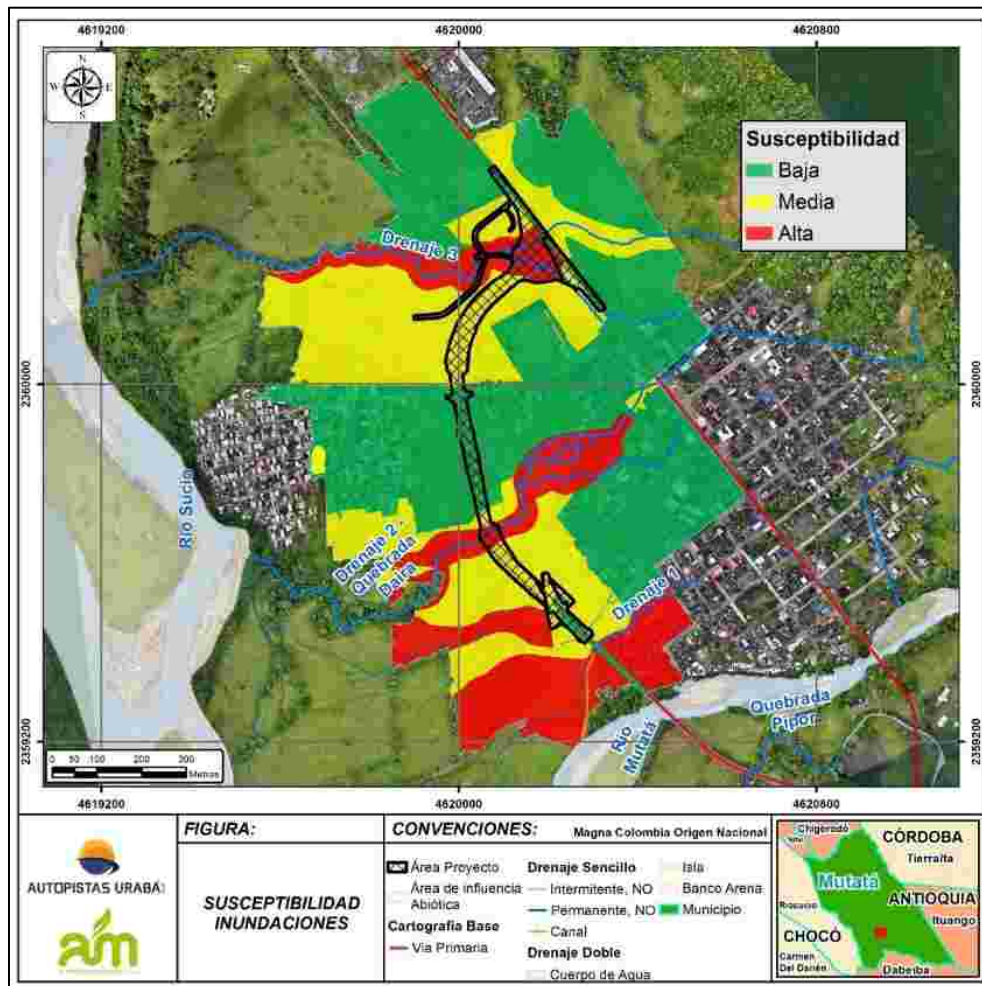


Figura 11.43 Mapa de Amenaza por inundación en el AI
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Adicionalmente, en la Tabla 11.33 se presentan las áreas en las cuales se encuentran las diferentes categorías de amenazas.

Tabla 11.33 Amenaza por inundaciones

Categoría de amenaza	Área (ha)	Área (%)
Baja	48,35	49,02
Media	30,43	30,85
Alta	19,86	20,13
Total	98,64	100,00

Fuente: Alternativa Ambiental, S.A.S., 2025.

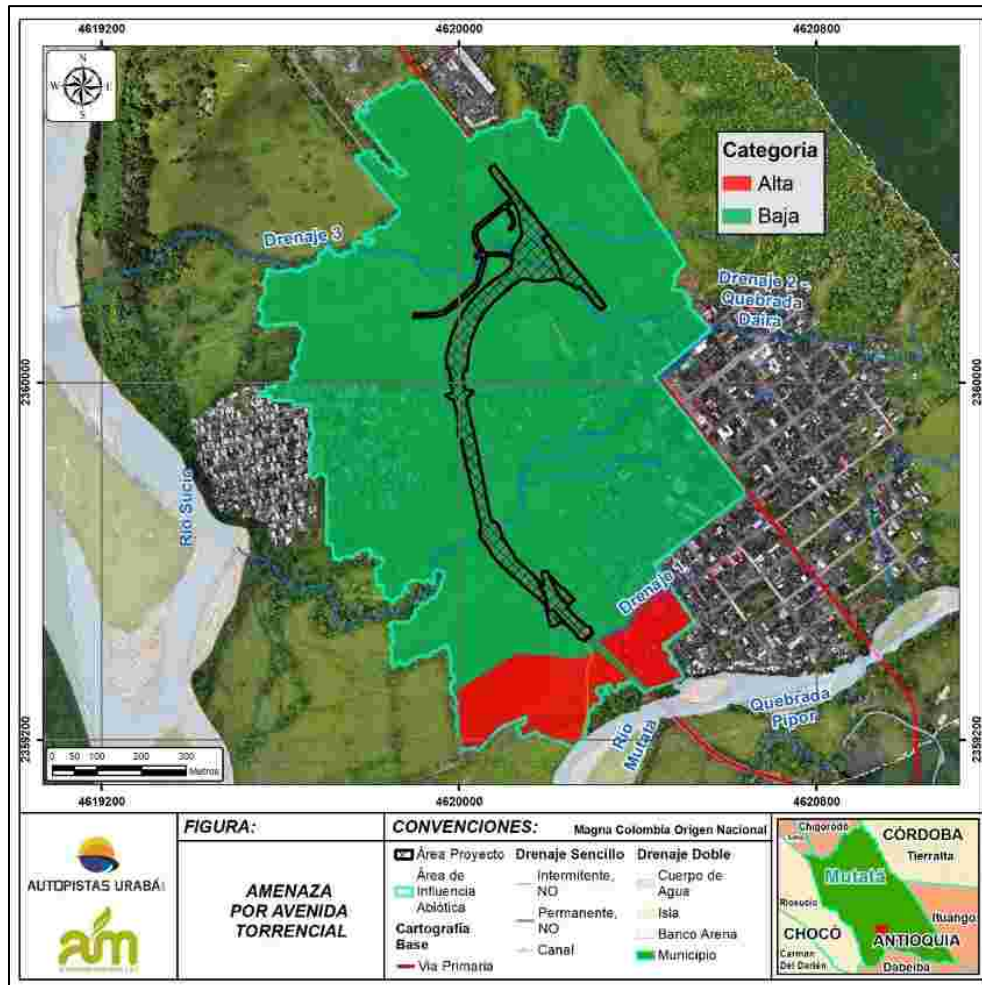
b. Avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales son fenómenos altamente peligrosos, caracterizados por el flujo súbito y violento de agua, sedimentos y materiales sólidos que se desplazan a gran velocidad y recorren largas distancias⁸⁷. Según el PMGRD del municipio de Mutatá, el río Mutatá presenta características propias de un afluente torrencial, evidenciadas por el arrastre de grandes cantidades de sedimentos, que generan alta turbidez en el agua, así como el transporte de troncos de árboles durante eventos de inundación. Estos fenómenos, aunque no son tan frecuentes como otros desastres naturales, tienen un impacto devastador, como se ha observado en tragedias ocurridas en Colombia, como Salgar en 2015 y Mocoa en 2017.

En Mutatá, las avenidas torrenciales pueden desencadenarse por diversos factores. Entre ellos se encuentran las lluvias intensas asociadas a la variabilidad climática, la deforestación, los incendios forestales que destruyen la cobertura vegetal y aumentan la impermeabilización del suelo, y las malas prácticas en el manejo ambiental, como la explotación inadecuada de materiales para construcción y los asentamientos humanos en zonas de ronda. En el área urbana de Mutatá, estas avenidas también pueden originarse por el desbordamiento de quebradas, fallas en las canalizaciones o el colapso del sistema de alcantarillado durante lluvias intensas, lo que resulta en inundaciones y encharcamientos.

Un evento significativo en Mutatá ocurrió en 2019, dejando un saldo de tres (3) víctimas mortales, lo que resalta la gravedad de estas amenazas y la necesidad de medidas preventivas. En la [Figura 11.44](#) se ilustra la zonificación de la amenaza ante avenidas torrenciales en el área de influencia la cual corresponde con un nivel de amenaza alto en las cercanías al río Mutatá, para el resto del área de influencia el nivel de amenaza es bajo.

⁸⁷ (SNGRD, 2017)



c. *Movimientos en masa*

Los movimientos en masa son procesos gravitatorios en los cuales un volumen de material constituido por roca, suelo, lodo, etc., se desplaza hacia abajo. Los movimientos en masa incluyen deslizamientos, reptación, flujos, entre otros. Estos fenómenos son comunes en áreas que presentan pendientes pronunciadas.

La evaluación de la amenaza de movimientos en masa en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá" se llevó a cabo considerando las variables y la metodología recomendadas por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que se detalla a continuación:

Tabla 11.34 Factores condicionantes de amenaza por movimientos en masa

Evento	Variable para considerar	Metodología sugerida
Movimientos en masa	Factores condicionantes: Geología Geomorfología	Pesos de evidencia, de acuerdo con la "Guía metodológica Para la

Evento	Variable para considerar	Metodología sugerida
	Cobertura vegetal Pendiente Curvatura del plano	zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000" (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2017)

Fuente: UNGRD & MINAMBIENTE, 2018.

Atendiendo los factores determinantes establecidos por la UNGRD y el servicio Geológico Colombiano (SGC), en su Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa⁸⁸, se utilizó una adaptación del método de Mora-Vahrson para la estimación de la amenaza por movimientos en masa (INIGEMM, MAGAP, SEMPLADES, CLIRSEN, 2012).

En la aplicación de esta metodología se abordaron dos (2) grupos de variables para la determinación de la amenaza a movimientos en masa, el primero de estos, son factores de susceptibilidad y posteriormente los factores detonantes, a continuación, en la Tabla 11.35 se presentan los diferentes factores.

Tabla 11.35 Indicadores para los parámetros (susceptibilidad y detonantes) utilizados en la determinación de la amenaza por movimientos en masa

Factor	Indicador
Susceptibilidad	Geología
	Geomorfología
	Cobertura
	Pendiente
	Curvatura del plano
Detonante	Precipitación
	Sismicidad

Fuente: INIGEMM, MAGAP, SEMPLADES, CLIRSEN, 2012.

Para analizar la susceptibilidad a la ocurrencia de factores determinantes, se utilizaron los insumos detallados en la Tabla 11.36. Estos incluyen los procesos morfodinámicos e involucran diversos aspectos como la distribución de las unidades geológicas y geomorfológicas, pendientes, cobertura vegetal, curvatura del plano, precipitaciones y sismicidad. Estas variables se califican según diferentes criterios. La suma de estas variables proporciona la susceptibilidad a movimientos en masa, y al integrar los factores detonantes (precipitación y sismicidad), se obtiene la valoración de la amenaza por movimientos en masa para el área del proyecto.

Tabla 11.36 Indicadores de insumos requeridos para ponderación de factores

Factor	Insumos requeridos	Insumos intermedios
Susceptibilidad	Shape de Geología	Litología de unidades geológicas
	Shape de Geomorfología	Unidades geomorfológicas
	Shape de Coberturas	Unidades de cobertura
	Shape de Pendiente	Rangos de pendiente
	Shape de curvaturas del plano	Grados de curvatura

⁸⁸ (SGC & Minminas, 2016)

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Para desarrollar la susceptibilidad frente a la ocurrencia de procesos morfodinámicos se tomó como base la Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa, escala 1:25.000 (SGC), y la Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa. Las metodologías mencionadas se combinaron y adaptaron de acuerdo con la información temática generada para el proyecto.

La zonificación y análisis de distribución espacial de la susceptibilidad frente a la ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa se ejecutó mediante el uso de la herramienta sistemas de información geográficas SIG, en la cual, a través del álgebra de mapas se calculó una suma de las diferentes variables, a la cuales se le asignó una valoración a partir de sus características y de su interacción con el medio en la generación de procesos morfodinámicos, la valoración cercana a la unidad (1) indica el menor grado de susceptibilidad a la generación de procesos morfodinámicos, y en la medida en que la valoración aumenta indica un mayor grado de susceptibilidad relativa entre las diferentes unidades analizadas, categorizando el resultado en rangos de susceptibilidad (muy baja, baja, media, alta y muy alta) en función de los rangos de magnitud de la valoración asignada a criterio del profesional experto.

A continuación, se realiza la descripción de cada componente involucrado en el análisis de susceptibilidad a partir del tipo de causa de inestabilidad. Como factores condicionantes se listan la geología, geomorfología, pendientes, coberturas y curvatura del plano. En cuanto a los factores detonantes se listan el detonante de precipitación y el detonante sísmico

- **Geología:** En la geología prima el tipo de material, condicionando sus características físico-mecánicas y, por tanto, el desprendimiento potencial de partículas del suelo por efecto de los agentes de meteorización y fluviales, por lo que el comportamiento variará de unos materiales a otros aun cuando actúen sobre ellos con igual intensidad los mismos agentes, dependiendo de la composición mineralógica, textura, compactación, tamaño, forma y cementación de las partículas que formen la roca o sedimento. Esta variable fue calificada de uno (1) a cinco (5) (Tabla 11.37) siendo el valor más alto el que presenta mayor susceptibilidad a la ocurrencia de procesos morfodinámicos, y en la [Figura 11.45](#) se puede apreciar la distribución de esta.

Tabla 11.37 Criterios de calificación variable unidad geológica

Unidad geológica	Nomenclatura	Calificación susceptibilidad
Depósitos aluviales	Q2al	1 muy baja
Depósitos de terraza	Qalt1 – Qalt2 – Qalt3	1 muy baja

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.



Figura 11.45 Unidades geológicas susceptibles a movimientos en masa
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- **Geomorfología:** La geomorfología se centra en agrupar las diferentes unidades de paisaje según el origen de las geoformas (morfogénesis), su morfometría, morfoestructura y los procesos denudativos que las han moldeado (morfodinámica). Esto ha permitido identificar y caracterizar las geoformas que pertenecen a cada ambiente morfogenético, como se detalla en la Tabla 11.38. La distribución de estas unidades se muestra en la Figura 11.46.

Tabla 11.38 Criterios de calificación variable unidad geomorfológica

Unidad geomorfológica	Calificación susceptibilidad
Terraza de acumulación	1
Escarpe de terraza	3
Planicie o llanura de inundación	1
Laguna	1
Meandro abandonado	1
Planos y campos de llenos antrópicos	1
Jagüey	1

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

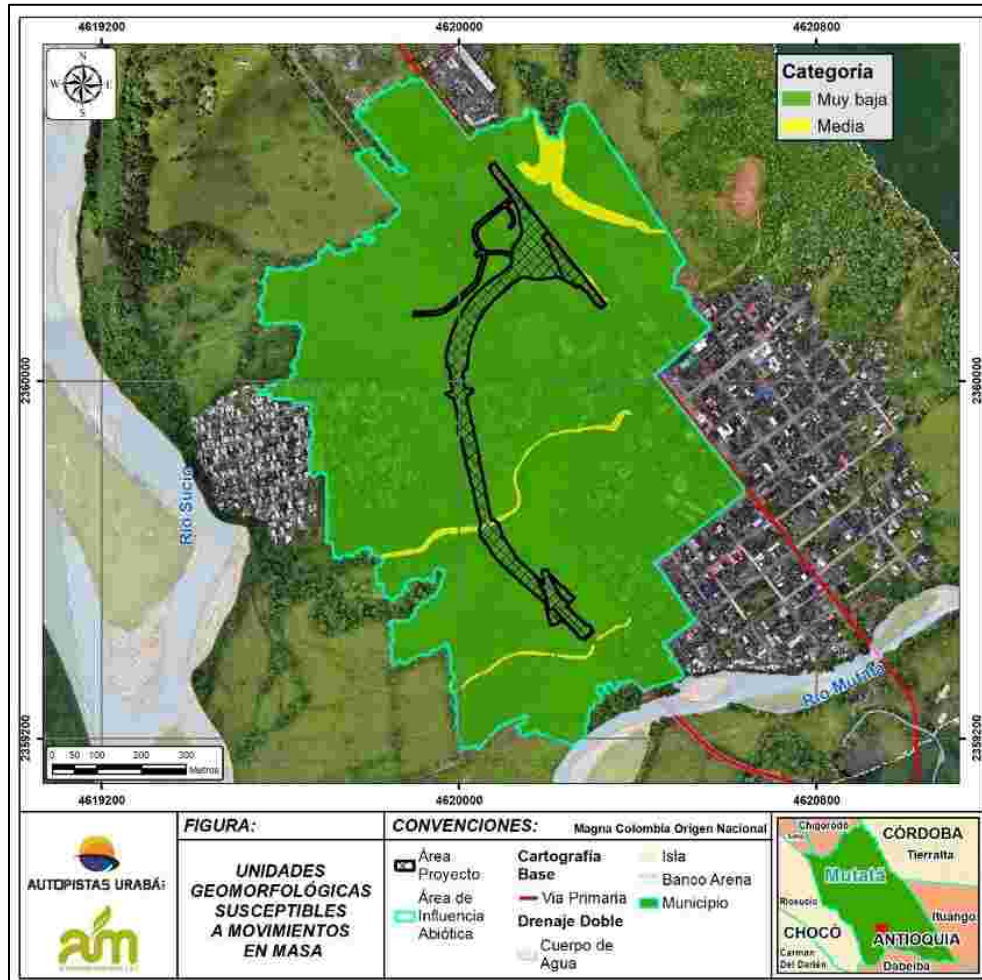


Figura 11.46 Unidades geomorfológicas susceptibles a movimientos en masa
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- Pendientes:** Este análisis se enfoca en evaluar los rangos de pendientes derivados de la reclasificación del modelo digital de elevación (DEM), después del procesamiento digital de las curvas de nivel del área de estudio. A mayor pendiente, se incrementa la capacidad de transporte y energía, lo que puede desencadenar fenómenos de remoción en masa en diversas magnitudes. Los rangos utilizados para evaluar este criterio fueron obtenidos y establecidos de acuerdo con la GDB de la ANLA. La clasificación se presenta en la Tabla 11.39 y la distribución de estos rangos se ilustra en la Figura 11.47.

Tabla 11.39 Criterios de calificación variable pendiente

Valor pendiente	Nomenclatura	Calificación susceptibilidad
0-1%	A nivel	1
1-3%	A nivel	1
3-7%	A nivel	1

Valor pendiente	Nomenclatura	Calificación susceptibilidad
7-12%	Ligeramente inclinada	2
12-25%	Ligeramente inclinada	2
25 – 50%	Moderadamente inclinada	3
50 – 75%	Inclinada	4
75 – 100%	Fuertemente inclinada	5
>100%	Fuertemente inclinada	5

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

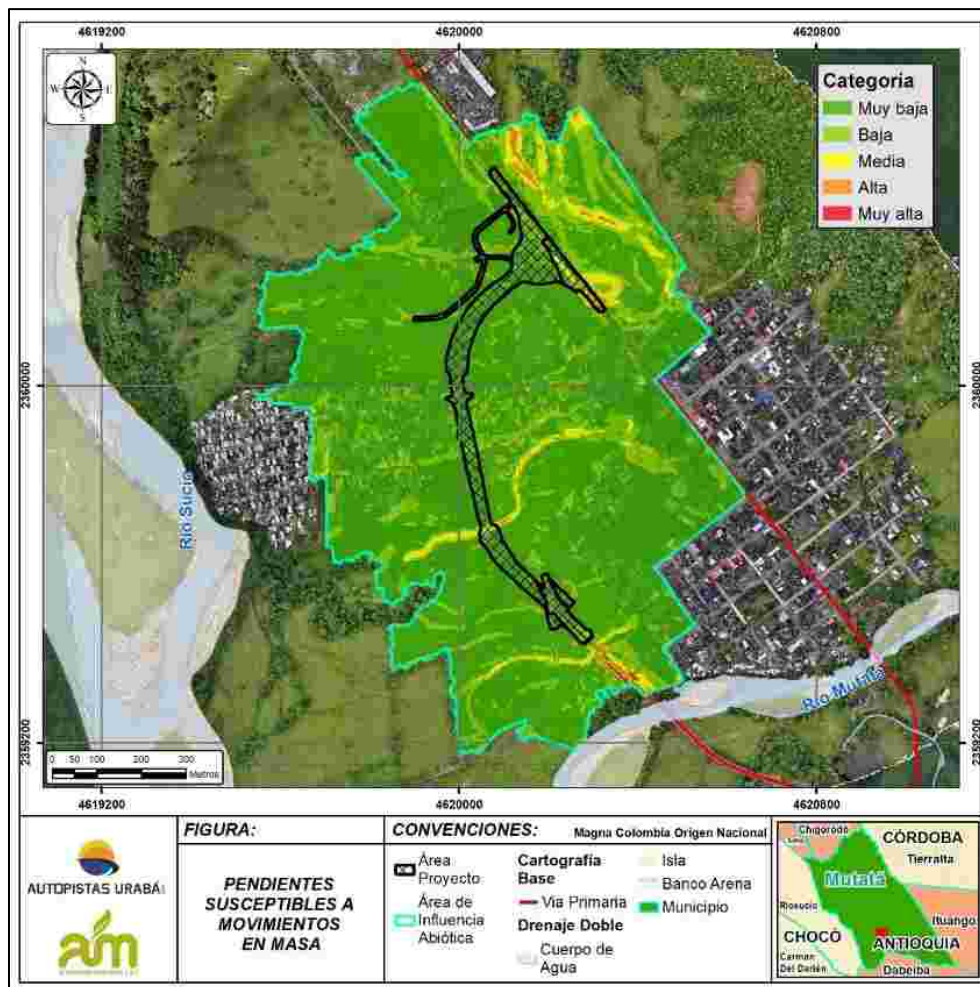


Figura 11.47 Pendientes susceptibles a movimientos en masa

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- **Coberturas:** Permite identificar la presencia de vegetación en la superficie y caracterizar su distribución espacial, debido a que la cobertura vegetal incide en el comportamiento de los suelos superficiales y por ende favorece la estabilidad de los taludes y laderas. La clasificación de esta variable se realizó de uno (1) a cinco (5) siendo el valor más alto el que representa mayor susceptibilidad a la ocurrencia

de procesos morfodinámicos, como se presenta en la Tabla 11.40 y en la [Figura 11.48](#) se muestra la distribución espacial de la misma.

Tabla 11.40 Criterios de calificación variable coberturas

Cobertura CORINE Land Cover (CLC)	Nomenclatura	Calificación susceptibilidad
1.1.2. Tejido urbano continuo	Tuc	1
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	Tud	1
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	Zic	1
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	Rv	1
1.4.1.2. Parques cementerios	Pc	1
1.4.2.2 Áreas deportivas	Ad	1
2.3.1. Pastos limpios	Pl	2
2.3.3 Pastos enmalezados	Pe	2
3.1.4 Bosque de galería y ripario	Bgr	1
3.1.5. Plantación forestal	Pf	1
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	Caa	1

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

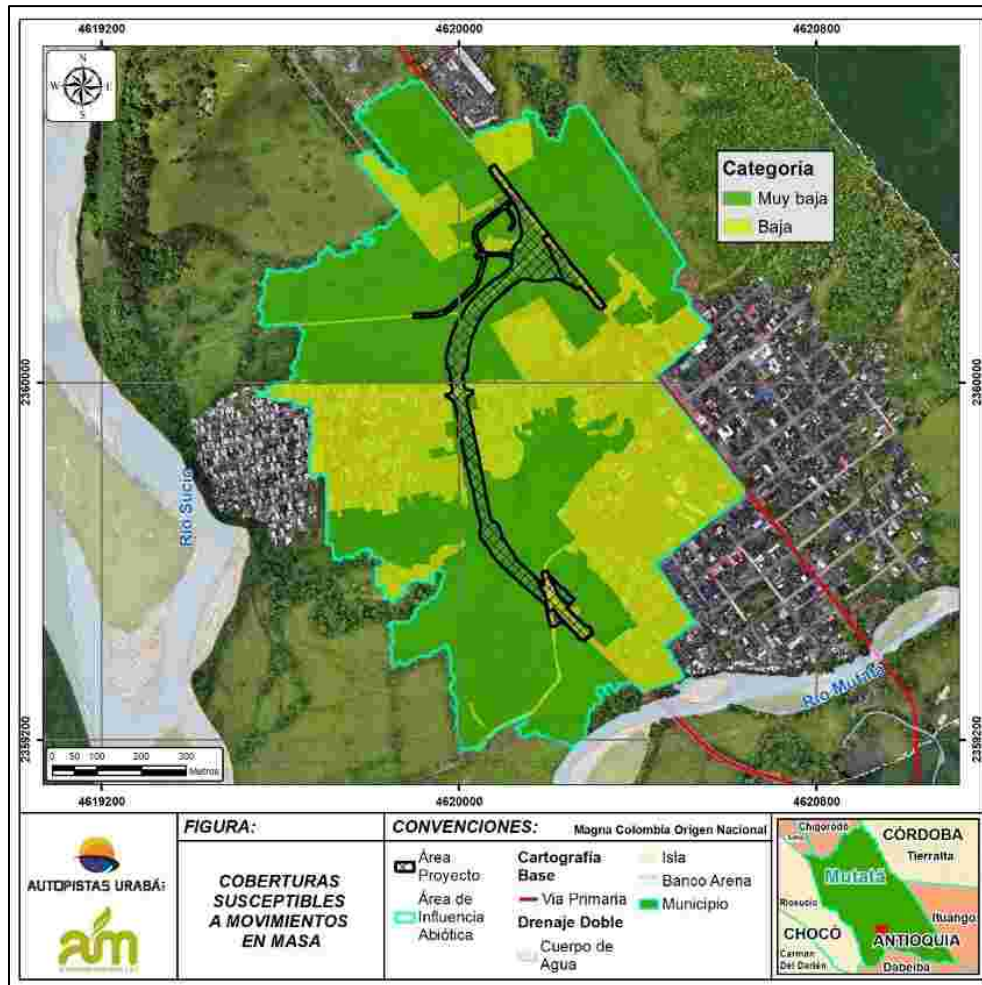


Figura 11.48 Coberturas susceptibles a movimientos en masa
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- Curvatura del plano:** Corresponde al grado de curvatura de cada celda a evaluar respecto al plano vertical. Su relación con el modelo está dada por el grado de concentración del drenaje superficial. La cual aumenta en las zonas con mayor concavidad. La clasificación de esta variable se realizó de uno (1) a cinco (5) siendo el valor más alto el que representa mayor susceptibilidad a la ocurrencia como se observa en la Tabla 11.41 y en la Figura 11.49 se muestra la distribución espacial de la misma.

Tabla 11.41 Criterios de calificación variable curvatura

Curvatura del plano	Calificación susceptibilidad
Plano	1
Cóncavo	2
Convexo	3

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

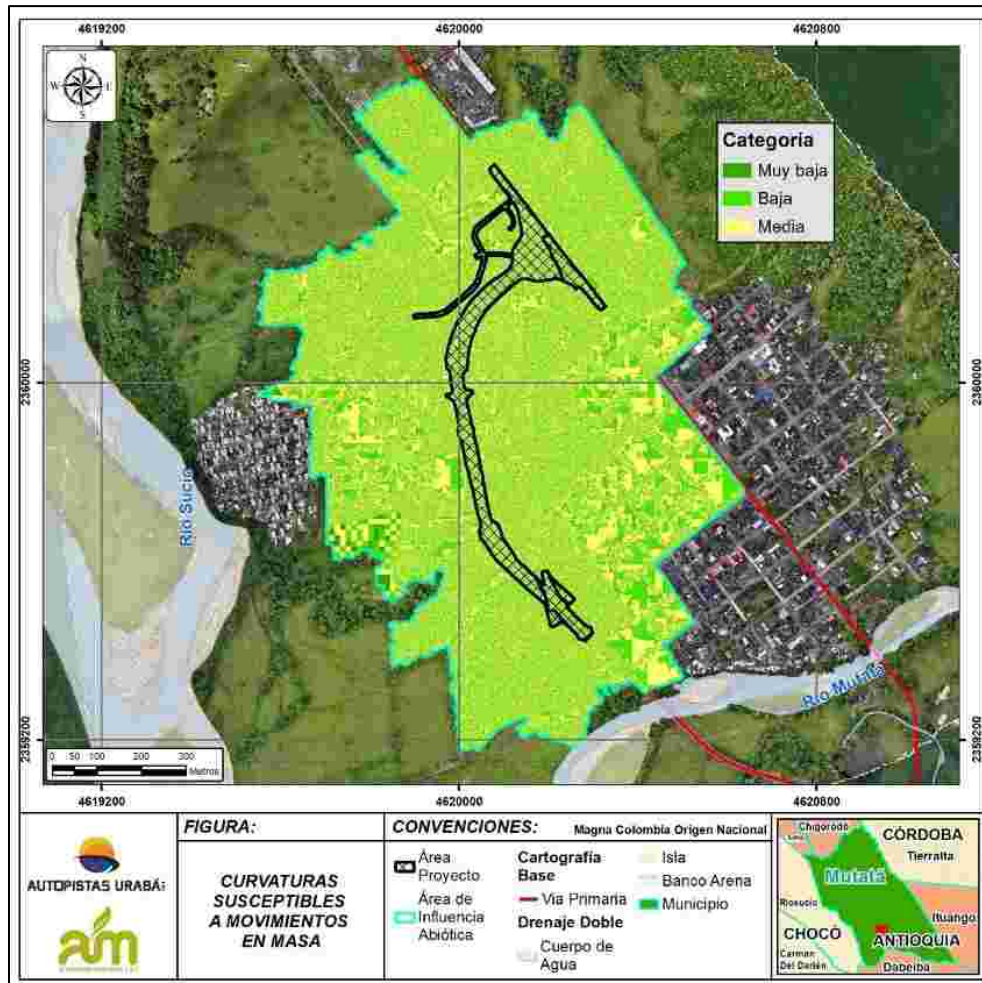


Figura 11.49 Curvaturas susceptibles a movimientos en masa
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- Detonante precipitación:** La pluviosidad además de ser el factor activo en el transporte de los materiales, agrega agua al suelo, causando un aumento en la presión de poros, lo que genera una pérdida de cohesión de los materiales; la mayor parte de los deslizamientos, que se originan en laderas de zonas montañosas, ocurren después de intensas lluvias, por lo que es necesario conocer la cantidad de lluvia para detonarlos, a la que se le suele llamar lluvia crítica, para este caso se debe contar con la localización exacta de los deslizamientos, la fecha de ocurrencia, los registros de precipitación diaria y mensual precedentes a los eventos obtenidos de las estaciones más cercanas.
 Para el análisis de susceptibilidad, los rangos de precipitación se agruparon de uno (1) a cinco (5) siendo el valor más alto es el que presenta mayor probabilidad a la ocurrencia de procesos morfodinámicos, como se presenta en la Tabla 11.42 y como se muestra en la Figura 11.50.

Tabla 11.42 Criterios de calificación de factor detonante precipitación

Valor de isoyetas (mm)	Calificación factor detonante
4480 – 4510 mm	3

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

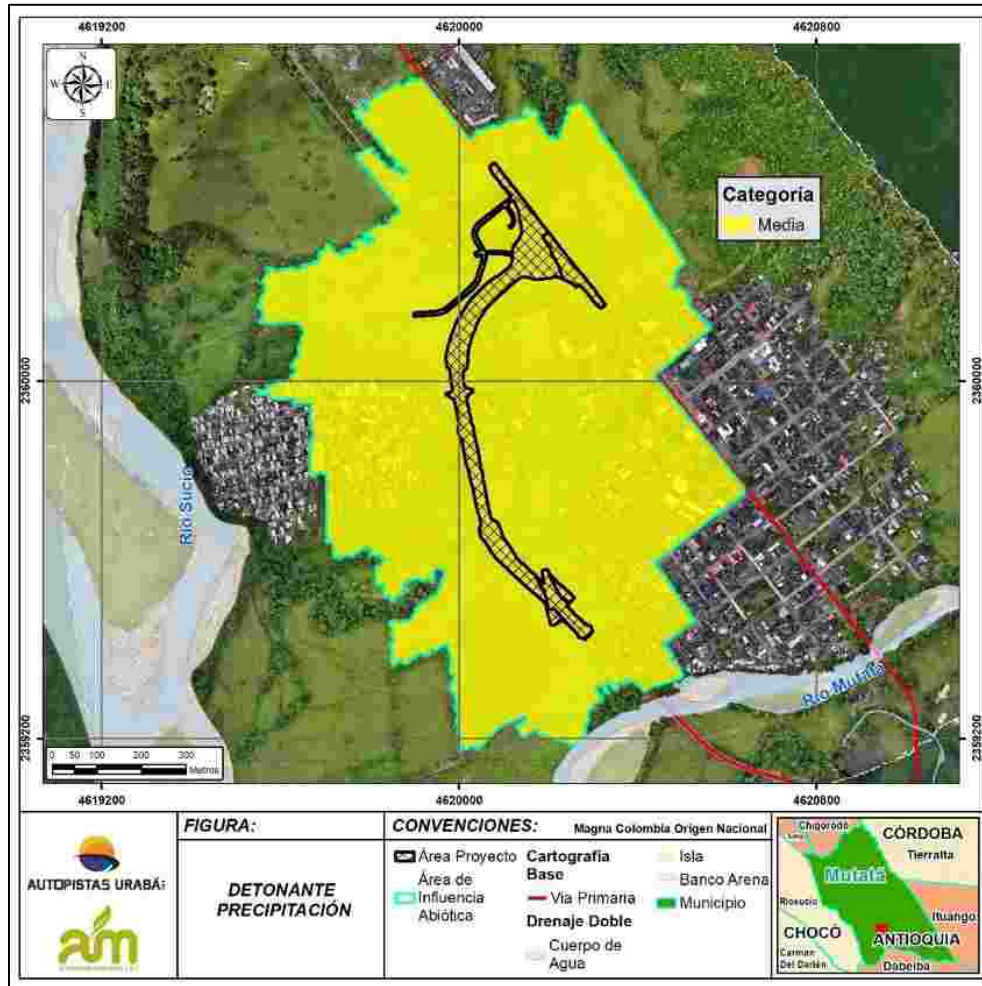


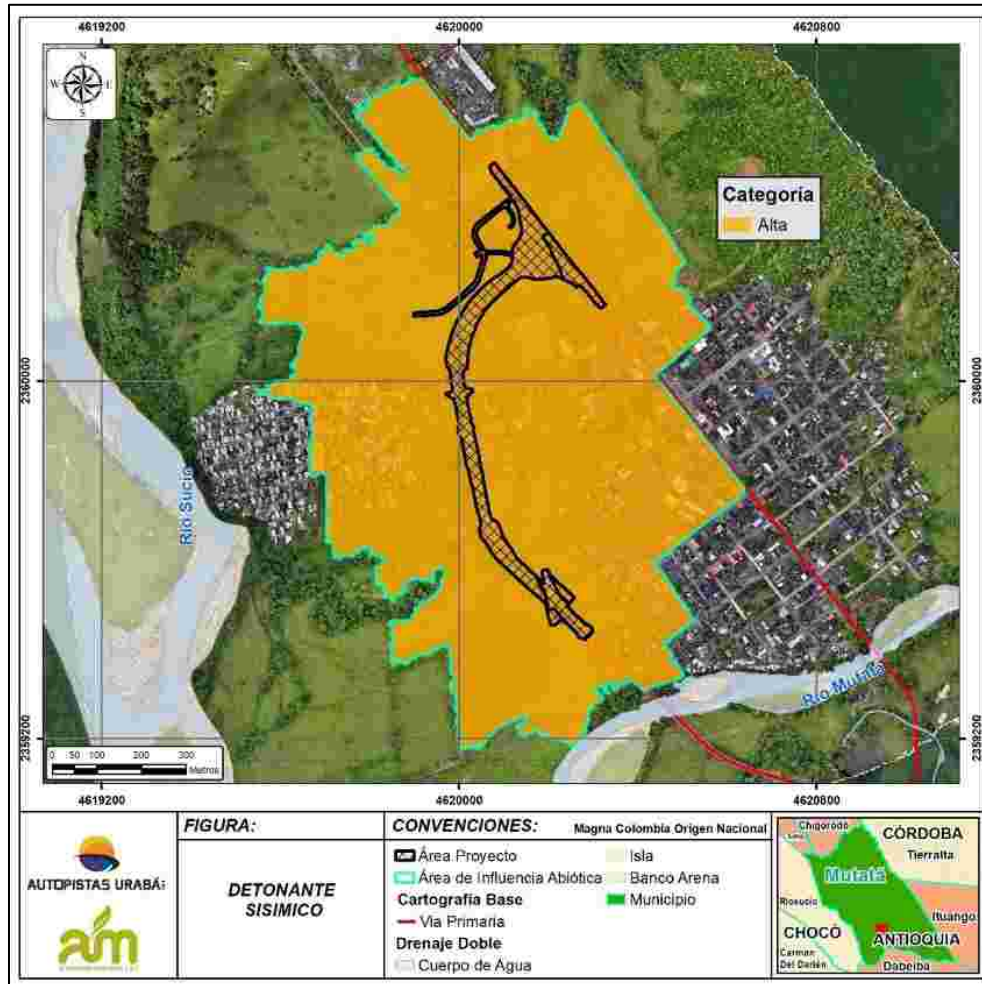
Figura 11.50 Detonante precipitación
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- Detonante sísmico: De acuerdo con las investigaciones realizadas por las instituciones relacionadas con el sistema de sismo resistencia en el ámbito local y nacional como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Sociedad de Ingenieros, entre otras, la amenaza sísmica, se define como el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso del tiempo predeterminado. Se ha considerado el área de influencia del proyecto dentro de un grado de amenaza alta con respecto al mapa de amenaza sísmica elaborado para el país por el Servicio Geológico Colombiano (SGC). Ver Tabla 11.43 y Figura 11.51.

Tabla 11.43 Criterios de calificación de factor detonante sísmico

Nivel de amenaza	Calificación factor detonante
Alta	4

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.



A partir del algebra de mapas, se ejecutó la sumatoria de las diferentes variables, a las cuales le fue asignada la valoración descrita anteriormente y teniendo en cuenta las características del factor condicionante para la generación del mapa de susceptibilidad por movimientos en masa. (Ver Tabla 11.44).

Tabla 11.44 Peso ponderado de los factores para el análisis de susceptibilidad por movimientos en masa

Factor	Variable	Abreviatura	Rango de calificación	Peso asignado (%)
Condicionantes	Geología	GE	1-5	15%
	Geomorfología	GM	1-5	20%

Factor	Variable	Abreviatura	Rango de calificación	Peso asignado (%)
	Pendiente	PEN	1-5	35%
	Cobertura vegetal	CV	1-5	20%
	Curvatura del plano	CP	1-5	10%
Total				100%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Por lo tanto, a través de un enfoque determinístico las ecuaciones permiten calcular el mapa de susceptibilidad como se muestra a continuación:

$$SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA = [(GE * 0,15) + (GM * 0,20) + (PEN * 0,35) + (CV * 0,20) + (CP * 0,10)]$$

La valoración de susceptibilidad por procesos morfodinámicos es el resultado de la ponderación y suma de las variables anteriormente descritas, dicha suma puede oscilar entre valores de calificación de 1 y 5. Se presenta a continuación la valoración de susceptibilidad por movimientos en masa y su intervalo asociado en cada categoría.

Tabla 11.45 Valores y clasificación de susceptibilidad por movimientos en masa

Valor movimiento en masa	Clasificación susceptibilidad
1	Muy baja
2	Baja
3	Media
4	Alta
5	Muy Alta

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Luego se realizó en el algebra de mapas la reclasificación para que la susceptibilidad quedará con una categoría de tres (3) rangos, estos rangos se pueden apreciar en la siguiente Tabla 11.46

Tabla 11.46 Valores y reclasificación de susceptibilidad por movimientos en masa

Categoría	Calificación	Rango de reclasificación
Alta	5	$\geq 3,5$
Media	3	$2 \geq Y < 3,5$
Baja	1	< 2

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la [Figura 11.52](#) se puede evidenciar la distribución espacial de la zonificación de la susceptibilidad y en la Tabla 11.47 se muestra la distribución porcentual de la susceptibilidad con su respectiva categoría.

Tabla 11.47 Zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa

Categoría de amenaza	Área (Ha)	Área (%)
Baja	94,82	96,13%
Media	3,82	3,87%
Total	98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

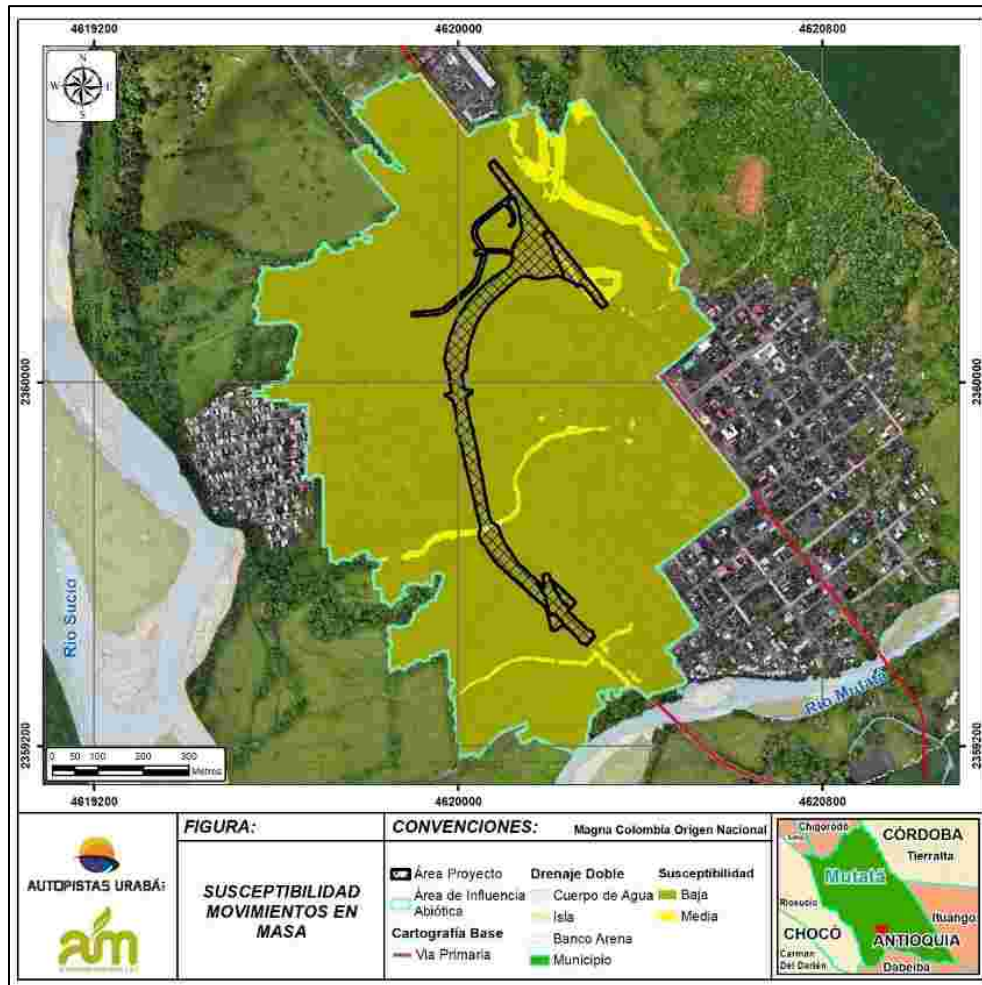


Figura 11.52 Susceptibilidad por movimientos en masa
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Una vez obtenida la capa de susceptibilidad por movimientos en masa se procedió a realizar el algebra de mapas nuevamente con las variables de factor detonante (precipitación y amezacidad). En la Tabla 11.48 se muestra la ponderación de las tres (3) variables usadas para determinar la amenaza por movimientos en masa.

Tabla 11.48 Peso ponderado de los factores para el análisis de amenaza por movimientos en masa

Factor	Peso (%)
Susceptibilidad por movimientos en masa	70%
Detonante precipitación	15%
Detonante sísmico	15%
Total	100%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Nuevamente se realiza en el algebra de mapas la reclasificación para obtener la amenaza de movimientos en masa con tres (3) rangos, estos rangos se pueden evidenciar en la Tabla 11.49.

Tabla 11.49 Valores de reclasificación de la amenaza por movimientos en masa

Categoría	Calificación	Rango de reclasificación
Alta	3	$\geq 4,0$
Media	2	$2,5 > Y < 4,0$
Baja	1	$\leq 2,5$

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.50 se puede observar la distribución porcentual de la amenaza con su respectiva categoría y en la Figura 11.53 se muestra la distribución espacial de la zonificación de la amenaza con sus categorías.

Tabla 11.50 Zonificación de la amenaza por movimientos en masa

Categoría de amenaza	Área (Ha)	Área (%)
Baja	94,82	96,12%
Media	3,83	3,88%
Total	98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

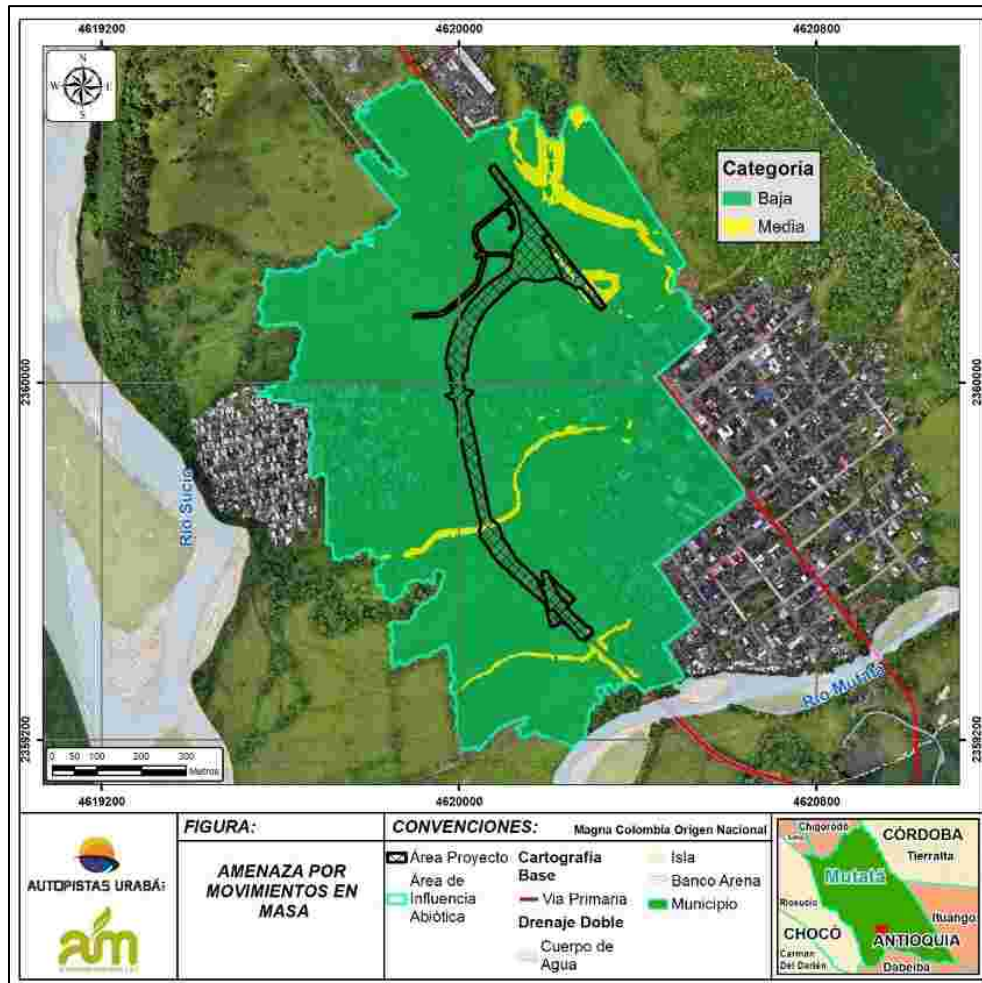


Figura 11.53 Amenaza por movimientos en masa
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

d. Incendios de cobertura vegetal

Los incendios de cobertura vegetal (ICV) se definen como alteraciones ecológicas que pueden tener efectos localizados o de gran alcance, con consecuencias severas o devastadoras. Estos incendios, originados tanto por causas naturales como por actividades humanas, se generan cuando coinciden simultáneamente tres o más factores en un mismo lugar, como el tipo de vegetación, la cantidad de material combustible, la disponibilidad de oxígeno, las condiciones climáticas, la topografía o las acciones humanas. Su propagación ocurre de manera descontrolada sobre áreas con algún tipo de cobertura vegetal (nativa, cultivada o inducida), utilizando la vegetación viva o muerta como combustible principal. Dada la amenaza que representan para los ecosistemas naturales y las comunidades humanas, es fundamental su prevención y extinción⁸⁹.

⁸⁹ (Pascual, y otros, 2011)

Los incendios de cobertura vegetal son amenazas recurrentes en ecosistemas naturales, generalmente provocados por actividades humanas. Estos eventos no solo ponen en peligro la vida de las personas y generan considerables pérdidas económicas, sino que también ocasionan graves impactos ambientales. Entre sus consecuencias se encuentran la pérdida de biodiversidad, la erosión del suelo, procesos severos de desertificación, disminución de recursos hídricos, colmatación de embalses e incluso la ocurrencia de inundaciones. Según la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales (CDPMIF), un incendio forestal se define como un evento natural o inducido que ocurre cuando un material combustible entra en contacto con una fuente de calor en presencia de aire. Si el fuego se propaga de manera incontrolada y consume vegetación en áreas rurales con aptitud forestal o en zonas que cumplen una función ambiental, superando las 0.5 hectáreas, se clasifica como un incendio forestal⁹⁰.

La determinación de la amenaza por incendios forestales se realizó a partir de una metodología modificada, la cual siguió conceptualmente el Protocolo para la realización de mapa de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal generado por el IDEAM⁹¹. A partir de lo anterior, la evaluación de la amenaza se realizó a partir de la zonificación y calificación de los siguientes factores propios del área geográfica, los cuales determinan la probabilidad de que sea afectada por un incendio forestal:

Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios: se analiza mediante la identificación y valoración de la condición pirogénica de la vegetación. Esta condición pirogénica se evalúa a través de un modelo de combustibles que posee los siguientes factores.

- Tipo de combustible vegetal predominante para bioma y ecosistema: tipo de cobertura vegetal y biotipo dominante.
- Duración del tipo de combustible dominante: duración en horas de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición.
- Carga de combustibles: caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales, biomasa aérea en Ton/ha y humedad media de la vegetación obtenida a través de una distribución cualitativa de los rangos obtenidos a partir del índice de vegetación NDII. Este último nivel define el modelo de combustible para una determinada unidad de vegetación.

Factores Climáticos: El clima es uno de los factores de fundamental importancia en la generación y la propagación de los incendios forestales considerando que determina la duración y la severidad de las estaciones secas y calurosas en un área geográfica determinada, lo cual 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 posicionan las condiciones climáticas como factor de utilización indispensable para la evaluación de la amenaza.

⁹⁰ (Bogotá, 2020)

⁹¹ (IDEAM, Protocolo para la Realización de Mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal Escala 1:100.000 / Ajustado, 2015)

Factores Relieve: La propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie, la propagación a favor de la pendiente es rápida y peligrosa. Los incendios no ocurren al azar, sino que son más frecuentes en ciertas posiciones topográficas. Con el propósito de incorporar este factor en la evaluación de la amenaza, es pertinente elaborar un mapa de pendientes a partir de la elaboración de un modelo digital del terreno.

Factores históricos: A partir de la información contenida en los partes de incendios acaecidos durante un determinado periodo de tiempo (recomendable de 10 a más años), se realiza el análisis a través del índice de frecuencia de incendios forestales, el cual refleja la frecuencia de eventos, referido al área. Para este análisis se utilizó el histórico de pintos calientes del IDEAM.

Factores de accesibilidad: Expresada como la densidad vial, este factor se considera parte de la amenaza, debido a que es fundamental en la generación de la probabilidad de que la población pueda llegar a las áreas forestales y generar focos de incendio.

A continuación, en la Figura 11.54, se presenta la relación de cada uno de los factores descritos anteriormente y su relación para la obtención de la amenaza del área de estudio.



Figura 11.54 Esquema metodológico para la determinación de la susceptibilidad de incendios forestales

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Es fundamental destacar que el marco metodológico conceptual empleado se basa en un análisis integrado de variables tanto cuantitativas como cualitativas que afectan la propagación de incendios forestales, lo que convierte esta metodología en un enfoque de tipo heurístico.

Definida esta área mínima cartografiada, se evaluaron las variables a un nivel de detalle acorde con la escala utilizada. A cada variable se asignó un valor ponderado según su incidencia en la propagación de incendios, ajustando estas ponderaciones en función de la experiencia y el conocimiento del equipo de trabajo en la zona estudiada. Es importante señalar que, aunque la metodología propone valores de ponderación estándar, en este caso se realizaron ajustes específicos, lo que ocasiona que algunas delimitaciones de coberturas, pendientes y otras capas analizadas no coincidan exactamente con los límites establecidos en la información primaria, debido a las excepciones cartográficas y de escala previamente mencionadas.

Mediante herramientas de modelamiento espacial del software ArcGIS, se llevaron a cabo diversas operaciones para obtener la zonificación de amenaza por incendios en la cobertura vegetal. El resultado de este proceso se detalla en las siguientes secciones, considerando las variables analizadas y los criterios metodológicos aplicados.

La evaluación de la susceptibilidad y el peligro de incendios forestales en el área de influencia del proyecto se fundamenta en las características de las unidades de cobertura vegetal presentes, las cuales determinan la propensión de estas a incendiarse y la magnitud de los posibles daños. Este análisis se realiza considerando factores externos, ya sean naturales o antrópicos, que pueden iniciar o favorecer la propagación del fuego.

La clasificación de la susceptibilidad de la vegetación se basa en el análisis de las características pirogénicas de los combustibles presentes, empleando el modelo de combustibles desarrollado por Páramo (2007). Este modelo permite identificar y calificar los factores clave que influyen en la capacidad de la vegetación para iniciar, propagar y mantener el fuego. Entre los principales factores se destacan: el tipo de combustible predominante en cada cobertura vegetal, el tiempo que los combustibles permanecen encendidos (duración del combustible) y la cantidad de biomasa disponible para ser consumida por el fuego (carga total del combustible).

El procedimiento empleado para determinar la susceptibilidad de la vegetación a los incendios forestales incluye varios pasos. Primero, se identifican las coberturas vegetales y sus características pirogénicas, clasificando los materiales combustibles presentes en cada unidad de cobertura. Posteriormente, se califican los factores de susceptibilidad asignando valores ponderados según su importancia en la propagación y sostenibilidad del fuego. Estos datos son integrados mediante herramientas de análisis espacial para generar mapas temáticos que reflejan los niveles de susceptibilidad y su distribución geográfica. Finalmente, a través del modelamiento y la zonificación, se obtienen mapas que permiten identificar las áreas con mayor probabilidad de ser afectadas por incendios forestales.

- **Generación del mapa del tipo de combustible:** La susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales está estrechamente vinculada al tipo de combustible vegetal predominante por bioma y ecosistema, considerando el tipo de cobertura vegetal y el biotipo dominante. Esto abarca la vegetación disponible para arder, que depende de varios factores. Entre ellos, destaca la cantidad total de biomasa distribuida en los tres estratos vegetales básicos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), así como la humedad de la vegetación, que está directamente relacionada con la humedad ambiental. Además, la inflamabilidad y combustibilidad de la vegetación, variables que determinan la facilidad con la que esta puede encenderse y arder, varían según las especies presentes en cada ecosistema.

Para la evaluación, se parte del análisis de un mapa de cobertura vegetal, mediante el cual se realiza una reclasificación interpretando los tipos de cobertura según los combustibles dominantes. Cada tipo de cobertura recibe un valor de calificación que refleja su susceptibilidad, basado en los criterios establecidos en las Tabla 11.51 y Tabla 11.52. Este proceso permite ajustar el análisis a casos específicos y constituye un elemento fundamental dentro del protocolo metodológico.

Tabla 11.51 Tipo de combustible predominante según la cobertura

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Tipo de combustible predominante
2.3.1 Pastos limpios	Pastos
2.3.3 Pastos enmalezados	Pastos/hierbas
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas/arbustos/árboles
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas/arbustos/árboles
3.1.1. Bosque denso	Árboles
3.1.2. Bosque abierto	Arboles/arbustos
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles/arbustos/hierbas
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Árboles/arbustos
3.2.1. Herbazal	Hierbas
3.2.2. Arbustal	Arbustos
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles
4.1.1. Zonas pantanosas	Hierbas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles

Fuente: IDEAM, 2015.

Tabla 11.52 Categoría de amenaza por tipo de combustible

Tipo de combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
No combustible	Sin riesgo	0
Árboles	Muy baja	1
Árboles/arbustos	Baja	2
Arbustos	Moderada	3
Arbustos/Hierbas – árboles/hierbas – pastos/hierbas/arbustos/árboles	Moderada	3
Hierbas/ cultivos herbáceos	Alta	4
Hierbas – Pastos	Muy alta	5
Pastos – zonas verdes urbanas	Muy alta	5
Sin información	Sin información	6

Fuente: IDEAM, 2015.

A partir de la Tabla 11.52 se seleccionó la cobertura para la generación del mapa de tipo de combustible presente en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá", el cual se muestra a continuación en la Tabla 11.53.

Tabla 11.53 Tipo de combustible predominante según la cobertura en el AI

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Tipo de combustible predominante
1.1.2. Tejido urbano continuo	No combustible
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	No combustible
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	No combustibles
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	No combustibles
1.4.1. Parques cementerios	zonas verdes urbanas
1.4.2. Áreas deportivas	zonas verdes urbanas
2.3.1. Pastos limpios	Pastos/hierbas
2.3.3 Pastos enmalezados	Pastos/hierbas

3.1.4 Bosque de galería y ripario	Árboles
3.1.5. Plantación forestal	Árboles
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	No combustibles

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Luego se generó una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generándose para cada de ellos un valor de calificación de acuerdo con lo expresado en la Tabla 11.52 y que se evidencia en la Tabla 11.54 En la [Figura 11.55](#), se puede evidenciar la distribución espacial de las categorías de amenaza por tipo de combustibles.

Tabla 11.54 Categoría de amenaza por tipo de combustible según la cobertura en el AI

Tipo de combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
No combustible	Sin riesgo	0
Zonas verdes urbanas	Muy alta	5
Pastos	Muy alta	5
Árboles/arbustos	Muy Baja	2

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

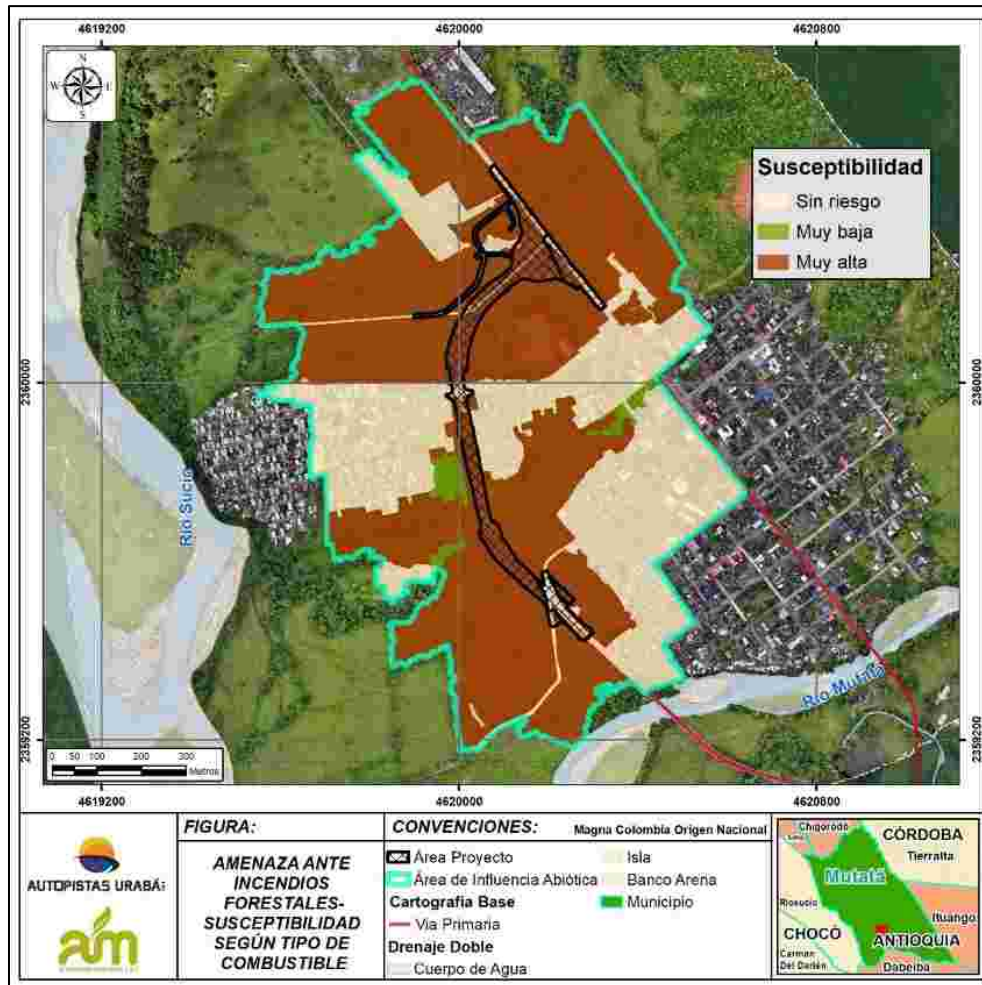


Figura 11.55 Amenaza según tipo de combustible en el área de influencia
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- Generación del mapa de duración de combustible:** Esta variable se obtiene a partir de la duración en horas de ignición para cada tipo de combustible dominante, La duración del combustible se refiere al tiempo necesario para que el contenido de humedad de un combustible se equilibre con la humedad del aire que lo rodea y pueda mantener su ignición, en este sentido se pueden catalogar como combustibles de una hora, diez horas y cien horas. A partir del mapa de cobertura vegetal, es posible generar una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, asignando de acuerdo con las coberturas predominantes una calificación según la duración de los combustibles, como se muestra en las Tabla 11.55 y Tabla 11.56, aplicables al estudio de caso que ejemplifica el protocolo.

Tabla 11.55 Duración del combustible según la cobertura vegetal

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Duración del combustible predominante
3.3.2 Afloramientos rocosos	No combustibles

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Duración del combustible predominante
3.1.1 Bosque denso	10 horas
3.1.3 Bosque fragmentado	100 horas
3.1.4 Bosque de galería y ripario	100 horas
3.1.1 Bosque Denso	100 horas
3.1.3 Bosque fragmentado	100 horas
3.2.2 Arbustal	100 horas
5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.1 Mosaico de cultivos	10 horas
2.3.3 Pastos enmalezados	1 hora
2.3.1 Pastos limpios	1 hora
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
3.2.1 Herbazal	10 horas
3.3.5 Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Fuente: IDEAM, 2015.

Tabla 11.56 Categoría de amenaza por la duración de combustible

Duración de los combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Sin riesgo	0
1 hora	Baja	1
10 horas	Moderada	2
100 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	Alta	3
Sin información	Sin información	6

Fuente: IDEAM, 2015.

A partir de la Tabla 11.55 se seleccionó la cobertura para la generación del mapa de tipo de combustible presente en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá" el cual se muestra a continuación en la Tabla 11.57.

Tabla 11.57 Duración del combustible según la cobertura vegetal en el área de influencia

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Duración del combustible predominante
1.1.2. Tejido urbano continuo	No combustible
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	No combustible
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	No combustible
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	No combustible
1.4.1. Parques cementerios	No combustible
1.4.2. Áreas deportivas	1 hora (Predominio de pastos)
2.3.1. Pastos limpios	1 hora (Predominio de pastos)
2.3.3 Pastos enmalezados	1 hora (Predominio de pastos)
3.1.4 Bosque de galería y ripario	100 horas (Predominio de árboles)
3.1.5. Plantación forestal	100 horas (Predominio de árboles)
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	No combustible

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Luego se generó una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generándose para cada de ellos un valor de calificación de acuerdo con lo expresado en la Tabla 11.56 y que se evidencia en la Tabla 11.58. En la Figura 11.56, se puede evidenciar la distribución espacial de las categorías de amenaza por tipo de duración combustibles.

Tabla 11.58 Categoría de amenaza por la duración de combustible en el AI

Duración de los combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Sin riesgo	0
1 hora (Predominio de pastos)	Baja	1
100 horas (Predominio de árboles)	Alta	3

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

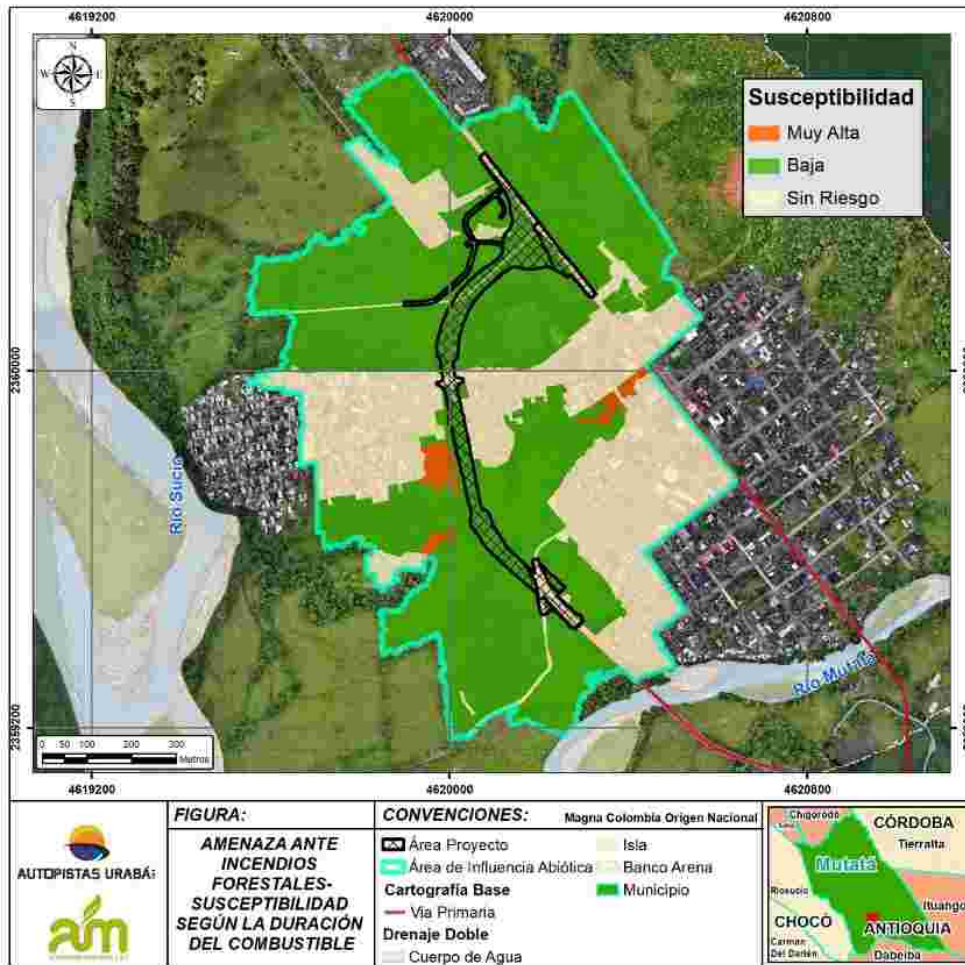


Figura 11.56 Amenaza según la duración del combustible en el área de influencia
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- **Generación del mapa de tipo de carga de combustible:** Se define como la caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales, biomasa aérea en Ton/ha y humedad media de la vegetación obtenida a través de una distribución cualitativa de los rangos obtenidos a partir del índice de vegetación NDII.

A partir del mapa de cobertura vegetal y de información específica que se tenga sobre la biomasa de los diferentes tipos de cobertura (expresada en toneladas por hectárea) generar una reclasificación de los tipos de cobertura, asignando de acuerdo con las coberturas predominantes y a su contenido de biomasa (carga de combustibles) una calificación de acuerdo con la Tabla 11.59 y Tabla 11.60 aplicables al estudio de caso que ejemplifica el protocolo.

Tabla 11.59 Categoría total (Biomasa) de combustible

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Carga total (biomasas) de combustibles
3.3.2 Afloramientos rocosos	No combustibles

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Carga total (biomasas) de combustibles
3.1.1 Bosque denso	Más 100 ton/ha
3.1.3 Bosque fragmentado	Más 100 ton/ha
3.1.4 Bosque de galería y ripario	Más 100 ton/ha
3.2.2 Arbustal	50 - 100 ton/ha
5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	50 - 100 ton/ha
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales	50 - 100 ton/ha
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.1 Mosaico de cultivos	1-50 ton/ha
2.3.3 Pastos enmalezados	1-50 ton/ha
2.3.1 Pastos limpios	1-50 ton/ha
3.2.1 Herbazal	1-50 ton/ha
3.3.5 Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Fuente: IDEAM, 2015.

Tabla 11.60 Categoría de amenaza total (Biomasa) de combustible

Duración de los combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Sin riesgo	0
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	Baja	1
1-50 Ton/Ha	Moderada	2
50 a 100 Ton/Ha	Alta	3
Más de 100 Ton/Ha	Muy alta	4
Sin información	Sin información	6

Fuente: IDEAM, 2015.

A partir de la Tabla 11.59 se seleccionó la cobertura para la generación del mapa de tipo de combustible presente en el área de influencia del proyecto vial, y el cual se muestra a continuación en la Tabla 11.61.

Tabla 11.61 Categoría total (Biomasa) de combustible para el área de influencia

Tipo de cobertura (Corine Land Cover nivel 3)	Carga total (biomasas) de combustibles
1.1.2. Tejido urbano continuo	No combustibles
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	No combustibles
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	No combustibles
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	No combustibles
1.4.1. Parques cementerios	<1 Ton/Ha
1.4.2. Áreas deportivas	<1 Ton/Ha
2.3.1. Pastos limpios	1-50 Ton/Ha
2.3.3 Pastos enmalezados	1-50 Ton/Ha
3.1.4 Bosque de galería y ripario	>100 Ton/Ha
3.1.5. Plantación forestal	>100 Ton/Ha
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	No combustibles

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

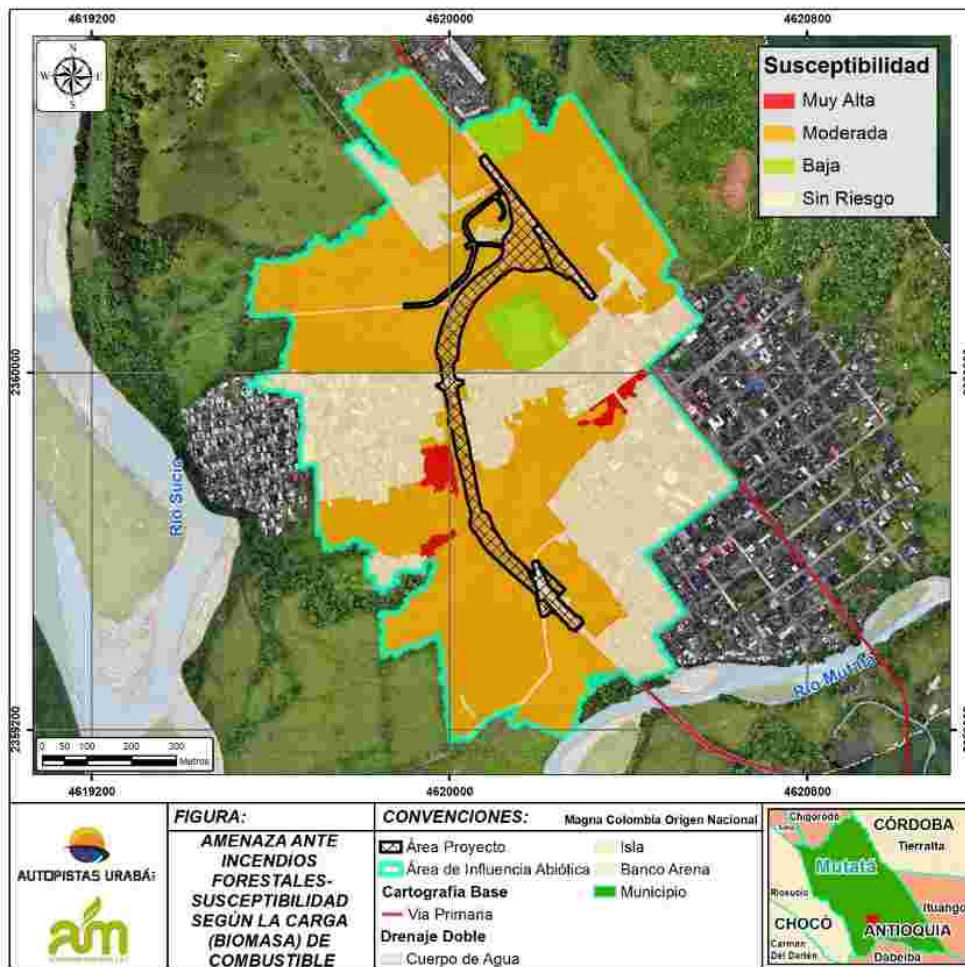
Luego se generó una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generándose para cada de ellos un valor de calificación de acuerdo con lo expresado en la Tabla 11.60 y

que se evidencia en la Tabla 11.62. En la Figura 11.57 se puede evidenciar la distribución espacial de las categorías de amenaza por tipo de combustibles.

Tabla 11.62 Categoría de amenaza total (Biomasa) de combustible para el área influencia

Duración de los combustibles	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Sin riesgo	0
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	Baja	1
1-50 Ton/Ha	Moderada	2
Más de 100 Ton/Ha	Muy alta	4

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.



- **Generación del mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios:** Una vez asignadas las respectivas calificaciones y generados los mapas de tipo, duración y carga de combustibles, se procede a la realización del producto entre cada uno de ellos (álgebra de mapas); el resultado obtenido se agrupa posteriormente en 5 categorías como lo presenta la Tabla 11.63 mediante una

distribución de frecuencias y a cada grupo se le asignó una calificación que varía entre susceptibilidad muy baja (rango menor) a susceptibilidad muy alta (rango mayor), mediante la siguiente ecuación.

$$SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct)$$

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

CAL (tc): Calificación por tipo de combustible

CAL (dc): Calificación de la duración de los combustibles

CAL (ct): Calificación de la carga total de combustibles

Tabla 11.63 Clasificación y categorización de la susceptibilidad

Calificación de susceptibilidad	Calificación
Sin riesgo	0
Baja	1
Moderada	2
Alta	3
Muy alta	4

Fuente: IDEAM, 2015.

El cálculo de susceptibilidad de las coberturas vegetales generado por medio de la ecuación y calificación anterior exhibe la representación espacial asociada en la [Figura 11.58](#).

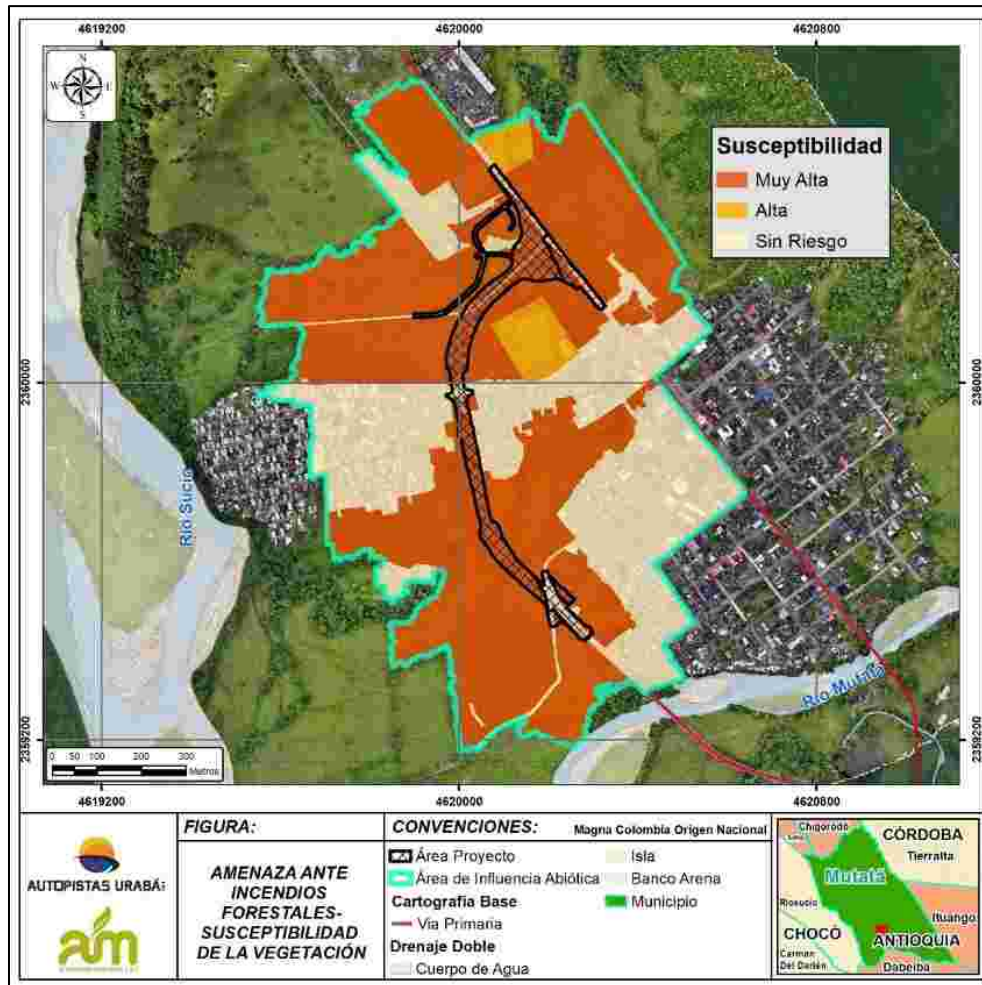


Figura 11.58 Mapa de susceptibilidad de la vegetación de incendios
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Teniendo en cuenta que la susceptibilidad de la vegetación se ve afectada por factores externos de tipo climático que 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), se considera necesario generar una calificación de la susceptibilidad bajo las condiciones normales de precipitación y temperatura imperantes en el país.

- Incorporación de variables climáticas como factores fundamentales de la amenaza:** La temperatura puede definirse como el nivel de calor presente en el aire en un sitio y momento determinado, así mismo la precipitación es una variable determinante en la evaluación de amenazas por incendios, debido a que la cantidad de precipitación y su distribución temporal crean condiciones que pueden aumentar o disminuir al desarrollo de estos. Los períodos prolongados de sequía crean condiciones adecuadas para el desarrollo de incendios de gran severidad al

augmentar la disponibilidad de los combustibles. Períodos con abundante precipitación antes de la temporada de fuego pueden producir una gran cantidad de combustible que con el avance de la temporada estará disponible para quemarse. La cantidad y distribución de la precipitación también afecta la cantidad de agua disponible en el suelo para ser utilizada por la vegetación.

Para la incorporación de las variables climáticas, se efectúa un procedimiento similar al de la calificación de la susceptibilidad, para generar los mapas de las variables climáticas a partir de la información de precipitación (Ver Tabla 11.64) y temperatura (Ver Tabla 11.65) tomando como datos base, la información recopilada en las capítulos de caracterización del medio abiótico, a ser empleados para la determinación de incendios y con los cuales se caracterizan climáticamente los ecosistemas colombianos en relación a las categorías de amenaza y los cuales son representados en las [Figura 11.59](#) y [Figura 11.60](#).

Tabla 11.64 Categorización de amenaza según el rango de precipitación anual

Precipitación media anual (mm)	Categoría de amenaza	Calificación
Pluvial (>7000)	Muy baja	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, 2015.

Tabla 11.65 Categorización de amenaza según el rango de temperatura anual

Temperatura media anual (°c)	Categoría de amenaza	Calificación
<6°	Muy baja	1
6° - 12°	Baja	2
12° - 18°	Moderada	3
18° - 24°	Alta	4
>24°	Muy alta	5

Fuente: IDEAM, 2015.

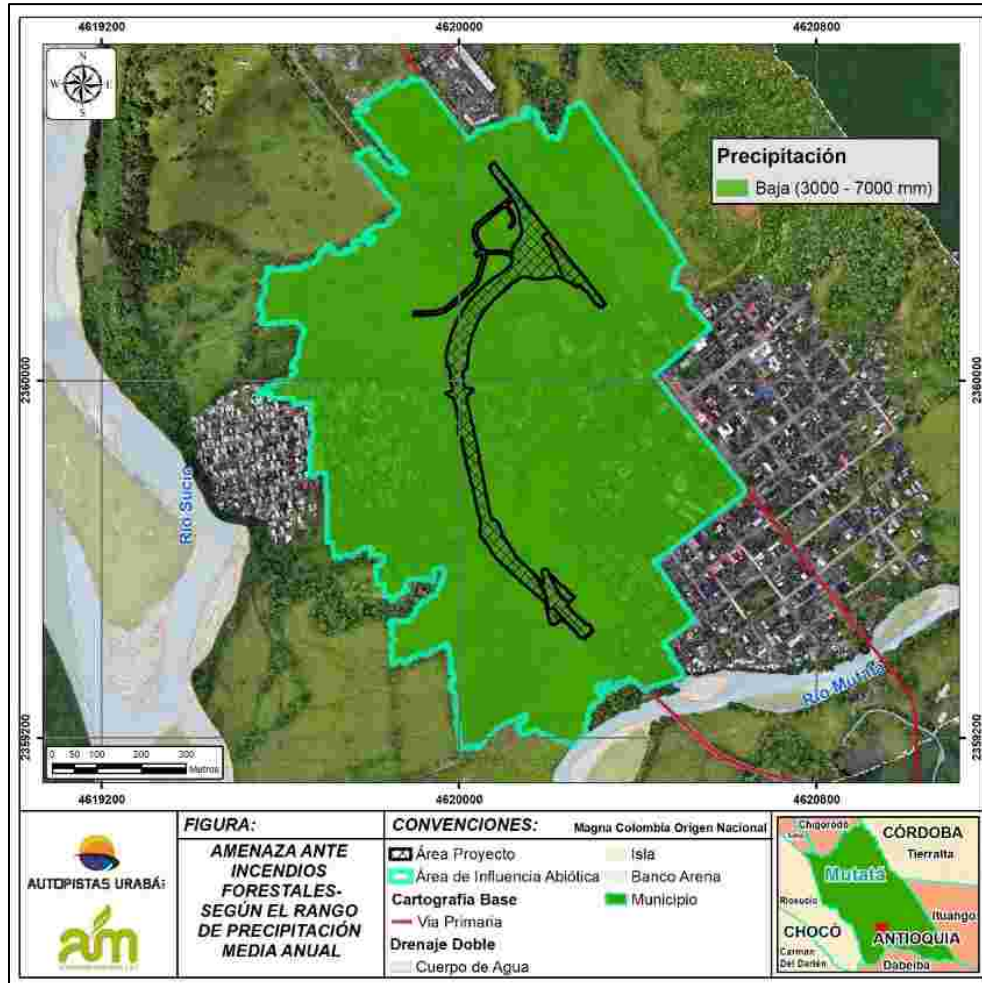


Figura 11.59 Amenaza según el rango de precipitación anual
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

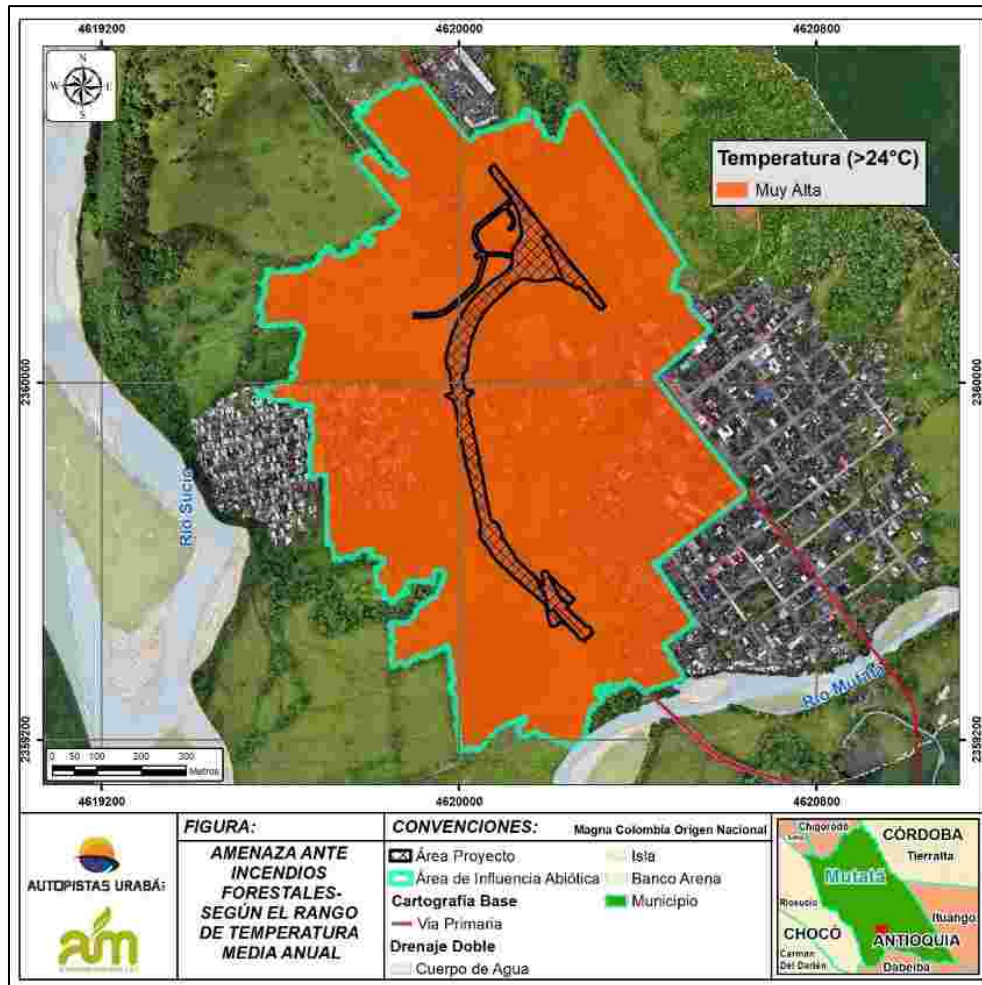


Figura 11.60 Amenaza según el rango de temperatura anual
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

El grado de la pendiente influye en la transmisión del calor de las llamas hacia la vegetación circundante; sobre secando la vegetación a favor de pendiente y preparándola para que, a la llegada del fuego, éste propague de forma más rápida e intensa a favor de la pendiente que en contra. A partir del mapa de curvas de nivel se genera el modelo digital del terreno y a partir de éste el mapa de pendientes en porcentaje.

- **Incorporación de información de pendientes en la evaluación de la amenaza:** El mapa de pendientes en porcentaje se reclasifica y se le asigna una clasificación según la Tabla 11.66, dado que, mientras más inclinadas sean las laderas, mayor será la velocidad de propagación del fuego, lo cual se puede evidenciar de manera grafica en la Figura 11.61.

Tabla 11.66 Categorización de amenaza según el grado de pendiente

Pendiente media (%)	Categoría de amenaza	Calificación
0-7 %	Muy baja	1
7-12 %	Baja	1

Pendiente media (%)	Categoría de amenaza	Calificación
12-25 %	Moderada	2
25-75 %	Alta	3
>75 %	Muy alta	4

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

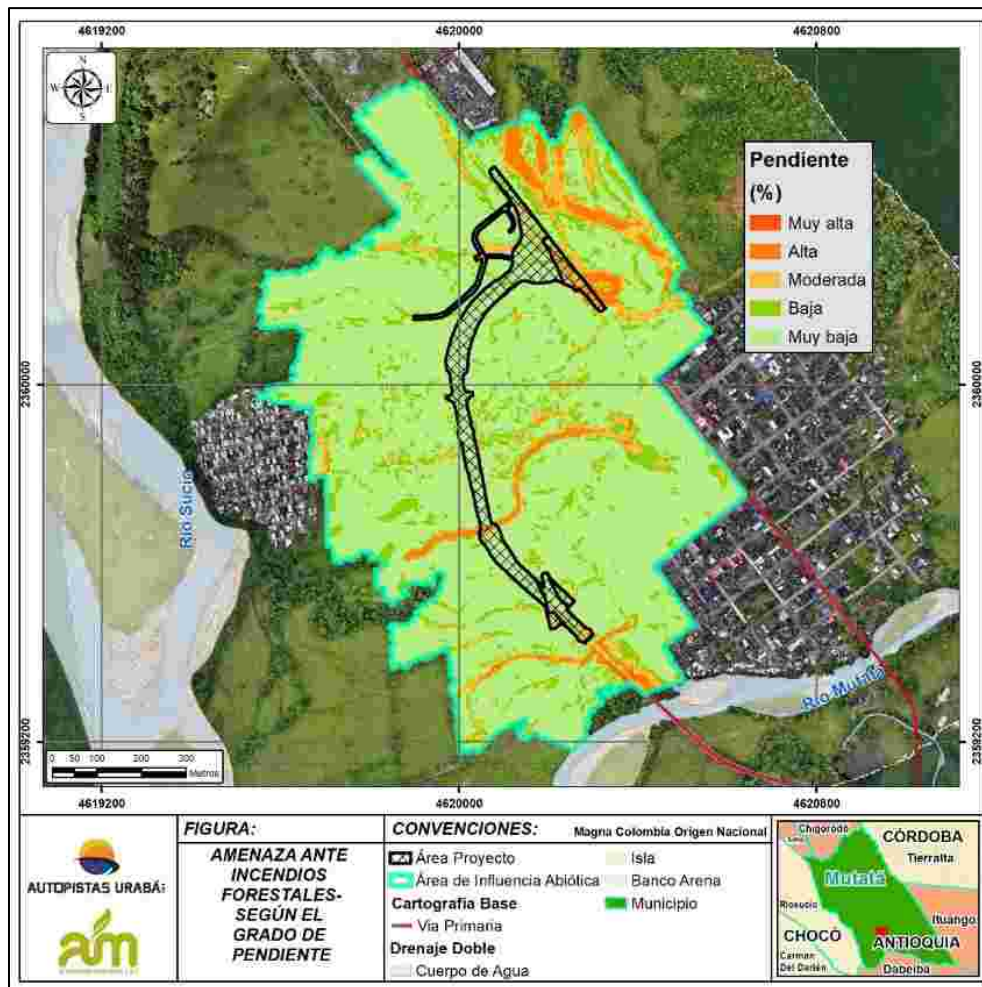


Figura 11.61 Amenaza según el grado de pendiente

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- Factor de frecuencia:
Para este proyecto específico el factor de frecuencia se relaciona con base en los reportes de incendios forestales en el municipio y en el análisis del monitoreo de puntos de calor en Colombia definidos por el IDEAM⁹². En este contexto, dado que no se registran incendios forestales en la zona urbana de Mutatá y los puntos de calor identificados por el IDEAM se encuentran considerablemente alejados del

⁹² (IDEAM, Monitoreo de Puntos de Calor en Colombia, 2025)

área de influencia del proyecto, el nivel de amenaza asociado a este factor se considera bajo, como se muestra en la [Figura 11.62](#)

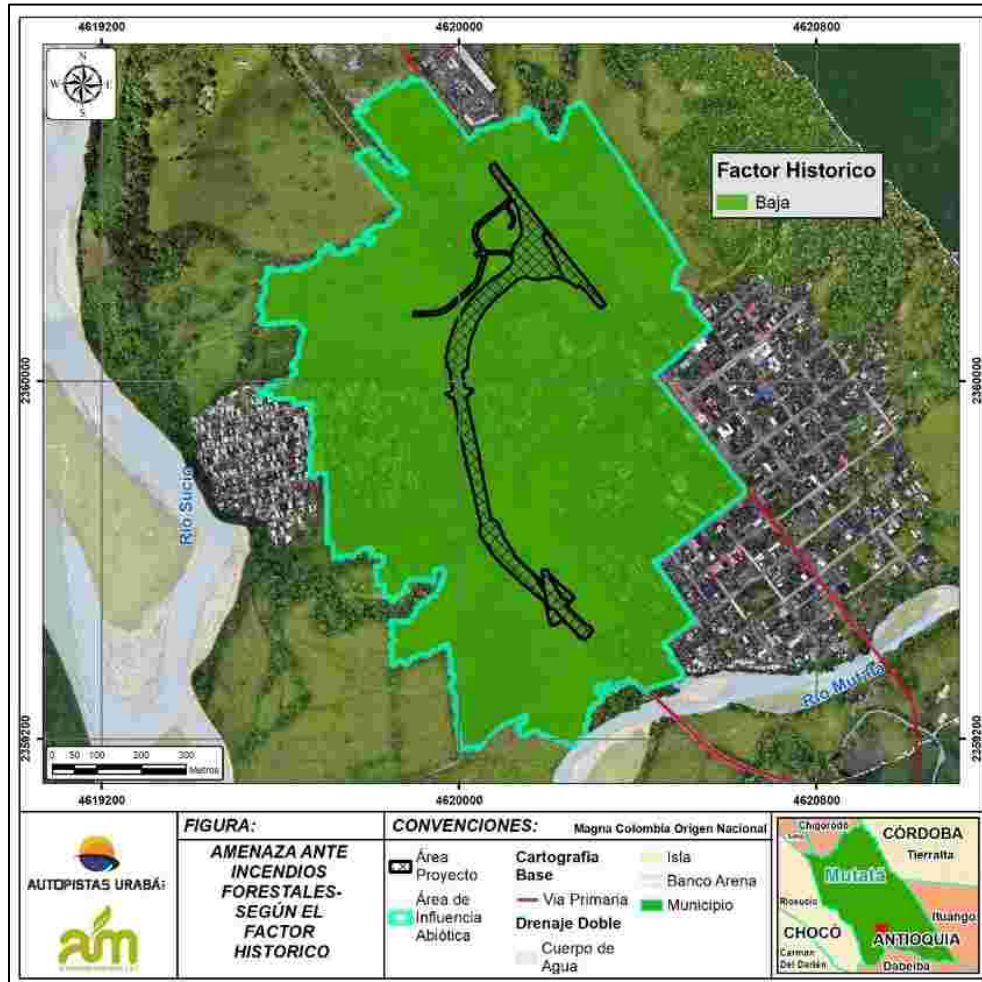


Figura 11.62 Amenaza según el factor histórico

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

- Factores de accesibilidad:** Este factor se considera en el análisis de la Amenaza puesto que es fundamental tener en cuenta la probabilidad de 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.

Este análisis se realiza a partir del mapa de la red vial a partir del cual se generan cinco zonas buffer para las vías existentes en el área de estudio. Para este proceso, se debe realizar a partir del mapa vial (vías principales y secundarias), la generación de cinco (5) zonas buffer cada una de 500 m de grosor (250 m a cada lado); una vez generados los buffers, se procede a su calificación para la generación de las amenazas que se pueden presentar sobre la cobertura por

efecto de la mayor o menor posibilidad de acceso que se tenga sobre ellas, de acuerdo con los siguientes criterios establecidos en la Tabla 11.67 y representados de manera grafica en la Figura 11.63.

Tabla 11.67 Categorización de amenaza según la distancia red vial

Distancia a la vía (grosor del buffer en m)	Categoría de amenaza	Calificación
0-500	Muy alta	5
500-1500	Alta	4
1000-1500	Moderada	3
1500-2000	Baja	2
Más de 2000	Muy baja	1

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

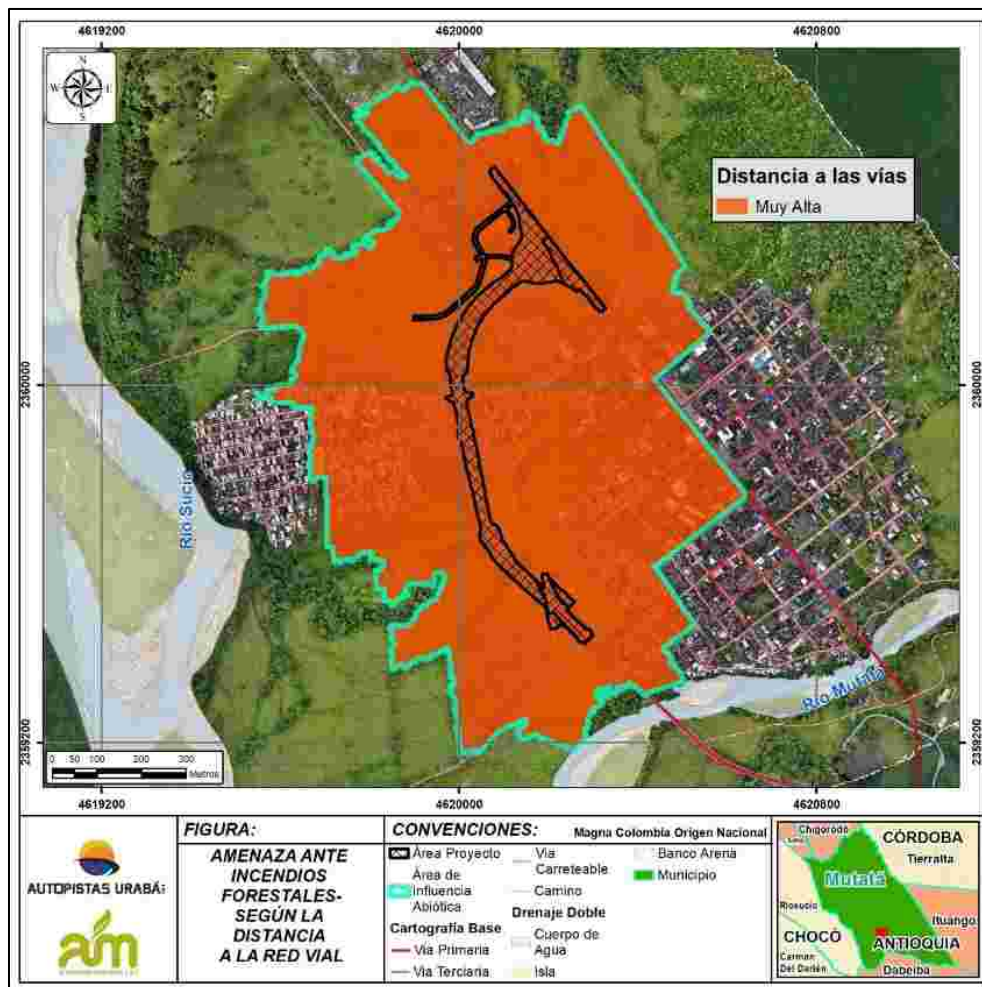


Figura 11.63 Amenaza según la distancia a la red vial

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

- **Obtención del mapa ante incendios de cobertura vegetal:** El mapa de amenaza por incendios es un insumo relevante en estudios ambientales, además

de ser de gran importancia para la toma de decisiones en lo concerniente a estudios de gestión y reducción del riesgo.

Con el resultado obtenido a partir de la generación de susceptibilidad de la vegetación a incendios y los insumos de precipitación, temperatura, pendientes, histórico y accesibilidad se genera la zonificación de amenazas a incendios mediante una suma ponderada, con la información generada durante los procesos anteriores, a partir de la relación de álgebra de mapas genera una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total por incendios forestales.

$$\begin{aligned} \text{Amenaza} = & \text{susceptibilidad de la vegetación} * (0.17) + \text{precipitación} * (0.20) \\ & + \text{temperatura} * (0.20) + \text{pendientes} * (0.07) + \text{frecuencia} * (0.10) \\ & + \text{accesibilidad} * (0.10) \end{aligned}$$

Una vez realizada la respectiva suma ponderada, se procede a realizar una distribución de frecuencias en cinco (5) rangos para así llegar a categorizar el grado de amenaza entre muy baja (rango menor) a muy alta (rango mayor), considerando las categorías intermedias de baja, media y alta, respectivamente. Con la información generada de los factores propios del área de análisis y mediante procesos de álgebra de mapas, se generó una suma ponderada la cual equivale a la amenaza total por incendios forestales.

En la Tabla 11.68 se presenta la distribución porcentual de la amenaza con su respectiva categoría de la amenaza y en la [Figura 11.64](#) se muestra la distribución espacial en el área de influencia del proyecto vial.

Tabla 11.68 Categorización de la zonificación de la amenaza por incendios forestales

Categoría de amenaza	Área (Ha)	Área (%)
Moderada	34,02	34,49%
Alta	64,62	65,51%
Total	98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

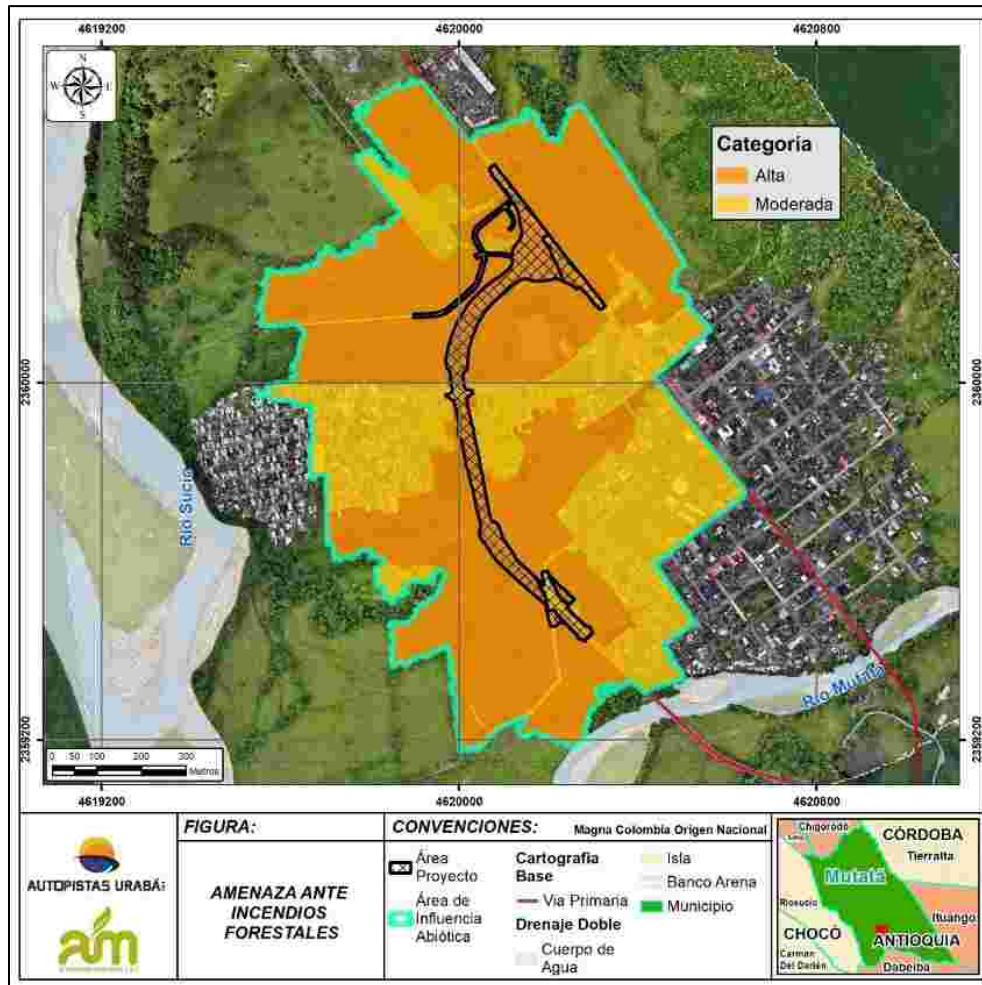


Figura 11.64 Mapa de amenaza ante incendios forestales

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

iii. Amenazas antrópicas

De acuerdo con la UNGRD, las amenazas antrópicas se definen como peligro latente generado por la actividad humana en la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios y en la construcción y uso de infraestructura y edificios. Comprenden una gama amplia de peligros como lo son las distintas formas de contaminación de aguas, aire y suelos, los incendios, las explosiones, los derrames de sustancias tóxicas, los accidentes en los sistemas de transporte, la ruptura de presas de retención de agua, etc⁹³. Dentro de las principales causas de este tipo de amenazas se destacan las siguientes⁹⁴:

- Desconocimiento o conocimiento inadecuado.
- Deficiencia en los materiales de construcción de las instalaciones.

⁹³ (SNGRD, 2017)

⁹⁴ (UNGRD, 2018)

- Deficiencias tecnológicas en los instrumentos de operación.
- Uso de sustancias químicas peligrosas.
- Malas prácticas de conducción y problemas en las vías.
- Fallas en la operación.
- Fallas en el proceso.
- Fallas de equipos.
- Fallas de diseño.
- Factor humano.
- Fenómenos naturales o socio-naturales.
- Actores externos.

De acuerdo con el PMGRD del municipio de Mutatá, los escenarios de riesgo asociados a amenazas antrópicas son los incendios estructurales, las explosiones, las fugas de materiales peligrosos, los accidentes de tránsito entre otros. A continuación, se describen las amenazas antrópicas identificadas para el proyecto vial "Variante Mutatá" las cuales incluyen aquellos eventos amenazantes derivados de las actividades operativas.

a. Alteración de orden público y social

La alteración del orden público en el marco del proyecto vial "Variante Mutatá" puede originarse por factores externos asociados a personas ajenas al desarrollo del proyecto. Estas situaciones pueden interrumpir las actividades constructivas mediante actos delictivos y representan una amenaza que afecta la seguridad de los espacios públicos. Este tipo de riesgos compromete la vida, la integridad física y los bienes de las personas, estando relacionados con fenómenos como asonadas, atracos, robos, extorsiones, secuestros y otras formas de violencia. Por ello, es fundamental establecer mecanismos claros de prevención y gestión de estas amenazas.

Colombia enfrenta altos niveles de violencia, lo que la posiciona como uno de los países más afectados por este fenómeno en el mundo. La región del Urabá, donde se encuentra el municipio de Mutatá, tiene una ubicación geoestratégica que la convierte en un territorio de gran valor político, económico y militar. Esta riqueza, sumada a su diversidad agroindustrial y natural, ha sido aprovechada por grupos armados ilegales que buscan consolidar el control sobre la región⁹⁵.

Una de las problemáticas más significativas en Mutatá es el desplazamiento forzado. Según el PMGRD de Mutatá, entre 1997 y 2000, incursiones de grupos armados como las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) generaron una crisis social en corregimientos como Pavarandó, Pavarandosito y Bajirá, así como en veredas como Piñales, Cacaos, La Secreta, Las Malvinas, Chontadural y Colbalsos. Estas acciones intimidaron a la población, provocando un desplazamiento masivo hacia la cabecera municipal.

Entre los factores que facilitaron estos hechos se destacan la limitada presencia de la fuerza pública, la confrontación armada entre grupos ilegales, la existencia de cultivos ilícitos y la ubicación estratégica de algunas veredas, lo que las convirtió en corredores de

⁹⁵ (PMGRD, 2012)

interés para los actores armados. Estas dinámicas han ocasionado graves afectaciones sociales, económicas y ambientales en Mutatá y en toda la región del Urabá. Además de los eventos de desplazamiento forzado que han afectado históricamente al municipio de Mutatá, se han registrado otras situaciones que han alterado el orden público, como los paros camioneros, bloqueos de vías y el cierre del comercio local debido a manifestaciones de diversas comunidades indígenas, afrodescendientes y mestizas. Es relevante señalar que, debido a su ubicación estratégica en la frontera con el departamento del Chocó, Mutatá se ha convertido en el epicentro de numerosas protestas protagonizadas por comunidades de localidades como Belén de Bajirá, Riosucio y Carmen del Darién, en el Chocó. Este tipo de eventos de alteración del orden público y social puede generar impactos significativos en el desarrollo de las obras del proyecto vial. Situaciones como bloqueos, hurtos y protestas dirigidas contra el proyecto podrían retrasar las actividades programadas, incrementar los costos de ejecución y poner en riesgo la seguridad del personal y de los recursos. Estas circunstancias evidencian la necesidad de implementar estrategias efectivas de prevención, gestión de conflictos y articulación con las comunidades locales para minimizar los riesgos y garantizar la continuidad del proyecto. A partir de los hechos históricos y las problemáticas sociales que han caracterizado el territorio de Mutatá, se califica el nivel de amenaza relacionado con la alteración del orden público y social como alto. Esto se debe a factores como la presencia de grupos armados ilegales, el desplazamiento forzado, las manifestaciones sociales, y los conflictos relacionados con la violencia en la región. Estos elementos históricos y sociales aumentan la probabilidad de que ocurran eventos disruptivos durante el desarrollo de proyectos en la zona, lo que representa una amenaza considerable para la seguridad y el normal avance de las obras, es por esto que se le asigna un nivel de amenaza medio al área de intervención directa del proyecto como se aprecia en la [Figura 11.65](#).

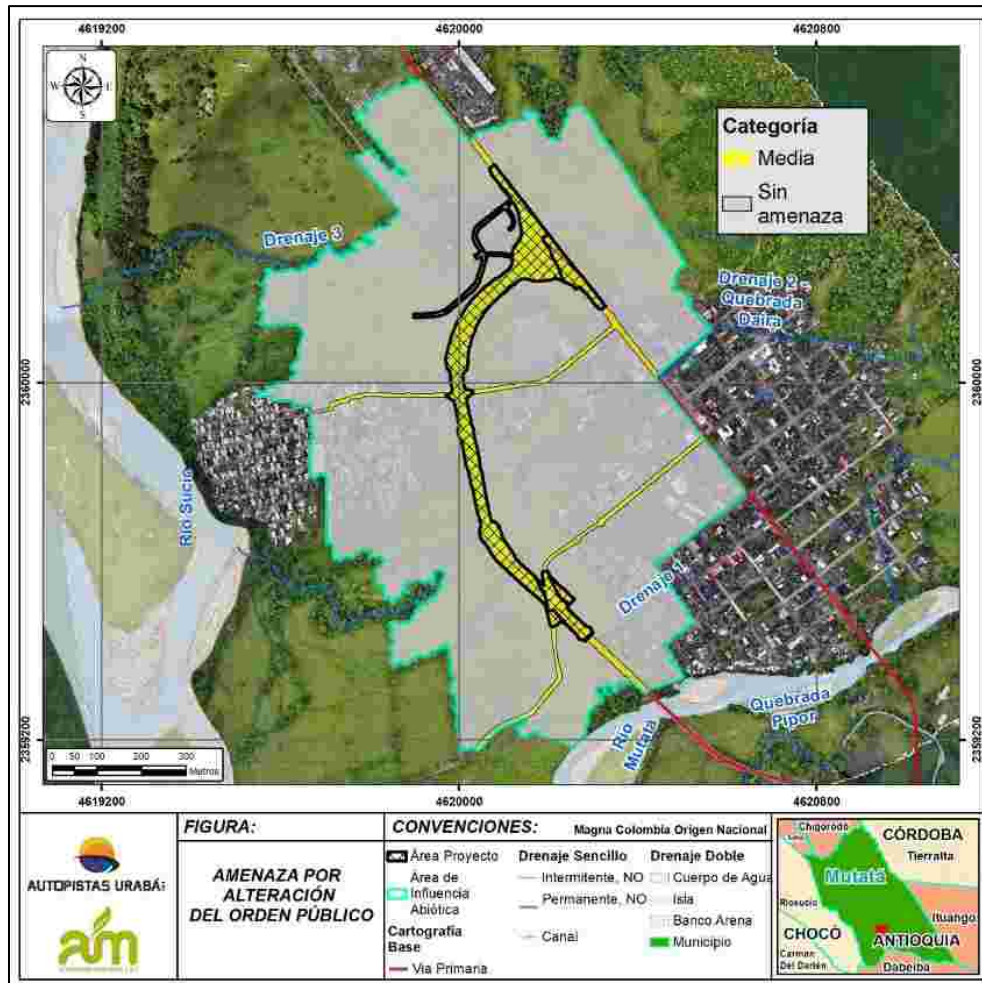


Figura 11.65 Amenaza por alteración del orden público y social
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

b. Explosiones

La explosión puede definirse como la liberación repentina de un gas a alta presión, con la consecuente disipación de su energía en forma de onda de choque, un fenómeno que se caracteriza por los siguientes elementos fundamentales:

- Sustancia liberada en fase gaseosa: El material liberado debe ser un gas o vapor, independientemente del estado original de la sustancia, siempre y cuando lo expulsado sea gaseoso.
- Liberación súbita: La velocidad de liberación debe ser suficientemente rápida como para que la energía contenida genere una onda de presión destructiva, excluyendo escapes paulatinos o graduales.
- Presión elevada: El gas debe estar a una presión lo suficientemente alta para causar y sostener una expansión violenta.

- Liberación en el ambiente: El gas o vapor se libera fuera de un contenedor, ya sea en el aire libre o en un recinto cerrado, mientras que el recipiente puede ser un depósito, conducto o reactor.
- Naturaleza de la sustancia: Puede ser combustible o no combustible, lo que influye en el tipo de explosión (física o química) y su desarrollo.
- Estado físico: La sustancia involucrada puede estar en estado sólido, líquido, gas, polvo suspendido, líquido nebulizado o mezclas de estas formas.
- Confinamiento de la sustancia: Puede estar libre en el ambiente o confinada en un recipiente bajo presión atmosférica o superior.

En todos los casos, se genera una expansión de gases acompañada de una onda de presión destructiva, elemento central en el fenómeno explosivo.

En la Tabla 11.69 se presentan los niveles de daño esperado acorde a diferentes valores de sobrepresión de la onda expansiva en una explosión.

Tabla 11.69 Nivel de daño esperado a valores de sobrepresión específicos

Sobrepresión (psig)	Daño esperado
0.04	Ruido fuerte (143db), falla de vidrio con estallido supersónico
0.15	Presión típica por falla de vidrio
0.40	Daño estructural menor limitado
0.50-1.0	Las ventanas generalmente se rompen; algunos daños en el marco de la ventana
0.70	Daños menores a estructuras de viviendas.
1.0	Demolición parcial de viviendas; hecho inhabitable.
1.0 – 2.0	Los paneles de metal corrugado fallan y se doblan. Paneles de madera de vivienda soplados.
1.0 – 8.0	Rango para lesiones de laceración de leves a graves por cristales volando y otros misiles.
2.0	Colapso parcial de paredes y techos de viviendas.
2.0 – 3.0	Concreto no reforzado o muros de bloques de hormigón destrozados.
2.4 – 12.2	Rango de 1 a 90% de ruptura del tímpano entre poblaciones expuestas
2.5	50% de destrucción de ladrillos de casa.
3.0	Edificios con estructuras de acero, distorsionadas y alejadas de los cimientos.
5.0	Postes de madera rotos
5.0 – 7.0	Destrucción casi completa de viviendas.
7.0	Vagones de tren cargados volcados
9.0	Vagones de tren cargados demolidos
10.0	Probable destrucción total del edificio
14.5 – 29.0	Rango de 1-99% de muertes entre las poblaciones expuestas debido a los efectos directos de la explosión.

Fuente: ALOHA, 2018.

Las explosiones pueden originarse por fenómenos físicos, químicos o una combinación de ambos. Las explosiones físicas ocurren cuando hay una liberación súbita de gases a alta presión sin que intervenga una reacción química, aunque en algunos casos puede presentarse vaporización. Este tipo de explosiones se clasifica en dos categorías principales: la explosión por liberación de un gas comprimido, que ocurre cuando un gas bajo alta presión se libera de forma abrupta, y la explosión por liberación de gas licuado inflamable o no inflamable (BLEVE). En el caso del BLEVE, si están involucradas

sustancias inflamables o combustibles, puede generarse un incendio posterior en forma de una "bola de fuego".

Por otro lado, las explosiones químicas implican una reacción entre dos o más sustancias que produce gases y calor dentro de un recipiente. Esta acumulación de presión debilita el recipiente hasta romperlo por su punto más vulnerable, liberando los gases a alta presión hacia el ambiente. Estas explosiones pueden dividirse en tres categorías. La primera incluye las explosiones térmicas, en las que el calentamiento extremo de sustancias genera gases sin necesidad de ignición externa. La segunda categoría abarca las explosiones por deflagración, caracterizadas por bajas presiones y velocidades de propagación, donde el frente de llama avanza más lentamente que la onda de presión. Estas son comunes en casos como gases, vapores no confinados, polvos en suspensión y descomposición de ciertos productos químicos. La última categoría corresponde a las explosiones por detonación, que se distinguen por sus altas presiones y velocidades de propagación. En este caso, el frente de llama está acoplado a la onda de presión, haciendo de estas explosiones eventos más destructivos, como ocurre en vapores y gases confinados o en polvos explosivos⁹⁶.

Las posibles causas de explosiones relacionadas con el proyecto vial incluyen factores como sismos, errores humanos, incendios, derrames de sustancias inflamables o combustibles, fugas de gases inflamables, acumulación de polvos combustibles, fallas en la operación, fallas en los procesos o equipos, y condiciones inadecuadas en el almacenamiento de sustancias químicas. Asimismo, se consideran peligrosas las condiciones inapropiadas o accidentes durante el transporte interno, ya sea motorizado o no motorizado, de sustancias químicas. Además, es importante señalar que las explosiones también pueden ser provocadas por actos intencionales, como atentados dirigidos a los componentes del proyecto vial.

Entre las consecuencias de las explosiones se destacan los daños a la infraestructura, equipos y materias primas, la contaminación atmosférica y de fuentes hídricas, los impactos negativos en la flora y fauna de la zona afectada, y los riesgos para la salud de las personas expuestas. Estas afectaciones incluyen toxicidad, exposición a radiación térmica y lesiones causadas por sobrepresión. Este panorama refuerza la necesidad de implementar estrategias rigurosas de prevención, manejo de riesgos y atención ante emergencias para minimizar los impactos potenciales de estos eventos.

Es esencial prestar especial atención a los lugares destinados al almacenamiento de sustancias químicas, incluyendo la zona temporal establecida para este propósito. Esto requiere el diseño e implementación de medidas específicas de prevención, reducción de riesgos y manejo adecuado. Las sustancias almacenadas en estas áreas deben ser evaluadas con base en su peligrosidad y manejo seguro, tal como se detalla en el Anexo C11_1_3/2_Sust_Qmcas. A partir de las actividades constructivas que requieren el manejo de sustancias químicas y considerando los eventos registrados en proyectos similares, se establece que el nivel de amenaza por explosiones para el proyecto vial es medio. Este nivel de amenaza se fundamenta en los riesgos asociados al uso, almacenamiento y transporte de sustancias inflamables o combustibles, así como en

⁹⁶ (Botta, 2015)

posibles fallos operativos, errores humanos, o condiciones inadecuadas en los procesos constructivos.

c. Derrames

Un derrame se define como el vertimiento accidental de un producto en estado líquido o sólido⁹⁷. Los derrames con mayores repercusiones suelen involucrar sustancias químicas y residuos peligrosos, destacando aquellos que representan un alto riesgo para la salud humana, como productos inflamables y/o combustibles (diésel, gasolina, grasas, aceites, gas propano, acetileno para soldadura, pinturas base aceite y solventes).

Entre las principales causas de derrames se encuentran los sismos, errores humanos, operaciones de cargue y descargue, así como condiciones inadecuadas o accidentes relacionados con el transporte interno, ya sea motorizado o no motorizado. También se incluyen fisuras o daños en tuberías de conducción, fallos en procesos y equipos, manipulación y almacenamiento incorrectos, uso de contenedores no aptos, manejo inadecuado de residuos, actividades de desmontaje de equipos durante la etapa de cierre y abandono, y acciones intencionales, como atentados.

Las consecuencias de los derrames en vías incluyen contaminación de fuentes hídricas, especialmente cuando las sustancias vertidas alcanzan cuerpos de agua; liberación de contaminantes a la atmósfera, causando contaminación atmosférica; impactos negativos en la flora y fauna de la zona afectada; y daños a la infraestructura, equipos y materias primas.

Adicionalmente, estos efectos pueden intensificarse dependiendo de los elementos expuestos al derrame. Por ejemplo, la presencia de sustancias incompatibles puede generar reacciones químicas peligrosas, aumentando el riesgo de incendios y explosiones, lo que agrava significativamente el escenario.

En la Tabla 11.70 se presentan las principales consecuencias de derrames por sustancias implicadas en el desarrollo del proyecto vial.

Tabla 11.70 Consecuencias del derrame de sustancias químicas líquidas

Sustancia	Consecuencia
Gasolina	Sustancia líquida inflamable. Peligro de incendio o explosión por calor, chispa o llamas. El vapor puede causar dolor de cabeza, náuseas, vértigo y somnolencia.
ACPM	Líquido inflamable. Puede encender por calor, chispa, llama o descarga electrostática. Los contenedores vacíos pueden tener residuos del producto que incluyen vapores que pueden formar mezclas inflamables y explosivas con el aire.
Lubricante	Líquido inflamable. Peligro de incendio o explosión por calor, chispa o llamas. Produce gases tóxicos por combustión.

⁹⁷ (SNGRD, 2017)

Sustancia	Consecuencia
Emulsión asfáltica	Aunque no están clasificados como inflamables, los asfaltos son materiales hidrocarbonados y pueden arder. Se almacenan y manejan normalmente por encima de los 100 °C por lo que el contacto con agua puede producir una expansión violenta, peligro de salpicaduras y desbordamiento por ebullición.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Además de las consecuencias previamente descritas, que están principalmente enfocadas en los daños a la salud de las personas, es importante señalar que los derrames de sustancias químicas también pueden generar otros impactos significativos. Entre estos se incluyen la contaminación de fuentes de agua cuando las sustancias derramadas llegan a cuerpos hídricos, lo que puede alterar su calidad y afectar los ecosistemas asociados. También pueden causar contaminación atmosférica debido a la liberación de contaminantes al ambiente, lo que impacta la calidad del aire en la zona afectada.

Asimismo, los derrames pueden provocar impactos negativos en la flora y fauna, alterando el equilibrio de los ecosistemas del área afectada. Esto incluye posibles daños directos a especies por exposición a sustancias tóxicas o indirectos por la degradación de su hábitat. Por último, estas situaciones también pueden ocasionar daños a la infraestructura, equipos y materias primas, lo que repercute en pérdidas económicas y en el retraso de actividades relacionadas con el proyecto. Basándose en las actividades de construcción que implican el uso de sustancias químicas y considerando los antecedentes de incidentes en proyectos similares, se determina que el nivel de amenaza por derrames en el proyecto vial es medio. Este nivel se justifica por los riesgos vinculados al manejo, almacenamiento y transporte de materiales inflamables o combustibles, así como por posibles fallas operativas, errores humanos, defectos en tuberías, y condiciones inadecuadas en los procesos constructivos.

d. Fugas

Las fugas se refieren a la pérdida accidental de contención de materiales gaseosos o en estado de vapor. A diferencia de los derrames, las fugas suelen ser más difíciles de detectar debido a la naturaleza del estado físico de la sustancia (gas o vapor), y se dispersan fácilmente en el lugar de la fuga por la alta movilidad de las sustancias gaseosas. Las fugas asociadas con sustancias químicas y residuos peligrosos pueden tener consecuencias significativas, ya que el gas o vapor liberado puede afectar tanto a los trabajadores del proyecto vial como a la población cercana.

Además de las fugas relacionadas con las sustancias utilizadas en el proyecto vial, es importante tener en cuenta las fugas externas, como las asociadas con la red de gas domiciliario en el casco urbano municipal, que también puede generar riesgos para los trabajadores y los habitantes del área de influencia.

Las principales causas de las fugas en el proyecto vial están relacionadas con el cargue y descargue de sustancias, condiciones inadecuadas durante el transporte interno (motorizado y no motorizado), fisuras o daños en las tuberías de conducción, almacenamiento inadecuado de las sustancias y fallas en el sistema de gases de combustión. Dado que las actividades de construcción del proyecto se llevan a cabo en el

costado occidental del municipio, a una distancia prudente de la red de gas domiciliario, el nivel de amenaza asociado a fugas es bajo. Esta ubicación estratégica minimiza el riesgo de interacción entre las actividades del proyecto vial y la infraestructura de gas, reduciendo así la probabilidad de incidentes relacionados con fugas de gas.

e. Colapso estructural

El colapso estructural ocurre cuando una estructura o alguno de sus elementos pierde su capacidad de desempeñar la función para la que fue diseñada. Esto puede deberse a condiciones externas o internas que generan la pérdida de estabilidad, resistencia o funcionalidad, conduciendo a su destrucción total o parcial. Entre las principales causas se incluyen defectos en el diseño, materiales inadecuados, sobrecargas, eventos naturales extremos (como terremotos o vientos fuertes) o un mantenimiento deficiente.

Esta condición pone en riesgo tanto la infraestructura como la seguridad de las personas y el entorno asociado, por lo que su prevención exige un diseño adecuado, materiales de calidad, monitoreo constante y un mantenimiento periódico. Las principales causas de colapsos estructurales asociados al proyecto vial incluyen sismos, errores en el diseño, fallos durante la construcción, impactos, explosiones, incendios, vendavales y atentados. Dentro del área del proyecto, las infraestructuras con mayor probabilidad de experimentar colapsos son las obras hidráulicas y el box culvert peatonal.

Entre las posibles consecuencias de estos colapsos destacan: afectaciones a los trabajadores que se encuentren en las proximidades, daños a equipos y maquinarias, derrames o fugas de sustancias químicas y otras materias primas, y la posibilidad de que ocurran incendios o explosiones secundarias.

Para el proyecto vial "Variante Mutatá", El análisis estructural de las estructuras del proyecto se realizó siguiendo la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14, la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10, y utilizando el software MIDAS GEN para el análisis estructural y GEO5 para el análisis geotécnico de capacidad de carga y asentamientos. Los materiales considerados para el diseño de las estructuras de concreto fueron acero de refuerzo corrugado con un esfuerzo a la fluencia (f_y) de 420 MPa y concreto con una resistencia a la compresión (f'_c) de 28 MPa. En la Tabla 11.71 se realiza un resumen del análisis de las estructuras susceptibles a presentar colapso estructural.

Tabla 11.71 Análisis estructural de obras

Obra/Estructura	Característica	Análisis geotécnico	Análisis estructural
Canal 1 (Abscisas 45+270 a 45+550)	Sección transversal de 2.0 m x 0.50 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Se desarrolla en la zonificación geotécnica 1 y 2, sobre un depósito antrópico	Capacidad portante admisible: 198.27 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 10.37, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 2.0 mm	Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones. Espesor de muros y losa: 0.15 m. Chaflán: recomendado de 0.10 m x 0.10 m. Cumple con los chequeos de flexión y cortante
Box Culvert 1 (Abscisas 45+347)	Sección transversal de 2.0 m x 0.50 m,	Capacidad portante admisible: 284.25 kPa por	Espesor de muros y losa: 0.30 m.

Obra/Estructura	Característica	Análisis geotécnico	Análisis estructural
a 45+362)	con un espesor de concreto de 0.30 m. Se encuentra en la zonificación geotécnica 1	metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 8.62, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 2.7 mm	Chaflán: Se debe implementar un chaflán de 0.20 m x 0.20 m en los extremos. Refuerzo: Barras #4 espaciadas cada 0.15 m para refuerzo transversal y barras #4 espaciadas cada 0.20 m para refuerzo longitudinal
Box Culvert 2 (Abscisa 45+550)	Sección transversal de 3.0 m x 2.5 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Se localiza en la zonificación geotécnica 2	Capacidad portante admisible: 540.95 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 5.17, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 6.4 mm	Espesor de muros y losa: 0.35 m. Chaflán: Se debe implementar un chaflán de 0.20 m x 0.20 m en los extremos. Refuerzo: Barras #5 espaciadas cada 0.15 m para refuerzo transversal y barras #4 espaciadas cada 0.20 m para refuerzo longitudinal. Módulos de balasto (Kv): 3651 kN/m ³ . Requiere chaflanes para cumplir el chequeo a cortante
Canal 2 (Abscisas 45+550 a 45+770)	Sección transversal de 1.2 m x 0.50 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Se desarrolla en la zonificación geotécnica 3	Capacidad portante admisible: 196.75 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 10.13, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 1.8 mm	(Se rige por el diseño general de canales) Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones. Espesor de muros y losa: 0.15 m. Chaflán: Recomendado de 0.10 m x 0.10 m. Cumple con los chequeos de flexión y cortante
Alcantarilla 1 (Abscisa 45+700)	Sección transversal de 1.0 m x 1.20 m con un espesor de concreto de 0.20 m. Pertenece a la zonificación geotécnica 3	Capacidad portante admisible: 353.43 kPa. Factor de seguridad: 7.45, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 3.1 mm	(Se rige por el diseño general de pocetas) Espesor: 0.25 m. Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones (para losa y muros). Cumple con los chequeos de flexión y

Obra/Estructura	Característica	Análisis geotécnico	Análisis estructural
Box Vehicular (Abscisa 45+860)	Sección transversal de 5.0 x 11.30 m, con espesor de concreto de 0.60 m. Localizado en la zonificación geotécnica 3	Capacidad portante admisible: 2053.75 kPa. Factor de seguridad: 22.86, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 3.5 cm (39.6 mm)	cortante Espesor de muros, losa inferior y superior: 0.60 m. Chaflanes: Requiere chaflanes de 0.25 m x 0.25 m en los extremos para atender las sollicitaciones a cortante. Refuerzo: Barras #8 espaciadas cada 0.15 metros para refuerzo transversal y barras #5 espaciadas cada 0.20 metros para refuerzo longitudinal (por retracción y temperatura). Módulos de reacción (vertical): 23119 kN/m ³ . Deformación relativa de la estructura: 0.001 m, la cual cumple con el límite de deformación (L/800 = 0.014 m). Barrera vehicular: Se implementará la barrera metálica tipo BMS1PLS-H1, con nivel de contención H1 (equivalente a NC2-Medio y TL3) y anchura de trabajo W2 (superando la mínima requerida de W4)
Alcantarilla 2 (Abscisa 45+937)	Poceta con sección transversal de 3.0 m x 1.5 m y 1.6 m de altura. Espesor de concreto 0.00 m (posiblemente un error de transcripción en el volumen IV, ya que el volumen VIII especifica 0.25 m de espesor para pocetas y un espesor de 0.20m en la tabla 6-1 del volumen IV). Ubicada en la	Capacidad portante admisible: 590.45 kPa. Factor de seguridad: 16.21, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 5.2 mm	(Se rige por el diseño general de pocetas) Espesor: 0.25 m. Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones (para losa y muros). Cumple con los chequeos de flexión y cortante

Obra/Estructura	Característica	Análisis geotécnico	Análisis estructural
	zonificación geotécnica 4		
Alcantarilla 3 (Abscisa 46+020)	Poceta con sección transversal de 3.0 m x 1.5 m y 1.6 m de altura. Espesor de concreto 0.00 m (posiblemente un error de transcripción en el volumen IV, ya que el volumen VIII especifica 0.25 m de espesor para pocetas y un espesor de 0.20m en la tabla 6-1 del volumen IV). Ubicada en la zonificación geotécnica	Capacidad portante admisible: 590.45 kPa. Factor de seguridad: 16.21, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 5.2 mm	(Se rige por el diseño general de pocetas) Espesor: 0.25 m. Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones (para losa y muros). Cumple con los chequeos de flexión y cortante
Box para Paso de Ganado (Abscisa 46+123)	((Este es el Box Culvert 3 en el informe de diseño estructural de obras hidráulicas)) Sección de 2.0 m x 2.0 m, con un espesor de concreto de 0.50 m. Localizado en la zonificación geotécnica 5	Capacidad portante admisible: 512.13 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 3.82, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 7.5 mm	Espesor de muros y losas: 0.25 m (inferido de la tabla de chequeo a cortante sin chaflanes, donde h=0.25m). Chaflán: No requerido. Refuerzo: Barras #4 espaciadas cada 0.15 m para refuerzo transversal y barras #4 espaciadas cada 0.20 m para refuerzo longitudinal. Módulos de balasto (Kv): 3957 kN/m ³
Canal 3 (Eje 3 y Eje 7, L=73.80 m)	Sección transversal de 0.50 m x 0.50 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Se desarrolla en la zonificación geotécnica 6	Capacidad portante admisible: 193.60 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 7.63, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 2.0 mm	Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones. Espesor de muros y losa: 0.15 m. Chaflán: Recomendado de 0.10 m x 0.10 m. Cumple con los chequeos de flexión y cortante
Box Culvert 4 (Abscisa 0+047, Eje 7)	Sección transversal de 1.50 m x 1.00 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Localizado en la zonificación	Capacidad portante admisible: 305.76 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 3.58, superando los mínimos requeridos.	(Se rige por el diseño general de Box Culvert 1, 4 y 5) Espesor de muros y losa: 0.30 m. Chaflán: Se debe

Obra/Estructura	Característica	Análisis geotécnico	Análisis estructural
	geotécnica 6	Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 5.0 mm	implementar un chaflán de 0.20 m x 0.20 m en los extremos. Refuerzo: Barras #4 espaciadas cada 0.15 m para refuerzo transversal y barras #4 espaciadas cada 0.20 m para refuerzo longitudinal
Alcantarilla 4 (Abscisa 0+165, Eje 7)	Poceta con sección transversal de 3.8 m x 2.0 m y 1.6 m de altura. Espesor de concreto 0.30 m. Localizada en la zonificación geotécnica 6	Capacidad portante admisible: 588.69 kPa. Factor de seguridad: 21.39, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 4.2 mm	Espesor: 0.25 m. Sin embargo, la tabla 6-1 del volumen IV indica 0.25m para Alcantarilla 4. Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones (para losa y muros). Cumple con los chequeos de flexión y cortante
Canal 4 (Abscisas 0+170 y 0+240, Eje 7)	Sección transversal de 1.20 m x 1.0 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Se desarrolla en la zonificación geotécnica 6	Capacidad portante admisible: 196.75 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 7.38, superando ampliamente los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 2.4 mm	Refuerzo: Barras #4 a 0.20 m en ambas direcciones. Espesor de muros y losa: 0.15 m. Chaflán: Recomendado de 0.10 m x 0.10 m. Cumple con los chequeos de flexión y cortante
Box Culvert 5 (Abscisa 0+240, Eje 7)	Sección transversal de 2.50 m x 1.00 m, con un espesor de concreto de 0.30 m. Se desarrolla en la zonificación geotécnica 6	Capacidad portante admisible: 300.93 kPa por metro lineal de estructura. Factor de seguridad: 3.95, superando los mínimos requeridos. Asentamiento elástico: Se estima un asentamiento de 5.1 mm	Espesor de muros y losa: 0.30 m. Chaflán: Se debe implementar un chaflán de 0.20 m x 0.20 m en los extremos. Refuerzo: Barras #4 espaciadas cada 0.15 m para refuerzo transversal y barras #4 espaciadas cada 0.20 m para refuerzo longitudinal. Módulos de balasto (Kv): 3704 kN/m ³ . Requiere chaflanes para cumplir el chequeo a cortante.

Obra/Estructura	Característica	Análisis geotécnico	Análisis estructural
Terraplenes	La vía se desarrolla completamente en terraplén	<p>Factores de seguridad mínimos aceptables: 1.5 en condiciones estáticas y superior a 1.0 en condiciones pseudoestáticas.</p> <p>Pendientes máximas: Para terraplenes de hasta 5 m de altura: 1.5H:1.0V. Para terraplenes de más de 5 m de altura (hasta 7 m): 1.8H:1.0V.</p> <p>Resultados de estabilidad: Se obtienen factores de seguridad aceptables en todas las zonas geotécnicas, tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas. No se esperan fallas de fondo</p>	<p>Asentamientos esperados: Menos de 1 cm (del orden de 9 mm o 1 cm para el muro en suelo reforzado) asociados a la operación de la vía, sin afectaciones significativas a la estructura del pavimento. Durante la construcción se esperan asentamientos del orden de 10 cm que pueden corregirse.</p> <p>Deformaciones horizontales: No superan los 2 mm para taludes típicos y hasta 1 cm para la sección del muro en suelo reforzado.</p> <p>El análisis de reducción de resistencia (SRM) arrojó valores superiores a 1.5 en todos los casos, confirmando que no se producirán fallas de fondo en los terraplenes.</p>
Muro en suelo reforzado (entre Abscisas 45+780 a 45+910)	Implementado para permitir terraplenes con una pendiente de 0.3H:1.0V en zonas con alta densidad de viviendas	<p>Análisis de estabilidad: Altura del muro (H): 6.7 m; Base del muro (B): 15.1 m; Profundidad de desplante (D): 0.8 m.</p> <p>Geotextiles: Se consideran dos tipos de geotextiles (PAVCO TR4000 y TR6000) con separaciones entre 0.50 m (superficiales) y 0.25 m (profundas). La tensión última requerida (Tu) es de 65.80 kN/m, cumplida por los geotextiles seleccionados.</p> <p>Longitud de empotramiento: La longitud total calculada máxima es de 5.8 m, inferior a las propuestas (entre 12.7 m y 16.6 m).</p> <p>Deslizamiento: La fuerza resistente factorada es mayor que las fuerzas actuantes mayoradas.</p> <p>Excentricidad y capacidad de carga: Ambas revisadas y cumplen los criterios.</p> <p>Estabilidad global: Las modelaciones estáticas y pseudoestáticas cumplen los criterios establecidos</p>	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S.

El factor de seguridad (FS) es un criterio fundamental en ingeniería geotécnica y estructural, utilizado para evaluar la estabilidad de cimentaciones, taludes y demás estructuras. Este valor garantiza que la capacidad resistente de un elemento sea superior a las cargas o sollicitaciones que actúan sobre él, proporcionando un margen de seguridad frente a la falla.

En los análisis de capacidad de carga realizados para las diferentes obras (canales, box culverts, alcantarillas, box vehicular, terraplenes y muros de suelo reforzado), se evidencia que los factores de seguridad obtenidos superan ampliamente los mínimos establecidos en la normativa vigente (numeral 6.2 de la NSR-10 y criterios de aceptación del CCP-14). Por ejemplo, el Box Vehicular presenta un FS de 22.86 y el Canal 2 un FS de 10.13, valores muy superiores a los mínimos requeridos. Incluso en los casos donde los FS son relativamente menores, como el Box Culvert 4 (FS = 3.58) o el Box Culvert 5 (FS = 3.95), los resultados siguen siendo significativamente superiores a los umbrales normativos.

En cuanto a la estabilidad de terraplenes y taludes, el Código Colombiano de Puentes (CCP-14), Sección 11, numeral 11.6.2.3, establece los siguientes criterios de aceptación

FS \geq 1.3 (condiciones estáticas) cuando los parámetros del suelo son bien definidos y el terraplén no contiene estructuras.

FS \geq 1.5 cuando los parámetros son limitados o el terraplén soporta un elemento estructural.

En condiciones pseudoestáticas (eventos extremos), se admite un FS $>$ 1.0.

Los análisis realizados muestran que los terraplenes cumplen con los criterios exigidos, obteniéndose factores de seguridad de 1.5 en condiciones estáticas y superiores a 1.0 en condiciones pseudoestáticas, lo cual asegura su estabilidad y descarta la ocurrencia de fallas de fondo.

En síntesis, considerando los altos valores de factores de seguridad obtenidos, la adecuada capacidad portante de los suelos, los asentamientos calculados dentro de rangos tolerables y el cumplimiento de los chequeos de flexión, cortante y deformación, se concluye que el nivel de amenaza por colapso estructural de las obras evaluadas es bajo. Este resultado refleja que las estructuras analizadas cuentan con un diseño robusto, márgenes de seguridad elevados y una baja probabilidad de falla bajo las condiciones actuales de carga y sollicitación (Ver Figura 11.66).

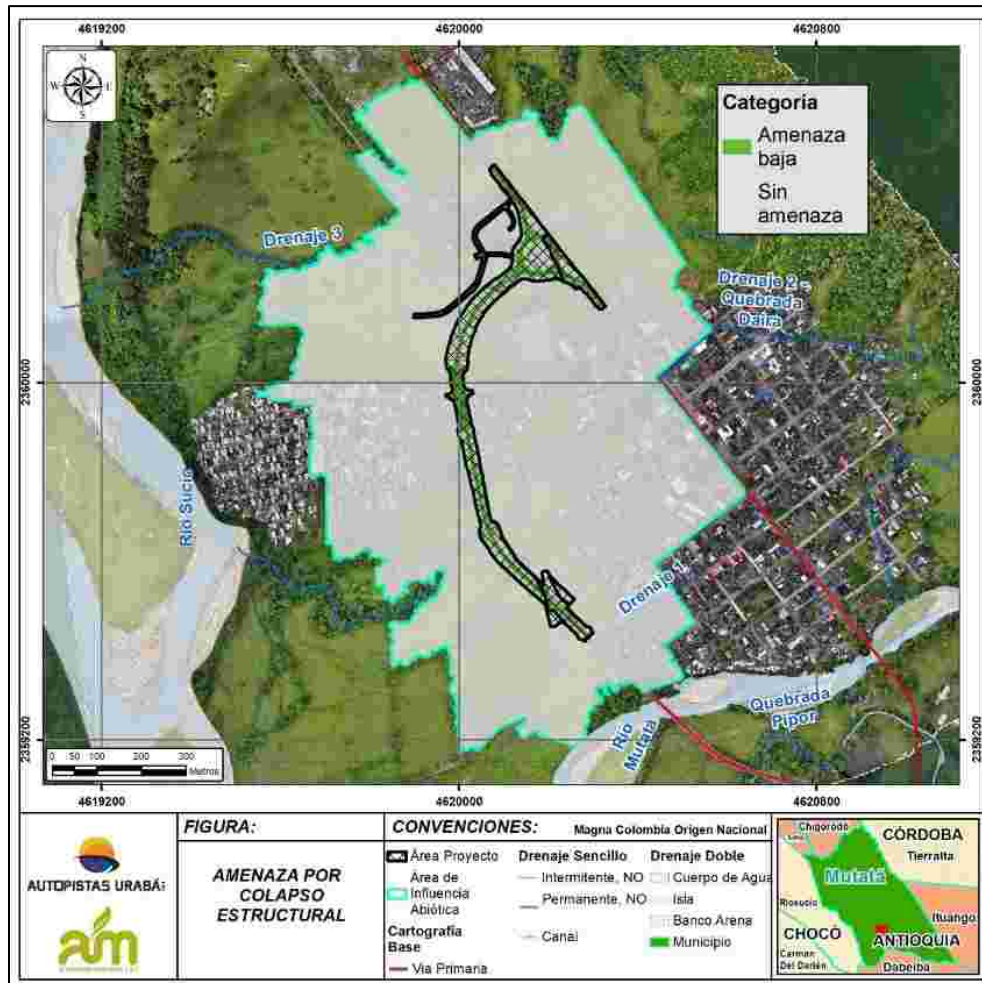


Figura 11.66. Amenaza por colapso estructural

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S.

f. Accidente de transporte

Esta amenaza se refiere a los accidentes tecnológicos relacionados con el transporte, tanto de pasajeros como de mercancías, que involucran medios de transporte terrestre mecanizados. Esto incluye eventos en los que se ven implicadas sustancias peligrosas, ya sea durante su traslado, cargue, descargue o manejo, generando riesgos potenciales para las personas, el medio ambiente y la infraestructura⁹⁸.

Dentro de los escenarios para la amenaza de accidentes de transporte se pueden presentar accidentes de transporte con sustancias peligrosas, accidentes de transporte asociado al volcamiento de maquinaria y accidentes de tránsito.

- **Accidentes de transporte con sustancias peligrosas:** Estos incidentes ocurren cuando se produce una colisión, fuga, o derrame de materiales peligrosos durante

⁹⁸ (UNGRD, 2018)

su transporte. Pueden involucrar sustancias químicas, inflamables, tóxicas o corrosivas, generando riesgos significativos para la salud humana, el medio ambiente y la infraestructura. Los efectos pueden incluir incendios, explosiones, contaminación ambiental y afectaciones a la seguridad de los trabajadores y comunidades cercanas.

- **Accidentes de transporte asociados al volcamiento de maquinaria:** Se refieren a incidentes en los que maquinaria pesada utilizada en la construcción o actividades relacionadas se vuelca durante su transporte dentro o fuera del proyecto. Esto puede ocurrir debido a fallos en el aseguramiento de la carga, terrenos inestables, errores humanos o condiciones meteorológicas adversas. Las consecuencias suelen incluir daños materiales, lesiones personales y posibles retrasos en las actividades del proyecto.
- **Accidentes de tránsito:** Incluyen colisiones y otros incidentes que involucran vehículos terrestres en las vías del proyecto o en sus alrededores. Estos pueden estar relacionados con factores como la velocidad, las condiciones de las vías, la fatiga del conductor, el incumplimiento de normativas de tránsito o el cruce de peatones y animales. Los accidentes de tránsito pueden generar daños a los vehículos, lesiones a las personas involucradas y afectaciones a la operación del proyecto.

La Tabla 11.72 presenta un listado de la maquinaria utilizada en las actividades de construcción del proyecto vial, la cual podría verse implicada en accidentes de transporte.

Tabla 11.72 Maquinaria susceptible de accidentes de transporte

Maquinaria	Usos
Retroexcavadora oruga	Se utiliza para movimientos de tierra en terrenos difíciles, excavación de zanjas, nivelación, y desmonte en áreas con accesibilidad complicada.
Bulldozer CAT D6H o similar	Movimiento de grandes volúmenes de tierra, despejar terrenos, nivelar superficies y preparar el terreno para la construcción.
Retroexcavadora llanta	Se utiliza para movimientos de tierra, más adecuada para terrenos planos.
Carrotanque de agua (1000 Galones)	Usado para el control del polvo en los caminos, compactación del suelo y suministro de agua en las obras.
Camioneta de estacas 4x4	Transporte de materiales ligeros, equipos pequeños y personal de obra.
Camión con capacidad de 5 ton	transporte de materiales de construcción, como grava, arena y otros insumos.
Camioneta D300	Transporte de materiales y herramientas en áreas de obra
Camión 350	Movimiento de materiales y equipos, pero con mayor robustez para soportar mayores cargas.
Retroexcavadora sobre llantas	Usada en tareas de excavación, carga y relleno
Retroexcavadora sobre llantas	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Dada la naturaleza del proyecto, existe una alta probabilidad de que se presenten accidentes de transporte durante el desarrollo de las actividades viales. Esta amenaza es

significativa, considerando que el proyecto contempla la construcción de infraestructura vial en las cercanías de la vía al Mar 2, una zona con un elevado flujo vehicular. Según el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD)⁹⁹ del municipio de Mutatá, los accidentes de tránsito son una amenaza alta, particularmente debido al constante tránsito de vehículos pesados a lo largo de la troncal que conecta Medellín con la región de Urabá.

iv. Listado de escenarios posibles y previsible

En la Tabla 11.73 se presentan los posibles escenarios que pueden derivarse de los procesos constructivos asociados al proyecto vial "Variante Mutatá". Es importante tener en cuenta que, debido al avance tecnológico y los procesos de innovación en la construcción, podrían surgir escenarios adicionales no contemplados inicialmente en esta tabla. Además, en el marco de la gestión del riesgo de desastres, pueden identificarse otros escenarios relevantes que no estén directamente relacionados con los procesos constructivos, pero que podrían influir en la ejecución del proyecto.

Tabla 11.73 Escenarios posibles y previsible en el proyecto vial

Amenaza	Evento	Afectación posible
Sismo	Sismo de magnitud 7.2	Dado que la infraestructura temporal del proyecto vial "Variante Mutatá" está conformada por contenedores móviles, su naturaleza liviana reduce significativamente el riesgo de colapso estructural. Sin embargo, podrían presentarse afectaciones en otras infraestructuras del proyecto, como los box culverts. Además, existe la posibilidad de daños menores en elementos sueltos de la infraestructura, lo cual podría ocasionar lesiones al personal y generar interrupciones temporales en las actividades constructivas.
Vendaval	Tormenta con vientos fuertes de hasta 50 km/h	Ráfagas de viento pueden causar la caída de elementos elevados que estén suspendidos en la infraestructura del proyecto, lo que podría generar riesgos significativos para la seguridad del personal, así como daños materiales. Además, existe la posibilidad de que los fuertes vientos provoquen la caída de árboles en las áreas aledañas, causando afectaciones adicionales al entorno y a las operaciones del proyecto.
Tormenta eléctrica	Tormenta eléctrica acompañada de lluvias	Interrupciones temporales en las actividades constructivas debido a condiciones de trabajo inseguras, daños en la maquinaria y equipos por descargas eléctricas.
Inundación	Inundación causada por la crecida del río Mutatá o Río Sucio	Inundaciones locales que comprometan el avance de obras, erosión del terreno que afecte la estabilidad de estructuras provisionales, y riesgos para la seguridad del personal en campo. Adicionalmente, las fuertes lluvias pueden generar acumulación de agua en áreas críticas, dificultando el acceso y el transporte de

⁹⁹ (PMGRD, 2012)

Amenaza	Evento	Afectación posible
		materiales.
Avenida torrencial	Avenida torrencial por la crecida del río Mutatá	Una avenida torrencial del río Mutatá podría generar afectaciones leves a la infraestructura existente y a las obras en ejecución, debido a inundaciones o encharcamientos. También podrían presentarse daños menores en maquinaria y equipos, interrupciones en las actividades constructivas y riesgos para la seguridad del personal, especialmente en las labores que se realicen en las inmediaciones del río.
Movimiento en masa	Movimiento en masa en taludes de la obra	Puede ocasionar daños significativos, como la pérdida parcial o total de infraestructura en construcción, destrucción de vías de acceso, sepultamiento de maquinaria y materiales, interrupción de actividades constructivas, y riesgos para la vida de los trabajadores
Incendio de cobertura vegetal	Incendio de cobertura vegetal en las cercanías del área de intervención del proyecto	Afectaciones como la destrucción de maquinaria y equipos en la zona afectada, interrupción de las actividades constructivas, riesgos para la vida y salud de los trabajadores por la exposición al humo y calor, pérdida de materiales almacenados en áreas cercanas, y la posible expansión del fuego hacia infraestructura en construcción
Alteración del orden público y social	Paros, hurtos, protestas en las inmediaciones del proyecto vial	Afectaciones al proyecto como la suspensión temporal de actividades por razones de seguridad, daños o pérdida de maquinaria e insumos, riesgos a la integridad física de los trabajadores, retrasos en los cronogramas de ejecución y costos adicionales asociados a medidas de protección o mitigación. También puede derivar en impactos negativos en las relaciones con las comunidades locales, lo que podría generar dificultades en la gestión social del proyecto.
Explosiones	Explosión en zona temporal de almacenamiento de sustancias químicas	Daños severos a la infraestructura cercana, pérdida de maquinaria y equipos, afectaciones graves o fatales al personal, contaminación ambiental por la dispersión de sustancias químicas peligrosas y retrasos significativos en el cronograma del proyecto debido a la necesidad de atender emergencias y realizar reparaciones.
Derrames	Derrame en zona temporal o en la vía	Contaminación ambiental, especialmente en fuentes de agua cercanas, afectaciones a la salud del personal, daño a suelos, y riesgos de incendios o explosiones. Además, podrían causar retrasos en las actividades constructivas por la necesidad de limpieza.
Fugas	Fugas asociadas a ruptura de la red de gas domiciliario	La posible ruptura de la red de gas domiciliario podría aumentar el riesgo de explosiones e incendios que podrían causar daños a las viviendas cercanas. Adicionalmente, se pueden presentar afectaciones al personal debido a inhalación de gases tóxicos, contaminación del aire, y en casos graves, explosiones o incendios.
Colapso estructural	Colapso de infraestructura de box	Colapso de infraestructura como el box culvert peatonal que pueda generar lesiones graves o fatales

Amenaza	Evento	Afectación posible
	culvert	al personal, pérdida de maquinaria y materiales, daños significativos a la infraestructura, y retrasos prolongados en el cronograma del proyecto debido a las reparaciones necesarias.
Accidentes de transporte	Accidente de transporte con derrame de sustancias químicas	Puede provocar contaminación al suelo y cuerpos de agua, emisión de vapores tóxicos, riesgos de incendio o explosión, y daños a la salud de los trabajadores y la comunidad cercana.
	Accidente de tránsito	Puede causar lesiones o fallecimientos de trabajadores, daños a los vehículos y equipos involucrados, y retrasos significativos en el cronograma del proyecto debido a bloqueos en la vía o investigaciones.
	Volcamiento de maquinaria	Puede ocasionar daños graves a la maquinaria, lesiones al operador y otros trabajadores, contaminación por derrame de combustible o aceites, y obstrucciones en el área de trabajo.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

v. Áreas de afectación probable

En la Tabla 11.74 se detallan las áreas afectadas por las amenazas naturales, socio-naturales y antrópicas dentro del área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá". Cabe destacar que las amenazas antrópicas no fueron objeto de zonificación en este análisis.

Tabla 11.74 Áreas de afectación por eventos amenazantes

Amenaza	Nivel de Amenaza	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Sismos	Alta	98,64	100%
Vendavales	Media	98,64	100%
Tormentas eléctricas	Media	98,64	100%
Inundaciones	Alta	20,37	20,65%
	Media	14,74	14,95%
	Baja	63,53	64,41%
Avenidas torrenciales	Alta	8,05	8,16%
	Baja	90,59	91,84%
Movimientos en masa	Media	3,82	3,87%
	Baja	94,82	96,13%
Incendios de cobertura vegetal	Alta	64,62	65,51%
	Media	34,02	34,49%
Colapso estructural	Baja	2,48	2,51%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

vi. Experiencias y lecciones aprendidas

No se cuenta actualmente con un registro de experiencias o lecciones aprendidas. No obstante, la implementación del presente PGRDEPP facilitará la documentación de dichas experiencias, lo que permitirá complementar y actualizar este plan de manera continua.

vii. Actores relacionados

Los actores relacionados son aquellos organismos, entidades oficiales, y personas que pueden intervenir, gestionar o influir en el manejo de situaciones de amenaza. Este grupo incluye tanto organismos de control como las cadenas de comunicación necesarias para atender dichas situaciones. La Tabla 11.75 detalla a los actores relevantes y su rol en este contexto.

Tabla 11.75 Actores relacionados

Evento amenazante	Actor relacionado
Sismos	Servicio Geológico Colombiano, CDGRD, CMGRD, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Vendavales	CDGRD, CMGRD, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Tormentas eléctricas	CDGRD, CMGRD, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Inundaciones	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Avenidas torrenciales	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Movimientos en masa	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Incendios de cobertura vegetal	Corpouraba, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, CDGRD, CMGRD, Cruz Roja, Defensa Civil
Alteración del orden público	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación, Base Militar Ejército Nacional
Explosiones	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación, Autopistas Urabá SAS
Derrames	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación, Autopistas Urabá SAS
Fugas	CDGRD, CMGRD, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación, EPM
Colapso estructural	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación
Accidente de transporte	CDGRD, CMGRD, Corpouraba, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá, Comité DE Riesgo E.S.E Hospital la Anunciación, Autopistas Urabá SAS

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

B. Análisis del riesgo

I. Estimación de la probabilidad de ocurrencia

Tal como se describe en el apartado Determinación de la probabilidad de ocurrencia se implementa esta metodología en función de definir la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes identificados para el proyecto vial "Variante Mutatá", de esta manera se hace una descripción de cada uno de ellos a continuación.

i. Probabilidad de ocurrencia de las amenazas Naturales

Las amenazas naturales para el proyecto vial "Variante Mutatá" incluye sismos, vendavales y tormentas eléctricas. Según el catálogo del servicio Geológico Colombiano SGC, en el municipio de Mutatá se han registrado 551 eventos sísmicos, de los cuales 41 registros corresponden con magnitudes superiores a los 3.0 Mw. Además, el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia¹⁰⁰ clasifica al municipio de Mutatá como una de las zonas de mayor amenaza sísmica en el país. Adicionalmente, el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) de Mutatá define una alta recurrencia de este evento. Con base en esta información, la amenaza ante sismos para el proyecto vial se califica con una probabilidad de ocurrencia moderada, asignándole un valor de 0.8.

En cuanto a los vendavales, el Plan departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Antioquia indica que en la región de Urabá estos representan el segundo evento más recurrente después de las inundaciones. Así mismo, la base de datos de Desinventar, reporta nueve (9) eventos entre los años 2007 y 2023. A partir de esta información, se asigna a la amenaza de vendavales una probabilidad de ocurrencia ocasional, con un valor de 0,6.

Por último, la amenaza ante tormentas eléctricas recibe una calificación de probabilidad de ocurrencia moderada, en función de la variable del nivel ceráunico NC, el cual para el municipio de Mutatá varía entre 60 y 80 días de tormenta por año. Este nivel de probabilidad de ocurrencia se encuentra respaldado por la evaluación del riesgo por descargas eléctricas en Colombia¹⁰¹ que identifica una mayor actividad de rayos en la Llanura Caribe donde se localiza el desarrollo del proyecto vial "Variante Mutatá".

ii. Probabilidad de ocurrencia de las amenazas socio naturales

Las amenazas socio naturales para el proyecto vial "Variante Mutatá" incluye, inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios de cobertura vegetal.

La amenaza con mayor número de reportes en el municipio de Mutatá, según las diferentes bases de datos consultadas, corresponde a las inundaciones. El Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Antioquia prioriza este evento en la subregión de Urabá, mientras que el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Mutatá destaca que las inundaciones son el fenómeno más recurrente en el municipio. Además, este nivel de recurrencia se ha incrementado debido a factores como la vulnerabilidad climática y los efectos del cambio climático. Con base en esta información,

¹⁰⁰ (AIS, 2009)

¹⁰¹ Ibid

se asigna a la amenaza de inundaciones un nivel de probabilidad de ocurrencia moderado, con un valor de 0.8.

En relación con las avenidas torrenciales, la probabilidad de ocurrencia se califica como ocasional, según lo descrito en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) de Mutatá. Estos fenómenos no son tan frecuentes como otros desastres naturales en la región. Asimismo, el Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (PDGRD) de Antioquia señala que, dentro de las amenazas socio-naturales identificadas para la subregión de Urabá, las avenidas torrenciales presentan la probabilidad de ocurrencia más baja.

En cuanto a los movimientos en masa, el área donde se desarrolla el proyecto vial "Variante Mutatá" se caracteriza principalmente por pendientes planas. Además, según los registros disponibles en las bases de datos de la UNGRD, se reportaron tres eventos asociados a movimientos en masa en los años 2012, 2021 y 2022. Con base en esta información, el nivel de probabilidad de ocurrencia de este fenómeno en el área del proyecto se clasifica como improbable, asignándole un valor de 0,2.

Finalmente, el Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (PDGRD) de Antioquia asigna un porcentaje de ocurrencia del 4,6% a los incendios de cobertura vegetal en la subregión de Urabá, respaldado por 38 registros. Por su parte, el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) de Mutatá prioriza este evento como una amenaza relevante. Aunque entre 2007 y 2023 no se reportaron incendios de cobertura vegetal en las bases de datos de la UNGRD, la presencia de coberturas vegetales como pastos limpios y pastos arbolados, sumada a las temporadas de sequía, incrementa el riesgo de este tipo de fenómenos. Por lo tanto, la probabilidad de ocurrencia de los incendios de cobertura vegetal se clasifica como ocasional, asignándole un valor de 0,6.

iii. Probabilidad de ocurrencia de las amenazas antrópicas

Las amenazas antrópicas para el proyecto vial "Variante Mutatá" incluye alteración del orden público y social, explosiones, derrames, fugas, colapso estructural y accidentes de transporte.

Basándose en la historia del conflicto en la región, así como en la descripción del escenario de riesgo por desplazamiento forzado incluido en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) de Mutatá, se identifican diversos factores que han favorecido este tipo de eventos. Entre estos destacan la limitada presencia de la fuerza pública y los enfrentamientos armados entre grupos ilegales. Adicionalmente, se consideran las manifestaciones comunitarias ocurridas en el municipio y los paros camioneros que han impedido el tránsito vehicular en la vía. A partir de estos antecedentes históricos y las problemáticas sociales que han caracterizado el territorio de Mutatá, la amenaza por alteración del orden público y social se califica como moderada, asignándole un valor de 0,8.

En cuanto a las explosiones, este tipo de evento puede materializarse debido a la manipulación de sustancias químicas durante las actividades constructivas. Aunque no se cuentan con datos históricos específicos para el proyecto, experiencias en proyectos similares evidencian que las explosiones ocasionadas por un manejo inadecuado de

sustancias químicas, ya sea durante su manipulación o almacenamiento, son eventos recurrentes. Sin embargo, considerando las medidas de control implementadas para el manejo seguro de estas sustancias en el proyecto vial, se determina que la probabilidad de ocurrencia de explosiones es ocasional, con una valoración de 0,6.

De manera similar a las explosiones, los derrames pueden ocurrir durante las actividades relacionadas con el almacenamiento y la manipulación de sustancias químicas líquidas. Aunque no existen registros específicos de eventos de derrames para este proyecto, en proyectos similares de construcción vial se han reportado emergencias relacionadas con el manejo de estas sustancias. No obstante, gracias a la implementación de protocolos de seguridad para el almacenamiento, manipulación y transporte de sustancias químicas, se considera que la probabilidad de ocurrencia de este evento es ocasional, con una valoración de 0,6.

En cuanto a las fugas, estas están asociadas al posible almacenamiento y manipulación de sustancias químicas en estado gaseoso. Adicionalmente, en el área de influencia del proyecto se encuentra la red de gas domiciliario, que, en caso de una falla, podría generar fugas. No obstante, no se cuenta con reportes históricos de eventos relacionados con este tipo de incidentes en el área. Gracias a la implementación de estrictas medidas de seguridad durante las actividades constructivas, la probabilidad de ocurrencia de este evento se considera improbable.

En cuanto a la amenaza de colapso estructural, esta podría estar relacionada con errores en el diseño, construcción o mantenimiento de las estructuras temporales o permanentes del proyecto vial. Sin embargo, debido a la implementación de rigurosos controles de calidad, inspecciones técnicas durante todas las etapas constructivas y la aplicación de normativas estructurales vigentes, la probabilidad de que ocurra este tipo de evento se considera remota. Asimismo, no se tienen reportes históricos de colapsos estructurales en proyectos similares en la región.

Finalmente, respecto a la amenaza de accidentes de transporte, esta se relaciona con el tránsito de vehículos que transportan materiales y equipos para la ejecución del proyecto vial. Aunque este tipo de eventos podría materializarse en cualquier proyecto vial, la probabilidad se reduce significativamente mediante la implementación de planes de manejo de tránsito, protocolos de seguridad vial, capacitación a los conductores y el mantenimiento preventivo de los vehículos. Por ello, la probabilidad de ocurrencia de esta amenaza también se clasifica como remota.

En la Tabla 11.76 se detallan las asignaciones de probabilidad de ocurrencia para los escenarios de riesgos identificados en el proyecto vial "Variante Mutatá".

Tabla 11.76 Valoración de la probabilidad de ocurrencia

Origen	Amenaza	Probabilidad	Escala
Amenaza natural	Sismos	0,4	Moderado
	Vendavales	0,6	Ocasional
	Tormentas eléctricas	0,8	Moderado
Amenaza socio natural	Inundaciones	0,8	Moderado
	Avenidas torrenciales	0,6	Ocasional
	Movimientos en masa	0,2	Improbable
	Incendios de cobertura vegetal	0,6	Ocasional

Origen	Amenaza	Probabilidad	Escala
Amenazas antrópicas	Alteración del orden público y social	0,8	Moderado
	Explosiones	0,6	Ocasional
	Derrames	0,2	Improbable
	Fugas	0,2	Improbable
	Colapso estructural	0,4	Remoto
	Accidentes de transporte	0,4	Remoto

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

II. Valoración de los controles existentes

La evaluación de los controles implementados se basa en la capacidad y eficacia de los criterios técnicos de seguridad definidos por la entidad. Para la gestión del riesgo, se han establecido dos tipos de controles clave:

i. Controles preventivos

Estos controles están diseñados para eliminar o reducir las causas que originan un riesgo, con el propósito de evitar su materialización o disminuir su impacto. Entre los principales controles preventivos se encuentran:

- Capacitación del personal en prácticas seguras.
- Implementación de señalización adecuada en áreas de riesgo.
- Aplicación de medidas de seguridad física.
- Establecimiento de procedimientos de trabajo estandarizados.
- Supervisión del uso correcto de equipos de protección personal (EPP).
- Ejecución de planes de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones.

ii. Controles correctivos

Estos controles se activan tras la identificación de un evento no deseado, con el objetivo de restablecer la operación y modificar las condiciones que propiciaron su ocurrencia. Su enfoque está en el monitoreo y la mitigación del riesgo, mediante la implementación de actividades específicas y el uso de indicadores que permiten evaluar la eficacia de los controles planificados. Estos indicadores sirven para:

- Verificar si los controles establecidos están siendo implementados correctamente.
- Identificar necesidades de mejora o acciones correctivas para reforzar la gestión del riesgo.

La combinación de ambos tipos de controles asegura una gestión integral del riesgo, minimizando tanto la probabilidad de ocurrencia de eventos como sus posibles consecuencias.

III. Análisis de vulnerabilidad

De acuerdo con lo definido en el literal Criterios del Riesgo, el análisis de vulnerabilidad para los elementos expuestos se desarrolla con el enfoque integrador basado en el modelo propuesto por Vera y Albarracín, el cual combina análisis cualitativos y cuantitativos, en el que la vulnerabilidad global es el resultado del promedio de la

vulnerabilidad por exposición, la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta. A continuación se describe cada una de estas.

i. Vulnerabilidad por exposición

En la Tabla 11.77 se presentan los cálculos de vulnerabilidad por exposición, los cuales incluyen la zonificación de todas las amenazas, excepto las amenazas operacionales de origen antrópico (explosiones, derrames, fugas, colapso estructural y accidentes de transporte) debido a la falta de información cartográfica y modelaciones para estas últimas. Los elementos expuestos relacionados con la infraestructura, los sistemas de producción y la población presentan un nivel de vulnerabilidad alta ante la amenaza sísmica, mientras que los ecosistemas y las personas muestran un nivel de vulnerabilidad alta frente a los incendios de cobertura vegetal. Por otro lado, las amenazas asociadas a vendavales, tormentas eléctricas y movimientos en masa generan un nivel de vulnerabilidad media para todos los elementos expuestos, incluyendo ecosistemas, infraestructura, sistemas de producción y población. En contraste, las avenidas torrenciales y la alteración del orden público confieren un nivel de vulnerabilidad baja a estos mismos componentes.

Al calcular el promedio de la vulnerabilidad por exposición para cada componente, se obtiene un nivel de vulnerabilidad global alta ante la amenaza sísmica, un nivel de vulnerabilidad global media frente a vendavales, tormentas eléctricas, movimientos en masa e incendios de cobertura vegetal, y un nivel de vulnerabilidad global baja en escenarios de inundaciones, avenidas torrenciales y alteración del orden público. Estos resultados reflejan la importancia de priorizar estrategias de mitigación y monitoreo en los escenarios con mayor vulnerabilidad, los cuales se detallan en la Tabla 11.77

Tabla 11.77 Vulnerabilidad por exposición (VE)

Origen	Amenaza/Vulnerabilidad	VEEE	VEI	VESP	VEP	VE
Naturales	Sismos	2	3	3	3	2,75
	Vendavales	2	2	2	2	2
	Tormentas eléctricas	2	2	2	2	2
Socio naturales	Inundaciones	2	1	1	2	1,25
	Avenidas torrenciales	1	1	1	1	1
	Movimientos en masa	2	2	2	2	2
	Incendios de cobertura vegetal	3	2	2	3	2,5
Antrópicas	Alteración del orden público y social	1	1	1	1	1
	Explosiones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Derrames	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Fugas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Colapso estructural	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Accidentes de transporte	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

VEEE: vulnerabilidad por exposición de los ecosistemas; VEI: vulnerabilidad por exposición de la infraestructura; VESP: vulnerabilidad por exposición de los sistemas de producción; VEP: vulnerabilidad por exposición de la población; VE: vulnerabilidad por exposición

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

ii. Vulnerabilidad por fragilidad

Para calcular la vulnerabilidad por fragilidad, se evaluaron tres variables: fragilidad física (VFF), fragilidad socioeconómica (VFSE) y fragilidad ambiental (VFA). La fragilidad física

presenta un nivel alto de vulnerabilidad en el área de influencia donde se ubica la infraestructura productiva y social, debido a que las características estructurales no son adecuadas y, en general, no cumplen con las normas sismorresistentes establecidas en la NSR-10.

En el componente socioeconómico, se evidencia también un nivel de vulnerabilidad alta, teniendo en cuenta que el índice de pobreza multidimensional del municipio de Mutatá alcanza un 80%, lo que refleja condiciones de alta fragilidad social y económica. Por su parte, la fragilidad ambiental presenta un nivel medio de vulnerabilidad, influenciado por el 93,23% de las tierras con uso adecuado, el 1,92% con subutilización severa, y el 0,27% con sobreutilización severa, además del grado de deforestación identificado en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá".

En conclusión, la vulnerabilidad por fragilidad para todas las amenazas evaluadas se clasifica en un nivel alto, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 11.78.

Tabla 11.78 Vulnerabilidad por Fragilidad (VF)

Origen	Amenaza/Vulnerabilidad	VFF	VFSE	CPUS	NDEF	IECC	VFA	VFI	VF
Naturales	Sismos	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Vendavales	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Tormentas eléctricas	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
Socio naturales	Inundaciones	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Avenidas torrenciales	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Movimientos en masa	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Incendios de cobertura vegetal	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
Antrópicas	Alteración del orden público	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Explosiones	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Derrames	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Fugas	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Colapso estructural	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6
	Accidentes de transporte	3	3	1	3	3	2,3	2	2,6

VFF: vulnerabilidad por fragilidad física; VFSE: vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica; CPUS: conflictos por uso del suelo; NDEF: nivel o grado de deforestación; IECC: impacto estimado del cambio climático; VFA: vulnerabilidad por fragilidad ambiental; VFI: vulnerabilidad por fragilidad institucional; VF: vulnerabilidad por fragilidad.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

iii. Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta

La Tabla 11.79 presenta los cálculos realizados para determinar el nivel de vulnerabilidad basado en la capacidad de adaptación y respuesta, el cual se clasifica como medio. Este resultado se obtuvo mediante el análisis de variables clave como el ahorro y la capacidad de endeudamiento del municipio de Mutatá, la percepción del riesgo, y la gobernanza y capacidad de gestión territorial.

Según el Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA), el Índice de Desarrollo Financiero (IDF) del municipio de Mutatá es de 62,38 para el año 2022, lo que ubica la vulnerabilidad relacionada con el ahorro y la capacidad de endeudamiento en un nivel medio.

En cuanto a la percepción del riesgo, este componente también presenta un nivel medio, ya que, aunque la comunidad y la institucionalidad reconocen la importancia del riesgo, este aspecto no ha sido priorizado suficientemente, especialmente en los instrumentos de planificación territorial como el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD).

Por otro lado, la vulnerabilidad determinada por la gobernanza y la capacidad de gestión territorial se clasifica como alta. Esto se debe a que los instrumentos de planificación del municipio presentan desactualizaciones significativas, lo que limita la implementación de planes estratégicos que incluyan de manera adecuada los componentes de gestión del riesgo.

El promedio de los tres componentes analizados sitúa la vulnerabilidad, basada en la capacidad de adaptación y respuesta, en un nivel medio. Esto implica que los elementos expuestos dentro del área de influencia del proyecto presentan una vulnerabilidad media frente a todas las amenazas identificadas, como se detalla en la Tabla 11.79.

Tabla 11.79 Vulnerabilidad por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)

Origen	Amenaza / Vulnerabilidad	VCAyRACE	VCAyRPR	VCAyGGT	VCAyR
Naturales	Sismos	2	2	3	2,3
	Vendavales	2	2	3	2,3
	Tormentas eléctricas	2	2	3	2,3
Socio naturales	Inundaciones	2	2	3	2,3
	Avenidas torrenciales	2	2	3	2,3
	Movimientos en masa	2	2	3	2,3
	Incendios de cobertura vegetal	2	2	3	2,3
Antrópicas	Alteración del orden público y social	2	2	3	2,3
	Explosiones	2	2	3	2,3
	Derrames	2	2	3	2,3
	Fugas	2	2	3	2,3
	Colapso estructural	2	2	3	2,3
	Accidentes de transporte	2	2	3	2,3

VCAyRACE: vulnerabilidad determinada por ahorro y capacidad de endeudamiento; VCAyRPR: vulnerabilidad determinada por percepción del riesgo; VCAyGGT: vulnerabilidad determinada por la gobernanza y capacidad de gestión territorial; VCAyR: vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

iv. Vulnerabilidad global

Finalmente, a partir del análisis de las variables de vulnerabilidad por exposición, vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta y vulnerabilidad por fragilidad, se calcula el nivel de vulnerabilidad global para el proyecto vial "Variante Mutatá". El resultado refleja la interacción de todos los elementos expuestos, agrupados por componentes, y los escenarios de riesgo identificados. En este sentido, para todas las amenazas evaluadas, la vulnerabilidad global del proyecto se clasifica en un nivel medio, como se detalla en la Tabla 11.80.

Tabla 11.80 Vulnerabilidad global (V)

Origen	Amenaza/Vulnerabilidad	VE	VF	VCAyR	V
Naturales	Sismos	2,75	2,6	2,3	2,6

Origen	Amenaza/Vulnerabilidad	VE	VF	VCAyR	V
	Vendavales	2,0	2,6	2,3	2,3
	Tormentas eléctricas	2,0	2,6	2,3	2,3
Socio naturales	Inundaciones	1,25	2,6	2,3	2,1
	Avenidas torrenciales	1,0	2,6	2,3	2,0
	Movimientos en masa	2,0	2,6	2,3	2,3
	Incendios de cobertura vegetal	2,5	2,6	2,3	2,5
Antrópicas	Alteración del orden público y social	1,0	2,6	2,3	2,0
	Explosiones	N/A	2,6	2,3	2,5
	Derrames	N/A	2,6	2,3	2,5
	Fugas	N/A	2,6	2,3	2,5
	Colapso estructural	N/A	2,6	2,3	2,5
	Accidentes de transporte	N/A	2,6	2,3	2,5

VE: vulnerabilidad por exposición; VF: vulnerabilidad por fragilidad; VCAyR: vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta; V: vulnerabilidad global.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

C. Evaluación del riesgo

Tras estimar la probabilidad y la vulnerabilidad, se aplica la metodología descrita en los Criterios del Riesgo para determinar el nivel de riesgo de los eventos amenazantes identificados en el proyecto vial "Variante Mutatá". Los resultados se resumen en la Tabla 11.81.

Tabla 11.81 Resultados de la evaluación de riesgos

Amenaza	Probabilidad	Vulnerabilidad	Riesgo
Sismos	Moderado	Medio	Medio
Vendavales	Ocasional	Medio	Medio
Tormentas eléctricas	Moderado	Medio	Medio
Inundaciones	Moderado	Medio	Medio
Avenidas torrenciales	Ocasional	Medio	Medio
Movimientos en masa	Improbable	Medio	Bajo
Incendios de cobertura vegetal	Ocasional	Medio	Medio
Alteración del orden público y social	Moderado	Medio	Medio
Explosiones	Ocasional	Medio	Medio
Derrames	Improbable	Medio	Bajo
Fugas	Improbable	Medio	Bajo
Colapso estructural	Remoto	Medio	Medio
Accidentes de transporte	Remoto	Medio	Medio

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Los resultados de la valoración del riesgo, obtenidos al combinar la vulnerabilidad global y la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes, indican que la mayoría de estos presentan un nivel de riesgo medio, excepto los derrames y fugas. Sin embargo, es fundamental prestar especial atención a eventos como sismos, tormentas eléctricas, inundaciones y alteración del orden público y social, ya que su alta frecuencia podría generar afectaciones recurrentes en los elementos expuestos dentro del área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá".

I. Cartografía del riesgo

El proceso cartográfico del riesgo para este proyecto se desarrolló considerando amenazas de origen natural y socio-natural, incluyendo sismos, vendavales, tormentas eléctricas, inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios de cobertura vegetal. Sin embargo, las amenazas de origen antrópico no fueron zonificadas debido a la dificultad de su delimitación espacial y a la variabilidad de sus factores desencadenantes. No obstante, se reconocen como elementos relevantes dentro del análisis de riesgo, por lo que se han considerado en la caracterización general del proyecto.

II. Riesgo por sismos

En este escenario, el nivel de riesgo es medio, como se muestra en la [Figura 11.67](#), resultado de una probabilidad moderada y una vulnerabilidad global media. Aunque los procesos constructivos del proyecto vial siguen los lineamientos normativos de sismo resistencia, un sismo durante la etapa constructiva podría afectar la infraestructura en desarrollo, especialmente estructuras como box culverts y taludes. Además, en el área de influencia, la ocurrencia de un sismo podría generar mayores afectaciones en las viviendas de la zona urbana cercana al proyecto, debido a posibles deficiencias estructurales o condiciones del terreno. En la Tabla 11.82 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo, para el caso del riesgo ante sismos el nivel de amenaza es medio sobre el 100% del área de influencia.

Tabla 11.82 Nivel de riesgo por sismos

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo medio	Área de influencia del proyecto	98,64	100%
Total		98,64	100%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

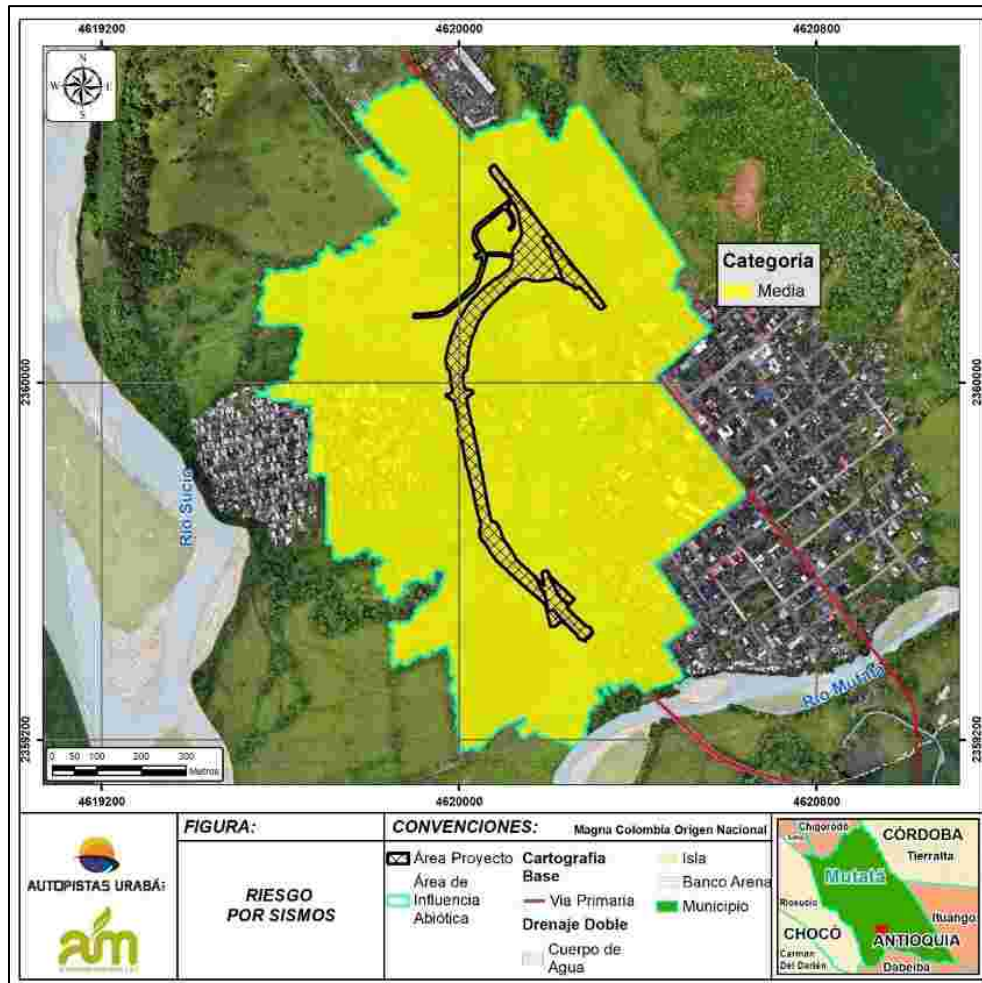


Figura 11.67 Riesgo por sismos
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

III. Riesgo por vendavales

Los vendavales han aumentado su frecuencia en los últimos años, alcanzando un nivel de probabilidad ocasional. Además, los elementos expuestos dentro del área de influencia presentan una vulnerabilidad media ante este fenómeno. La combinación de estos factores otorga a este escenario un nivel de riesgo medio en toda el área de influencia, como se ilustra en la [Figura 11.68](#).

Cabe destacar que las personas son el elemento que podría resultar mayormente afectado, dado que se han registrado eventos que han afectado hasta 600 viviendas en el municipio. En cuanto al proyecto vial, los vendavales podrían impactar la infraestructura temporal y representar un riesgo para las personas debido a la posible presencia de objetos sueltos que podrían ser arrastrados por el viento. En la Tabla 11.83 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo, para el caso del riesgo ante vendavales el nivel de amenaza es medio sobre el 100% del área de influencia.

Tabla 11.83 Nivel de riesgo por vendavales

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo medio	Área de influencia	98,64	100%
Total		98,64	100%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

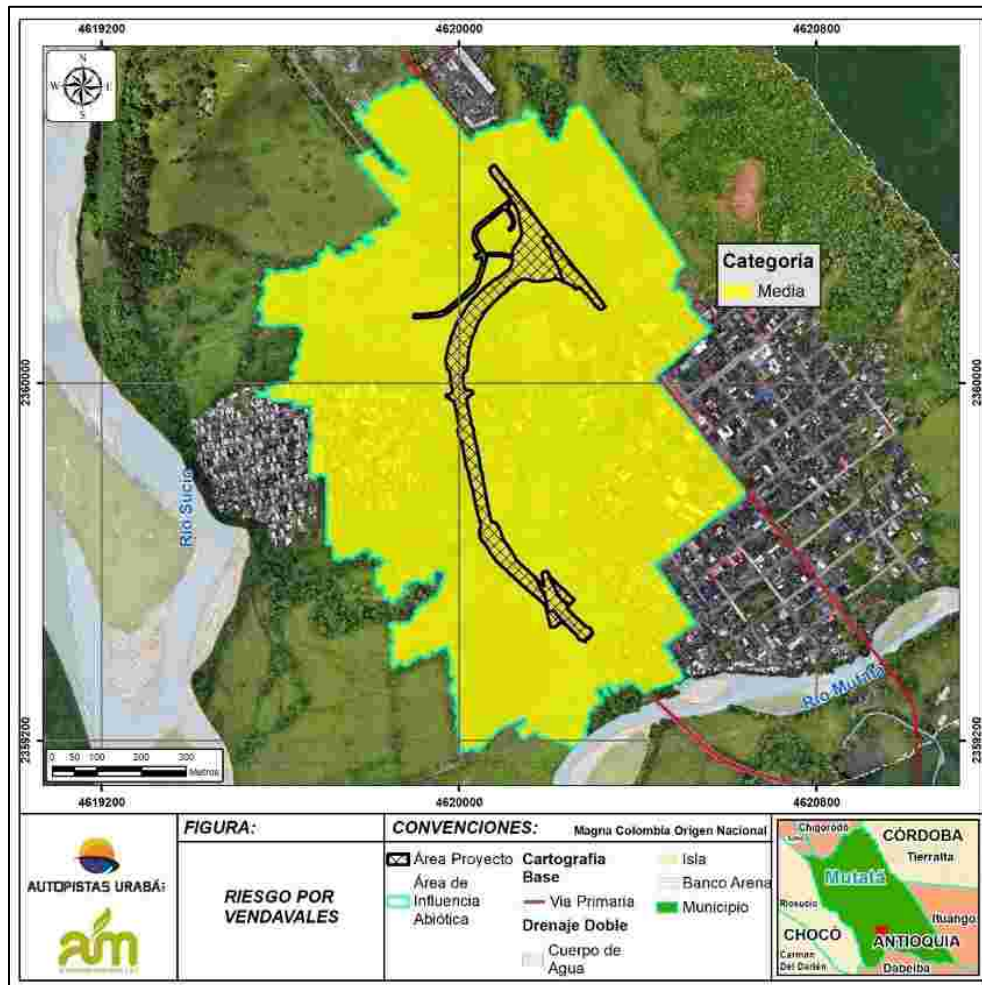


Figura 11.68 Riesgo por vendavales

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

IV. Riesgo por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas en el municipio de Mutatá tienen una probabilidad de ocurrencia moderada y una vulnerabilidad global media para los elementos expuestos dentro del área de influencia, lo que resulta en un nivel de riesgo medio, como se muestra en la Figura 11.69.

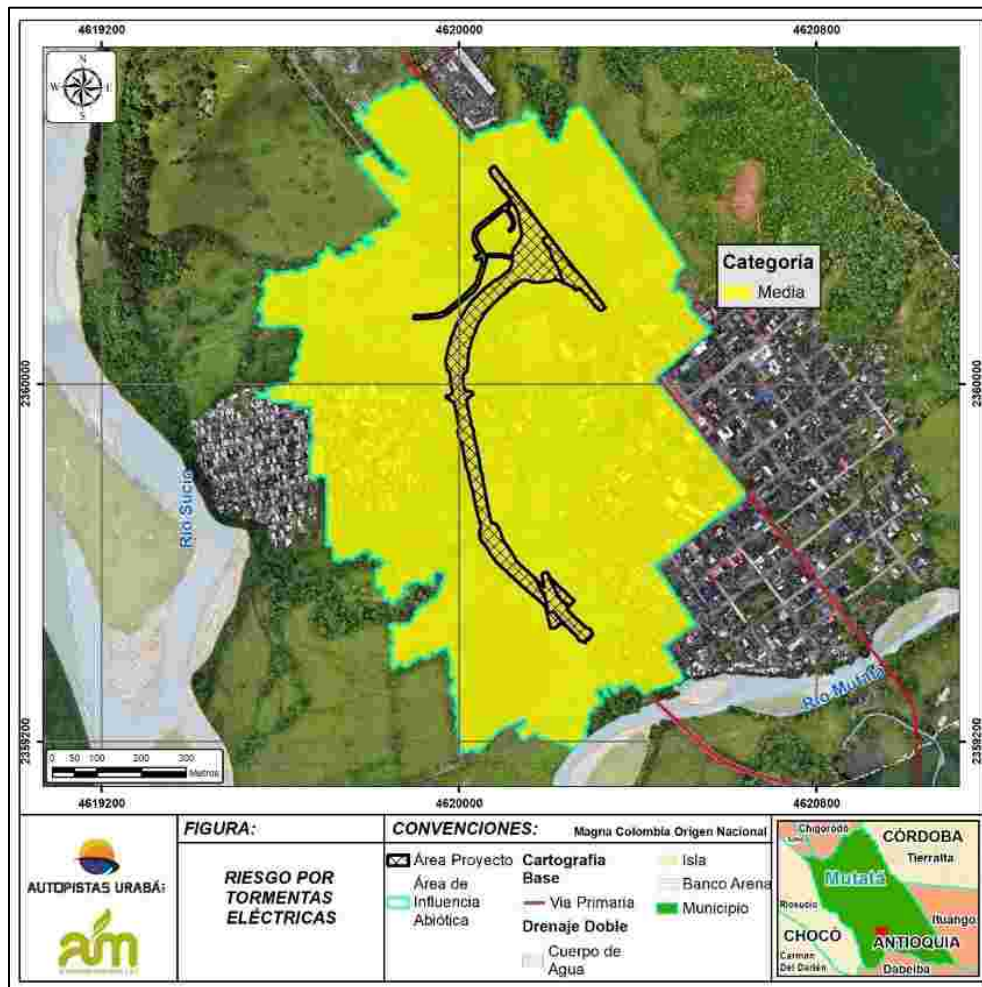
Es relevante destacar que, según el análisis del factor de peligrosidad de 2017, la Llanura Caribe, donde se ubica Mutatá, es una de las regiones con mayor actividad de rayos en el país. Por lo tanto, la materialización de este escenario podría generar afectaciones tanto

en los trabajadores del proyecto como en la población urbana dentro del área de influencia del proyecto vial. En la Tabla 11.84 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo, para el caso del riesgo ante tormentas eléctricas el nivel de amenaza es medio sobre el 100% del área de influencia.

Tabla 11.84 Nivel de riesgo por tormentas eléctricas

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo medio	Área de influencia	98,64	100%
Total		98,64	100%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.



V. Riesgo por inundaciones

El nivel de riesgo por inundaciones es alto en las márgenes de los drenajes dentro del área de influencia y en la margen derecha del río Mutatá, el cual ha inundado en varias ocasiones la zona urbana del municipio, según registros históricos.

Las áreas con riesgo medio corresponden a zonas donde las características del terreno pueden dificultar el drenaje eficiente del agua, mientras que el riesgo bajo se asocia a zonas con mayor pendiente y alejadas de los cuerpos de agua.

Es importante señalar que todos los elementos expuestos pueden verse afectados, especialmente aquellos cercanos al río Mutatá. En la fase constructiva, las inundaciones podrían generar impactos en la infraestructura en desarrollo, ocasionando retrasos en las actividades. El mapa de riesgo ante inundaciones se presenta en la [Figura 11.70](#). En la Tabla 11.85 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo ante inundaciones.

Tabla 11.85 Nivel de riesgo por inundaciones

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo alto	Margen derecha del río Mutatá	8,05	8,16%
Riesgo medio	Áreas de rondas hídricas de los drenajes que transcurren al interior del AI	12,31	12,48%
Riesgo bajo	Demás área de influencia	78,28	79,35%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

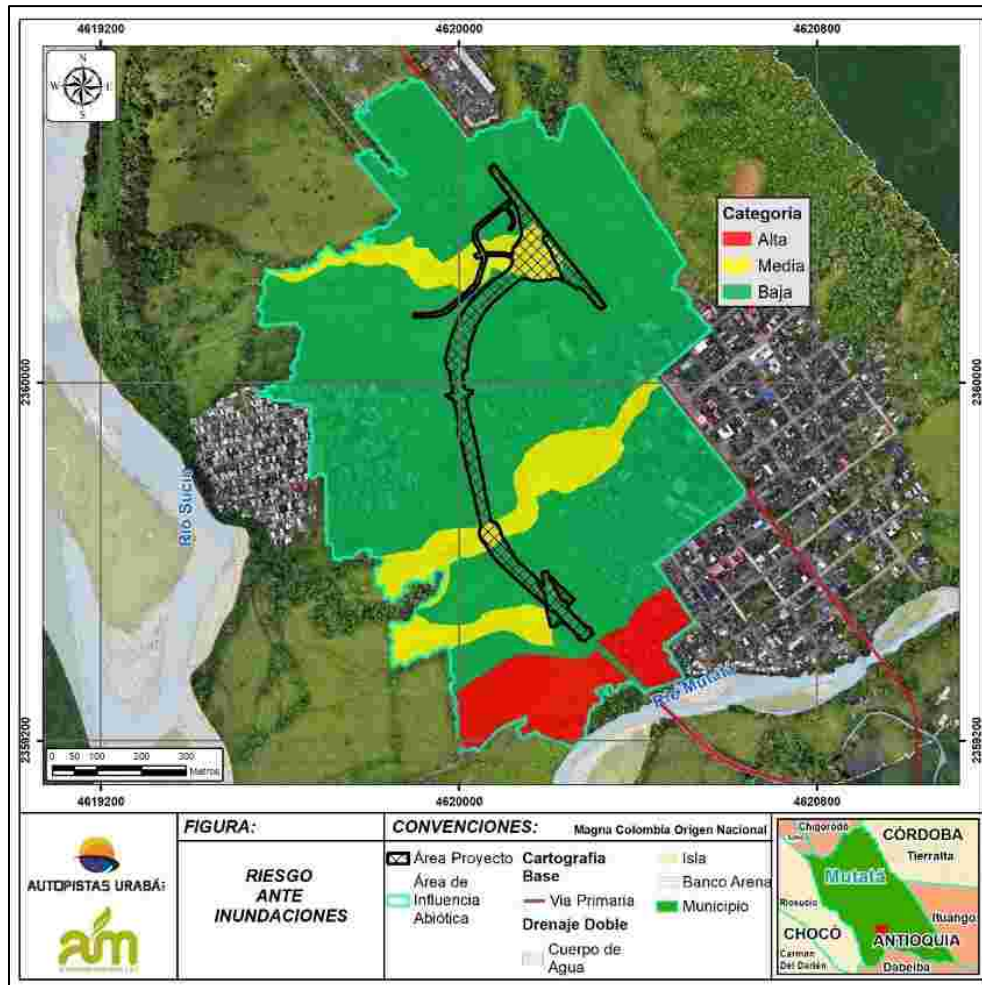


Figura 11.70 Riesgo por inundaciones
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

VI. Riesgo por avenidas torrenciales

El río Mutatá, debido a su característica torrencial, representa un nivel de riesgo medio en la margen derecha, al sur del área de influencia del proyecto. En el resto del área de influencia, el riesgo de avenidas torrenciales es bajo. Es importante resaltar que el área de intervención del proyecto se encuentra dentro de una zona de bajo riesgo frente a este escenario, como se observa en la Figura 11.71. En la Tabla 11.86 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo ante avenidas torrenciales.

Tabla 11.86 Nivel de riesgo por avenidas torrenciales

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo medio	Margen derecha del río Mutatá	8,05	8,16%
Riesgo bajo	Demás área de influencia	90,59	91,84%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

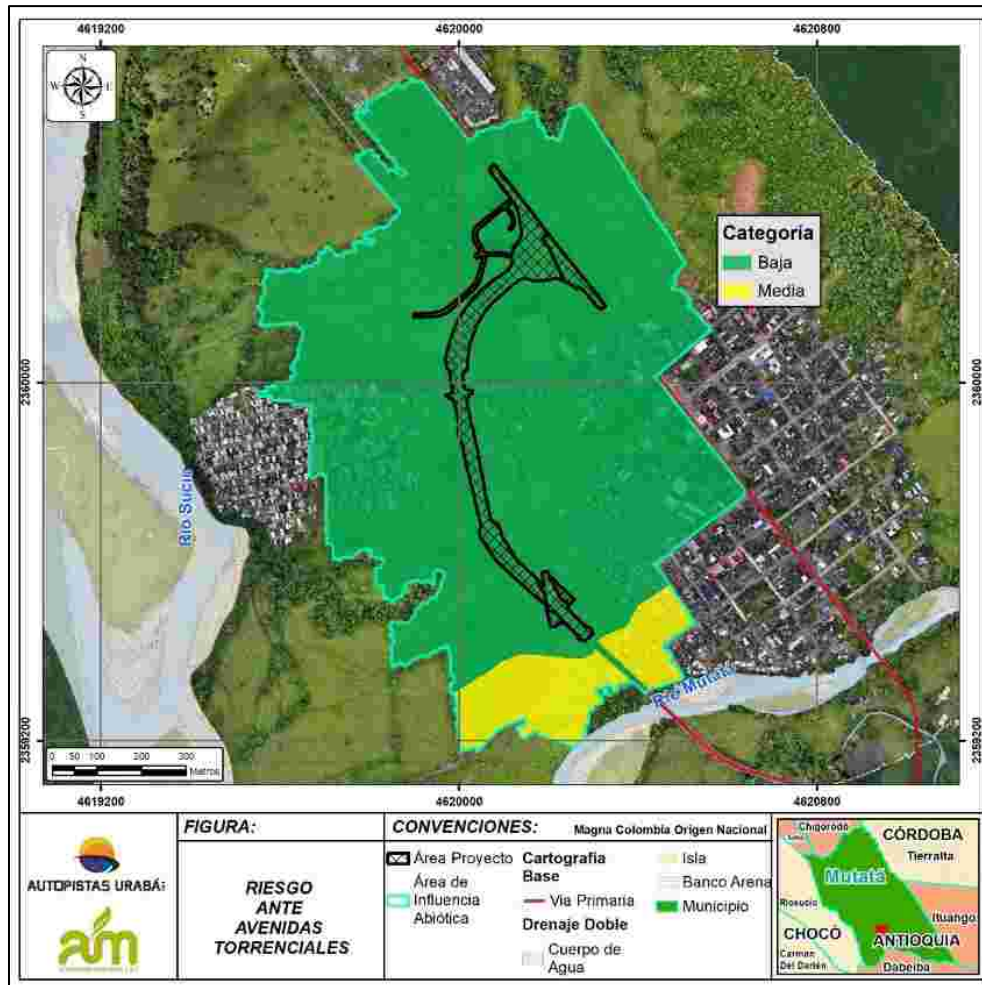


Figura 11.71 Riesgo por avenidas torrenciales
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

VII. Riesgo por movimientos en masa

En relación con el riesgo de movimientos en masa, las características topográficas y las pendientes planas del terreno confieren un nivel de riesgo bajo a la mayor parte del área de influencia del proyecto. Las zonas con un nivel de riesgo medio están asociadas a pendientes más pronunciadas o a las bancas de los drenajes que atraviesan el área de influencia, donde los procesos erosivos podrían desencadenar movimientos en masa.

La Figura 11.72 muestra la zonificación del riesgo ante movimientos en masa en el área de influencia. Es importante destacar que los elementos expuestos identificados se encuentran en áreas de riesgo bajo. No obstante, se debe prestar especial atención a las zonas de drenaje, en particular donde se ubican las infraestructuras de box culvert y las cunetas, ya que podrían verse afectadas en caso de materialización de este tipo de eventos. En la Tabla 11.87 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo ante movimientos en masa.

Tabla 11.87 Nivel de riesgo por movimientos en masa

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo medio	Áreas de geformas susceptibles a movimientos en masa	3,83	3,88%
Riesgo bajo	Demás área de influencia	94,82	96,12%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.

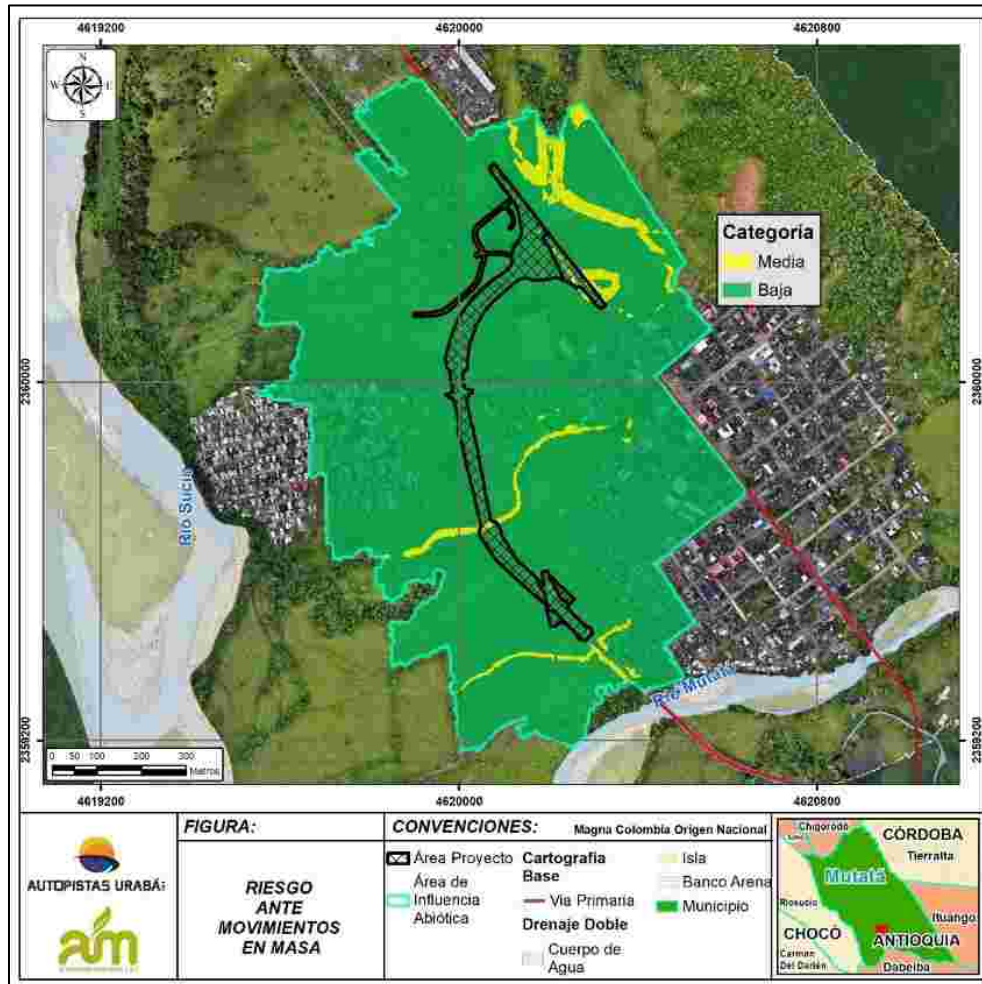


Figura 11.72 Riesgo por movimientos en masa

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

VIII. Riesgos por incendios de cobertura vegetal

En cuanto al riesgo por incendios de cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto, las zonas urbanizadas artificiales presentan un nivel de riesgo bajo debido a la ausencia de vegetación. Por otro lado, el resto del área de influencia está compuesto por coberturas vegetales como pastos limpios, pastos enmalezados, bosque de galería y plantaciones forestales, lo que les confiere un nivel de riesgo medio, especialmente por la

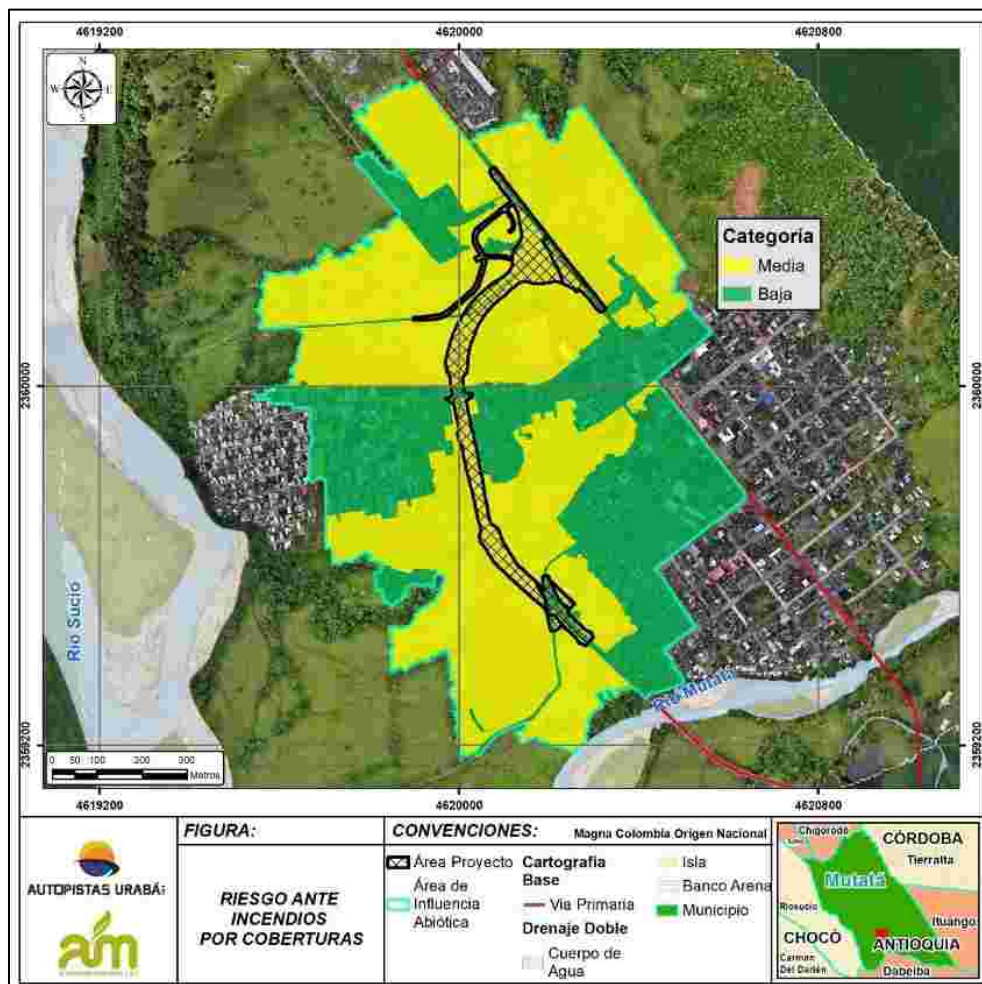
susceptibilidad de estos elementos a ser afectados directamente en caso de materialización de este escenario.

Es importante destacar que, dentro del área de intervención del proyecto, este nivel de riesgo se verá reducido debido al cambio en las coberturas, ya que la intervención contempla la remoción de la vegetación para la instalación de áreas artificiales. La [Figura 11.73](#) muestra la zonificación del riesgo por incendios de cobertura vegetal en el proyecto vial "Variante Mutatá". En la Tabla 11.88 se listan las áreas y los porcentajes con el nivel de riesgo ante incendios de cobertura vegetal.

Tabla 11.88 Nivel de riesgo por incendios de cobertura vegetal

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo medio	Áreas con coberturas de pastos	64,62	65,51%
Riesgo bajo	Áreas con cobertura de tejido urbano	34,02	34,49%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S, 2025.



D. Análisis del riesgo por componentes

El análisis del riesgo por componentes para el proyecto vial "Variante Mutatá", se centra en evaluar cómo la combinación de los escenarios de riesgo identificados puede afectar los diferentes elementos expuestos, agrupados en los componentes ambiental, social, socioeconómico e individual, tal como se describe a continuación:

I. Riesgo Ambiental

El análisis del riesgo ambiental para el proyecto vial "Variante Mutatá" se basa en la interacción entre los escenarios de amenaza identificados y los elementos expuestos del componente ambiental. Este componente incluye las coberturas de bosque de galería y/o ripario, cuerpos de agua artificiales, humedales, rondas hídricas y un área de reserva forestal protegida por la Ley Segunda de 1959. Estos elementos son altamente susceptibles a las afectaciones derivadas de las actividades de construcción y operación del proyecto, como la remoción de tierra, el uso de maquinaria pesada y el transporte de materiales. Las principales afectaciones incluyen la pérdida de cobertura vegetal, la erosión del suelo, la contaminación de cuerpos de agua y la alteración del régimen hídrico. Los escenarios de amenaza con mayor incidencia sobre estos elementos son los derrames de sustancias químicas, las explosiones, las fugas y los incendios de cobertura vegetal, siendo este último particularmente crítico debido a su potencial para causar daños irreversibles a los ecosistemas más frágiles.

A partir del análisis cualitativo del riesgo total, se determinó que los elementos ambientales más vulnerables, como los bosques de galería, la zona de reserva forestal y las rondas hídricas, presentan un nivel de riesgo inaceptable debido a su alta exposición a las amenazas del proyecto. Los cuerpos de agua artificiales, en cambio, se clasifican dentro de un nivel de riesgo aceptable por su menor fragilidad y mayor capacidad de restauración. En este contexto, es fundamental implementar las medidas de reducción del riesgo y la implementación de los planes de manejo ambiental del presente EIA dirigidos a la protección de los elementos más sensibles, con especial atención al control de derrames, incendios y la gestión de sustancias peligrosas. Estos resultados se presentan de forma detallada en la [Figura 11.74](#) (mapa de riesgo ambiental) y en la Tabla 11.89 (áreas de aceptabilidad del riesgo)

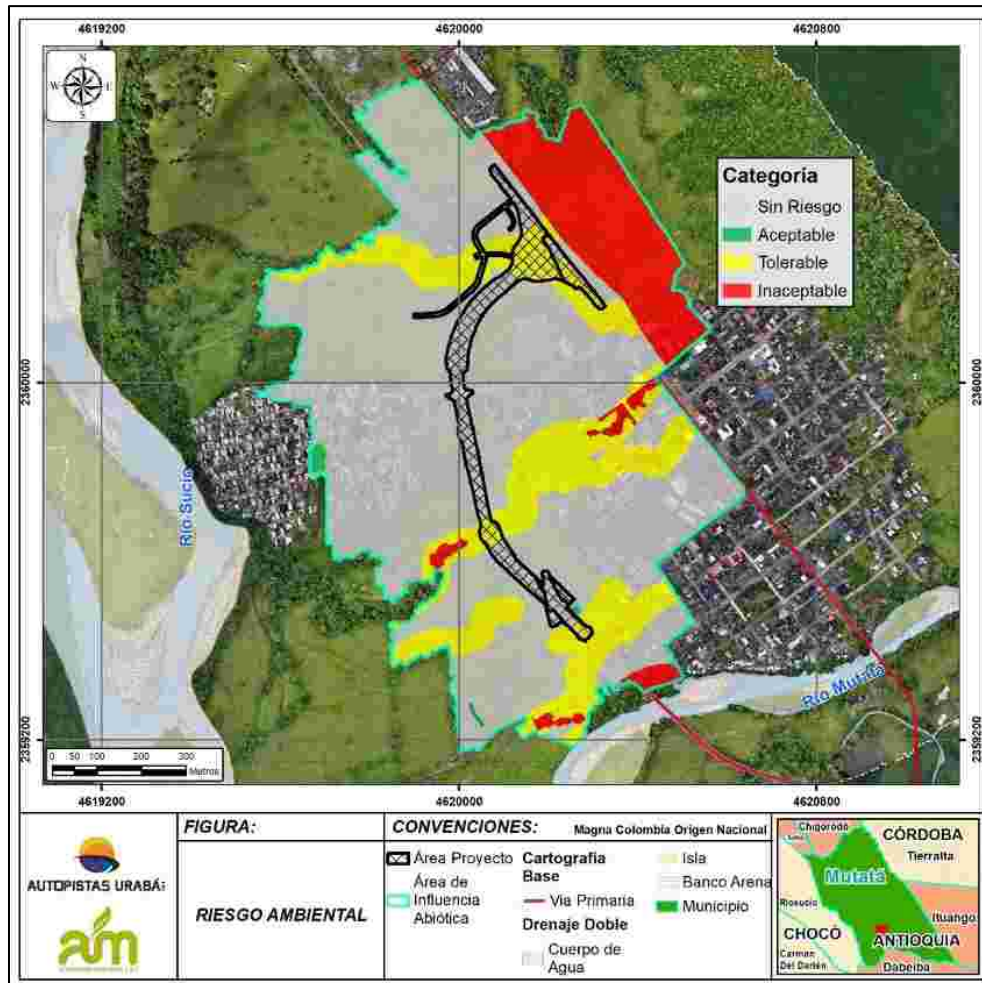


Figura 11.74 Riesgo ambiental
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.89 Categorías de aceptabilidad del riesgo ambiental

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo Inaceptable	Área de influencia donde se localiza la cobertura de bosque de galería y/o ripario, la zona de reserva forestal y humedal V3 MADS	12,40	12,57%
Riesgo tolerable	Áreas De rondas hídricas de los cuerpos de agua	18,94	19,20%
Riesgo aceptable	cuerpos de agua artificiales	0,26	0,27%
Sin riesgo ambiental	Demás área de influencia	67,04	67,96%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

II. Riesgo Social

En el marco del presente Plan de Gestión del Riesgo, el riesgo social se refiere a las afectaciones que pueden presentarse sobre las personas que habitan en las comunidades

cercanas al proyecto vial "Variante Mutatá", así como sobre elementos asociados a la vida comunitaria, como los sitios de interés cultural y las zonas comunes de encuentro. Los principales escenarios de riesgo derivados de las actividades del proyecto que impactan este componente incluyen explosiones, fugas relacionadas con una posible ruptura de la red de gas domiciliario y accidentes de transporte. No obstante, el proyecto cuenta con protocolos de operación segura y planes de manejo ambiental orientados a las comunidades, los cuales incluyen estrategias de información y capacitación comunitaria, atención a la población, accesibilidad, y medidas para garantizar la seguridad vial.

Además, los escenarios de riesgo de origen natural y socio-natural representan una amenaza significativa para el componente social. Según los reportes oficiales, las inundaciones han causado daños considerables en el territorio, mientras que eventos como sismos, vendavales, avenidas torrenciales e incendios de cobertura vegetal también pueden generar impactos relevantes. Por ello, es fundamental implementar las medidas de reducción del riesgo propuestas en este documento, las cuales promueven la participación activa de la comunidad para abordar la gestión del riesgo de manera conjunta. Los análisis cualitativos del riesgo total indican que el nivel de riesgo para el componente social es medio en las áreas de tejido urbano continuo y discontinuo, con una aceptabilidad tolerable, mientras que en el área de intervención directa del proyecto el nivel de riesgo es bajo. Estos resultados se presentan detalladamente en la [Figura 11.75](#) y en la Tabla 11.90, donde se describen las áreas correspondientes a los elementos expuestos del componente social.

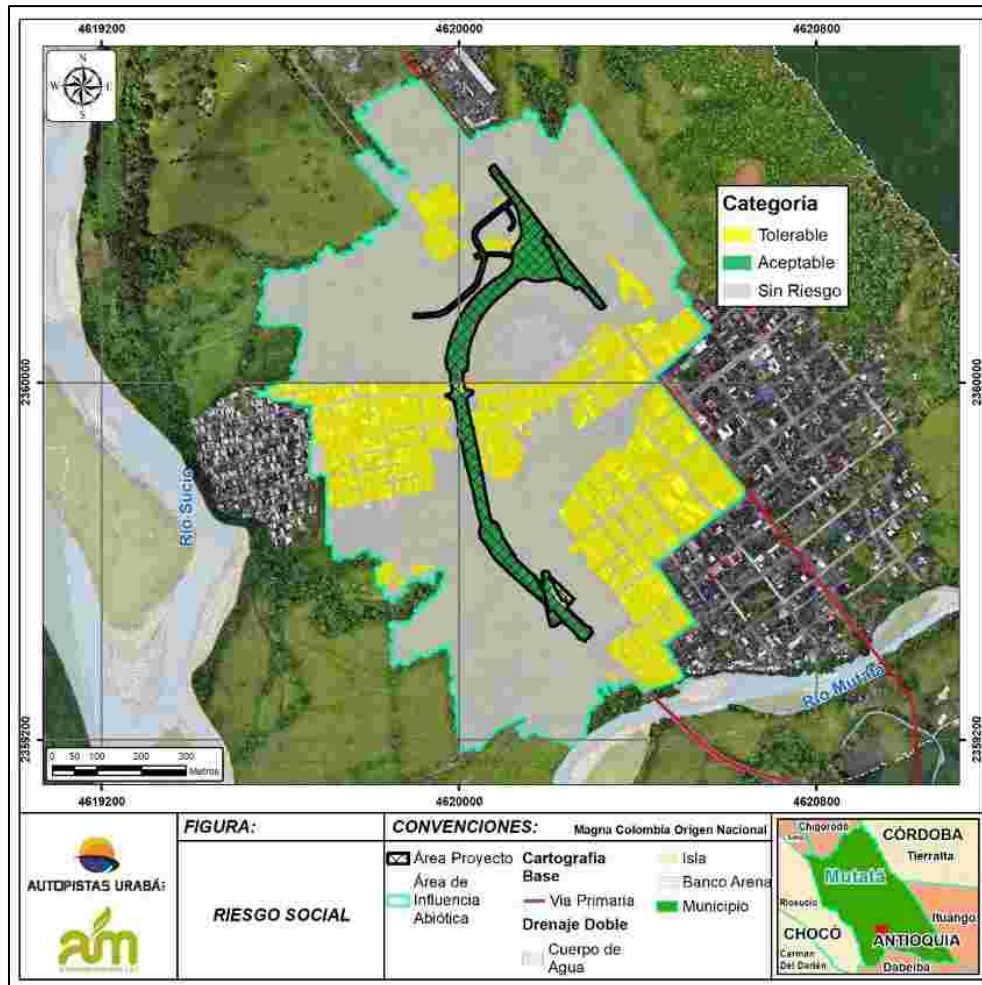


Figura 11.75 Riesgo social
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.90 Categoría de zonificación del riesgo social

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo tolerable	Áreas de tejido urbano continuo y discontinuo donde se desarrolla la vida comunitaria y se encuentran los bienes de interés cultural, zona temporal	26,30	26,66%
Riesgo aceptable	Área de intervención directa del proyecto	5,60	5,67%
Sin riesgo social	Demás área de influencia	66,74	67,66%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

III. Riesgo Socio económico

Los elementos expuestos que conforman el componente socioeconómico incluyen los equipamientos presentes en el área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá", como la alcaldía municipal, la sede de bomberos, hospitales, instituciones educativas,

iglesias, equipamientos deportivos, entre otros servicios esenciales para la comunidad. Asimismo, este componente abarca la red de acueducto y alcantarillado, red de gas, la red vial y ferroviaria, las zonas industriales y comerciales. El riesgo socioeconómico se refiere a las posibles afectaciones que, al materializarse, podrían comprometer la funcionalidad de estos elementos y limitar la prestación de los servicios que ofrecen a la comunidad.

Los escenarios de origen natural y socio-natural representan las principales amenazas para este componente, ya que su área de afectación suele ser más extensa en comparación con los riesgos derivados directamente de las actividades del proyecto. Eventos como sismos, vendavales, tormentas eléctricas, inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios de cobertura vegetal pueden provocar daños significativos. Además, los eventos concatenados pueden agravar las afectaciones, generando impactos más severos. Por otro lado, las amenazas relacionadas con explosiones, derrames, colapso estructural y accidentes de transporte tienen un área de impacto más localizada, especialmente dentro de la zona de intervención directa del proyecto. En el caso de las fugas asociadas a la red de gas, estas pueden generar afectaciones más amplias, limitando el funcionamiento de otros elementos del componente socioeconómico.

A partir del análisis cualitativo de los escenarios de riesgo sobre los elementos expuestos del componente socioeconómico, se determina que el nivel de riesgo total es medio para los equipamientos, la red de acueducto y alcantarillado, la red de gas, la red de energía, la infraestructura vial y ferroviaria, así como las zonas industriales y comerciales, con una categoría de riesgo tolerable. Por otro lado, el riesgo aceptable se identifica principalmente en el área de intervención directa del proyecto. Estos resultados se ilustran en la [Figura 11.76](#) y se detallan en la Tabla 11.91.

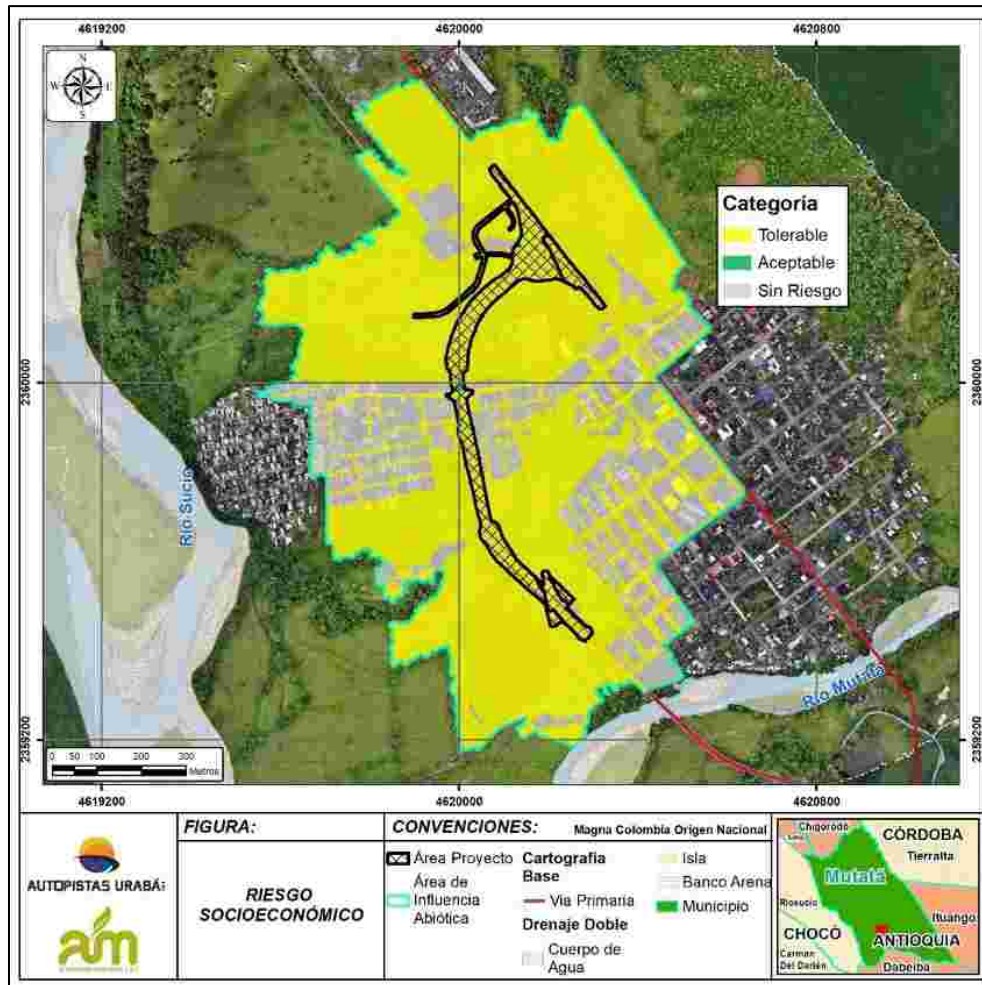


Figura 11.76 Riesgo Socioeconómico
Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.91 Categoría clasificación riesgo socioeconómico

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo tolerable	Equipamientos, red de acueducto y alcantarillado, red de gas, red de energía, red vial y ferroviaria, zonas industriales o comerciales, áreas deportivas, cultivos, pastoreo	76,65	77,71%
Riesgo aceptable	Área de intervención directa del proyecto	0,06	0,06%
Sin riesgo socioeconómico	Demás área de influencia	21,93	22,23%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

IV. *Riesgo Individual*

De acuerdo con la definición de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo, el riesgo individual se refiere al riesgo que enfrenta una persona de manera específica cuando está expuesta a uno o varios peligros. Este análisis se centra en las posibles afectaciones directas a las personas que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá" y que puedan experimentar impactos derivados de la materialización de diversos escenarios de riesgo. En este contexto, las amenazas que se manifiestan de forma puntual pueden generar efectos concentrados o consecuencias homogéneas sobre los individuos, mientras que los escenarios de riesgo con un alcance de afectación más amplio pueden provocar consecuencias más heterogéneas y diversas en la población expuesta.

En este sentido, los escenarios de riesgo que ocurren en el área de intervención directa, como explosiones, derrames de sustancias químicas, colapso estructural y accidentes de transporte, pueden generar afectaciones específicas y localizadas en las personas. Estas amenazas representan un mayor peligro para los individuos presentes, ya que tienen el potencial de causar daños graves o incluso fatales. De manera particular, el escenario de explosiones, el colapso estructural, la alteración del orden público o los accidentes de transporte destacan por su capacidad de producir impactos severos e inmediatos. Por otro lado, las amenazas de origen natural y socio-natural, como sismos, vendavales, tormentas eléctricas, inundaciones, avenidas torrenciales, incendios de cobertura vegetal y movimientos en masa, tienen una capacidad de afectación más amplia y pueden generar consecuencias tanto directas como indirectas en las personas, aumentando el riesgo individual en el área de influencia del proyecto.

De esta, considerando la lectura y análisis cualitativo de la conjunción de escenarios de riesgo, el nivel de riesgo total individual es medio en el área de intervención directa del proyecto y bajo en el resto del área de influencia como se observa en la [Figura 11.77](#) y se lista en la Tabla 11.92.

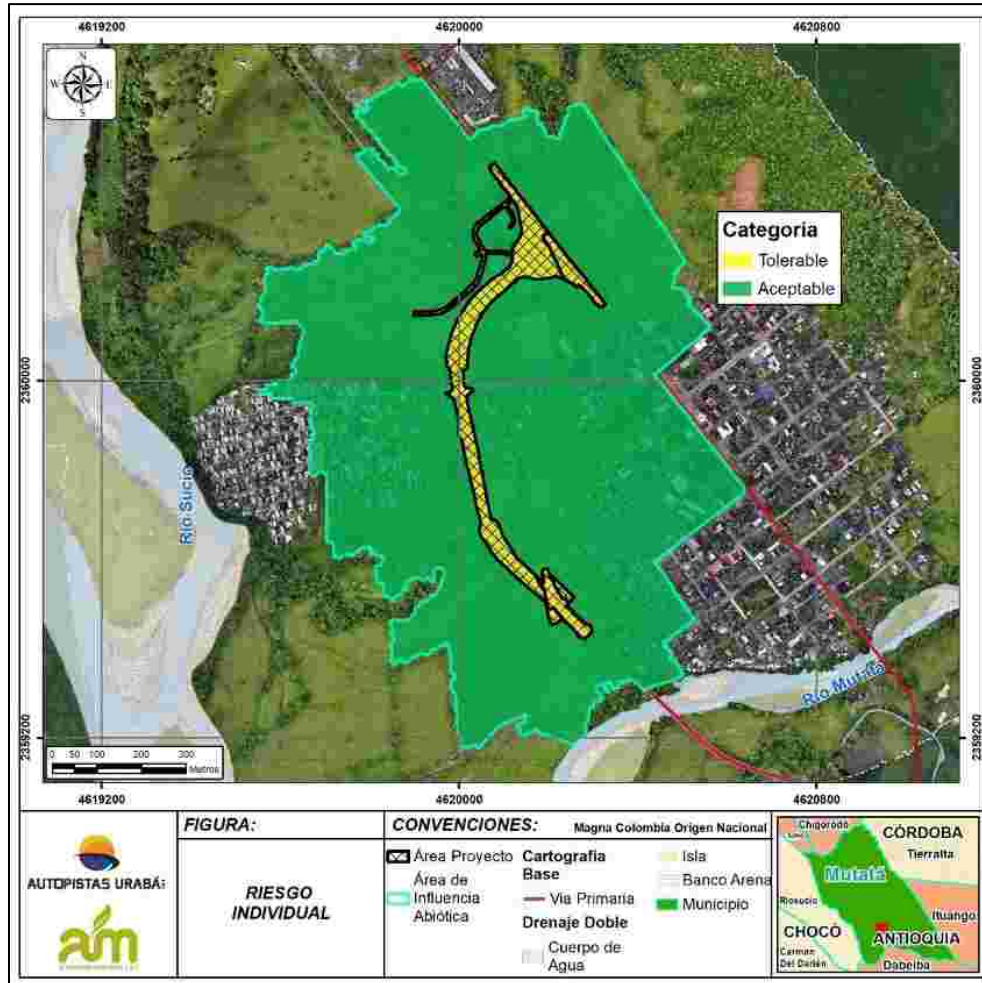


Tabla 11.92 Categoría clasificación riesgo individual

Categoría	Descripción de criterio	Área (ha)	Área (%)
Riesgo tolerable	Área de intervención directa del proyecto	5,84	5,92%
Riesgo aceptable	Área circundante al área de intervención directa del proyecto	92,80	94,08%
Total		98,64	100,00%

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

E. Priorización del riesgo

A partir de la valoración del riesgo, dado que la mayoría de los escenarios identificados presentan un nivel de riesgo medio, la priorización se basa en la probabilidad de ocurrencia. Además, considerando que la vulnerabilidad global de los elementos expuestos en el área de influencia es media, la jerarquización del riesgo se detalla en la Tabla 11.93.

En este sentido, los escenarios que requieren mayor atención para la implementación de medidas de reducción del riesgo incluyen sismos, tormentas eléctricas, inundaciones y alteración del orden público y social.

Tabla 11.93 Priorización del riesgo

Escenario	Priorización del riesgo
Sismos	Tolerable
Tormentas eléctricas	Tolerable
Inundaciones	Tolerable
Alteración del orden público y social	Tolerable
Vendavales	Tolerable
Avenidas torrenciales	Tolerable
Incendios de cobertura vegetal	Tolerable
Explosiones	Tolerable
Derrames	Tolerable
Fugas	Tolerable
Movimientos en masa	Aceptable
Colapso estructural	Aceptable
Accidentes de transporte	Aceptable

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

11.1.3.3.3 Monitoreo del riesgo

El proyecto vial "Variante Mutatá" implementará actividades de monitoreo de riesgos enfocadas en prevenir, gestionar y controlar la materialización de los escenarios de riesgo identificados. Estas acciones permitirán determinar la periodicidad con la que podrían ocurrir los eventos y establecer tiempos de respuesta adecuados para garantizar una reacción eficiente por parte del personal. Además, el monitoreo de riesgos será dinámico, adaptándose a posibles emergencias y a la incorporación de nuevos procesos que puedan generar escenarios adicionales de riesgo.

A. Protocolos o procedimientos de cómo se llevará a cabo el monitoreo

Los procedimientos y protocolos de monitoreo de riesgos son fundamentales para prevenir y mitigar la ocurrencia de eventos amenazantes. Su diseño se basa en un análisis detallado de las causas o factores que podrían desencadenar dichos eventos, lo que facilita una comprensión inicial de cómo podrían generarse. El seguimiento y control de estos factores permiten reducir significativamente el impacto potencial de las amenazas.

A continuación, se presentan los monitoreos establecidos, incluyendo la descripción de los escenarios de riesgo, los procedimientos de notificación antes de una emergencia, y los equipos requeridos para una gestión eficiente del monitoreo.

La Tabla 11.94 detalla el protocolo de monitoreo de riesgos específicamente para amenazas naturales, como sismos, vendavales y tormentas eléctricas.

Tabla 11.94 Protocolo de monitoreo del riesgo ante amenazas naturales

Monitoreo del riesgo para amenazas naturales	
Amenazas naturales	Posibles escenarios de afectación de la amenaza
Sismos, vendavales, tormentas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Frentes de obra en vía • Instalaciones temporales

Monitoreo del riesgo para amenazas naturales	
	<ul style="list-style-type: none"> • Vías de acceso • Viviendas localizadas en el área de influencia
Información crítica y Umbrales	
Vendavales	alerta cuando pronósticos superen vientos ≥ 40 km/h o cuando IDEAM emita boletín de alerta temprana por tormentas eléctricas.
Tormentas eléctricas	presencia de descargas registradas a menos de 15 km de distancia del proyecto.
Sismos	magnitud reportada ≥ 4.0 Mw en un radio de 100 km del área del proyecto.
Frecuencia de monitoreo	
<ul style="list-style-type: none"> • Diario en temporadas de lluvias (marzo-mayo; septiembre-noviembre). • Tiempo real con aplicaciones móviles (sismos) y boletines IDEAM/NOAA. 	
Fuentes de información para monitorear	
<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) • NOAA, Climate prediction Center (weekly ENSO update: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_update/gsstanim.shtml) • Servicio Geológico Colombiano (SGC) • App Sismo Detector • Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) • Departamento Administrativo para la prevención y atención de desastres de Antioquia (DAPARD) 	
Información	
<p>Pronósticos hidrometeorológicos que den indicios de la posible materialización de vendavales. De acuerdo con los registros de la UNGRD, la mayoría de estos eventos vienen acompañados de lluvias por lo que es importante reforzar las actividades de monitoreo en las épocas de lluvia.</p> <p>Pronósticos hidrometeorológicos que den indicios de la posible materialización de tormentas eléctricas.</p> <p>Por otro lado, los sismos son imposibles de predecir, sin embargo, algunas apps pueden alertarnos al momento del sismo, especialmente cuando no tiene la sensibilidad para identificar un movimiento telúrico por medio de los sentidos.</p> <p>Al momento de la materialización de un sismo se obtiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Boletín del evento sísmico actualizado, con fecha y hora local • Magnitud • Profundidad superficial • Localización del epicentro 	
Registro y reporte	
<p>Cada evento registrado en bitácora digital, con actualización mínima cada 24 horas en temporadas críticas. En caso de la materialización del evento, el comité de emergencia hará la respectiva verificación e intervención; y en caso de afectación, daños y pérdidas se activarán los protocolos establecidos por el comité de emergencias y se le notificará al residente SG SSTT, al residente ambiental y a las autoridades externas competentes en caso de ser necesario.</p>	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

La Tabla 11.95 detalla el protocolo de monitoreo de riesgos asociado a amenazas socio-naturales, tales como inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa e incendios de cobertura vegetal.

Tabla 11.95 Protocolo de monitoreo del riesgo ante amenazas socio-naturales

Monitoreo del riesgo para amenazas Socio naturales

Monitoreo del riesgo para amenazas Socio naturales	
Amenazas naturales	Posibles escenarios de afectación de la amenaza
Inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa, incendios de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Frentes de obra en vía • Instalaciones temporales • Vías de acceso • Viviendas localizadas en el área de influencia • Retiros de drenajes al interior del área de influencia
Información crítica y Umbrales	
Inundaciones/avenidas torrenciales	niveles de precipitación acumulada ≥ 30 mm/24h o ≥ 50 mm/72h (según IDEAM) en cuenca de influencia.
Movimientos en masa	alerta si precipitación supera 100 mm/7 días o si SIMMA emite alerta naranja/roja.
Incendios forestales	temperatura ≥ 32 °C, humedad relativa ≤ 30 % y ausencia de lluvias por más de 5 días consecutivos.
Frecuencia de monitoreo	
<ul style="list-style-type: none"> • Diario en temporadas de lluvia para inundaciones y movimientos en masa. • Cada 12 horas durante episodios de El Niño o alertas de incendios. 	
Fuentes de información para monitorear	
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de información de movimientos en masa (SIMMA) • Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) • Sistema de Alerta y Monitoreo de Antioquia (SAMA) • Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Mutatá (CMGRD) • Información emitida por el cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá 	
Información	
<p>Pronósticos hidrometeorológicos de las temporadas de lluvia. Para las temporadas de lluvia (marzo, abril, mayo, septiembre, octubre, noviembre), se intensificará el monitoreo, especialmente por la amenaza ante inundaciones y ante movimientos en masa. Se obtendrán boletines climáticos de la página del IDEAM y los pronósticos de lluvia para enfocar el monitoreo.</p> <p>En cuanto a la amenaza ante incendios de cobertura vegetal, se precisará un monitoreo en los meses de (diciembre, enero, febrero, junio, julio, agosto) en las áreas de zonificación con nivel de amenaza alta (Figura 11.64). Se prestará especial atención en las temporadas de El Niño, momento en el que incrementan los incendios de cobertura vegetal. Todo esto utilizando herramientas de la página de la NOAA y del IDEAM y sus pronósticos, adicional a las estrategias de monitoreo del clima que se implementen en el municipio o la región. Al momento del monitoreo se obtiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Precipitación • Probabilidad de precipitación 	
Registro y reporte	
<p>Bitácora digital, con actualización mínima cada 24 horas; intensificado a cada 6 horas durante alertas. En caso de la materialización del evento, el comité de emergencia hará la respectiva verificación e intervención; y en caso de afectación, daños y pérdidas se activarán los protocolos establecidos por el comité de emergencias y se le notificará al residente SG SSTT, al residente ambiental y a las autoridades externas competentes en caso de ser necesario.</p>	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

La Tabla 11.96 presenta el protocolo de monitoreo de riesgos para amenazas antrópicas relacionadas con las operaciones constructivas. Estas amenazas incluyen alteraciones del orden público y social, explosiones, derrames, fugas, colapso estructural y accidentes de transporte.

Tabla 11.96 Protocolo de monitoreo del riesgo ante amenazas antrópicas

Monitoreo del riesgo para amenazas naturales	
Amenazas naturales	Posibles escenarios de afectación de la amenaza
Alteración del orden público y social, explosiones, derrames, fugas, colapso estructural, accidentes de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Frentes de obra en vía • Instalaciones temporales • Vías de acceso • Viviendas localizadas en el área de influencia
Fuentes de información para monitorear	
<ul style="list-style-type: none"> • Registro de recorridos e inspección • Información del SGSST • Bitácora de la obra • Registro de avances de obra • Informes de interventoría 	
Información crítica y Umbrales	
Alteración del orden público	registro de protestas, bloqueos o enfrentamientos a menos de 10 km del proyecto.
Explosiones/derrames/fugas	detección de fugas visibles o reportes de pérdidas ≥ 10 litros en combustible.
Colapso estructural	fisuras, inclinación o deformaciones visibles en estructuras de soporte.
Accidentes de transporte	incidentes con bloqueo de vías de acceso > 30 minutos
Frecuencia de monitoreo	
<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones semanales en obra y áreas críticas. • Monitoreo diario de medios locales y reportes comunitarios. 	
Información	
Resultados de inspección, informes de avance de obras y lecciones aprendidas, resultados de informes de interventoría, PQR (registro de peticiones, quejas y reclamos)	
Registro y reporte	
Reporte inmediato al comité de emergencias; consolidación semanal en bitácora y con actualización inmediata en caso de evento. En caso de la materialización del evento, el comité de emergencia hará la respectiva verificación e intervención; y en caso de afectación, daños y perdidas se activarán los protocolos establecidos por el comité de emergencias y se le notificará al residente SG SSTT, al residente ambiental y a las autoridades externas competentes en caso de ser necesario.	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

B. Protocolos o procedimientos de notificación previos a una situación de emergencia de acuerdo con los umbrales de los parámetros e indicadores identificados

El procedimiento de notificación antes de una situación de emergencia se organiza en una secuencia de pasos lógicos que conforman la línea de comunicación para estos casos. En primer lugar, se reporta al jefe de emergencia sobre la posible materialización de un escenario de riesgo. A partir de este aviso, el comité de emergencia activa la señal de alarma y pone en marcha un protocolo de respuesta. Este protocolo se ajusta a los roles y

responsabilidades definidos para los diferentes niveles organizativos del equipo de respuesta ante emergencias del proyecto vial "Variante Mutatá".

C. Identificación de Riesgos Futuros

Con base en los registros históricos de eventos amenazantes descritos en el apartado de Identificación sistemática de las amenazas y las emergencias documentadas en el SGSST durante las actividades constructivas del proyecto vial, se establece una base sólida para la identificación de riesgos futuros. Esta información permite anticipar los posibles eventos derivados del desarrollo de las actividades constructivas. Es importante destacar que la implementación de nuevos métodos y procesos constructivos podría generar emergencias no contempladas inicialmente. Por lo tanto, registrar dichas emergencias y documentarlas como lecciones aprendidas será de gran utilidad para prevenir riesgos en este proyecto y en futuros proyectos similares.

11.1.3.4 Reducción del Riesgo

El componente de reducción del riesgo incluye las estrategias, medidas y acciones orientadas a prevenir y mitigar los riesgos asociados a los eventos identificados en el análisis de amenazas y vulnerabilidades. Su objetivo principal es disminuir tanto la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes como la exposición y vulnerabilidad de los elementos susceptibles, con el fin de evitar o minimizar posibles daños, pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales en caso de materialización del riesgo.

Este componente se organiza en dos enfoques principales:

- **Acciones Prospectivas:** Se enfocan en los riesgos futuros o potenciales, estableciendo medidas preventivas para anticipar y evitar la creación de nuevas condiciones de riesgo. Estas acciones son especialmente importantes en la planificación y ejecución de actividades constructivas, asegurando la incorporación de criterios de sostenibilidad y seguridad en los procesos.
- **Acciones Correctivas:** Orientadas a abordar los riesgos residuales existentes. Estas medidas buscan reducir las condiciones de riesgo actuales mediante intervenciones que minimicen la vulnerabilidad de los elementos expuestos y controlen los factores desencadenantes de las amenazas identificadas.

11.1.3.4.1 Intervención Correctiva y Prospectiva

El objetivo de la intervención correctiva es reducir el nivel de riesgo existente para la población y los bienes sociales, económicos y ambientales en el área de influencia de las entidades afectadas. Esto se logra mediante acciones de mitigación que disminuyen o eliminan las condiciones de amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Estas acciones abordan tanto las causas como las consecuencias del riesgo¹⁰². Por otro lado, las intervenciones prospectivas buscan evitar la aparición de nuevas situaciones de riesgo a través de medidas preventivas. Estas medidas previenen la exposición de

¹⁰² (Ley 1523, 2012)

personas y bienes a posibles eventos peligrosos, reducen las pérdidas y promueven la sostenibilidad de las entidades.

A. Identificación de alternativas de intervención

1. *Medidas de reducción del riesgo transversales a las amenazas endógenas y exógenas identificadas*

En el marco de la reducción del riesgo para los escenarios identificados durante las actividades del proyecto vial "Variante Mutatá", resulta fundamental implementar medidas transversales que aborden de manera integral todos los escenarios de riesgo. Estas medidas están orientadas a fortalecer las capacidades y conocimientos del equipo ejecutor del proyecto en gestión del riesgo de desastres, con el propósito de disminuir tanto la exposición como la vulnerabilidad de los elementos expuestos identificados.

Las estrategias incluyen actividades como el establecimiento de un sistema de alerta temprana efectivo, la promoción de educación continua en gestión del riesgo, la formación y consolidación de un grupo especializado en esta temática, y la implementación de planes de ayuda mutua que permitan una atención integral y coordinada ante emergencias. Estas medidas se desarrollan y detallan de la Tabla 11.97 a la Tabla 11.100.

Tabla 11.97 Medida de reducción Sistema de Alertas Tempranas

Sistema de alertas tempranas - SAT	
<u>Nombre de la medida:</u> Articulación, implementación y mantenimiento de un Sistema de Alertas Tempranas - SAT ante sismos, vendavales, tormentas eléctricas, movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios de cobertura vegetal.	
<u>Objetivo de la medida:</u> Implementar un Sistema de Alertas Tempranas (SAT) que permita gestionar de manera efectiva las amenazas naturales y socio-naturales priorizadas, en colaboración con el IDEAM y el Servicio Geológico Colombiano (SGC). Este sistema integrará las etapas de conocimiento, monitoreo, comunicación y respuesta oportuna, con el objetivo de anticipar y mitigar los impactos de eventos amenazantes, garantizando la protección de los elementos expuestos y la continuidad de las actividades del proyecto.	
Tipo de medida:	Estructural: <input type="checkbox"/> No estructural: <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de intervención:	Correctiva: <input type="checkbox"/> Prospectiva: <input checked="" type="checkbox"/>
Amenazas relacionadas:	Sismos, vendavales, tormentas eléctricas, movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales e incendios de cobertura vegetal.
Descripción	El SAT tiene como objetivo monitorear y anticipar las amenazas identificadas en el AI del proyecto vial, generar alertas tempranas y establecer medidas de preparación ante posibles eventos. Este sistema se estructura en cuatro componentes fundamentales: <u>Conocimiento del riesgo:</u> Este componente integra la información recopilada sobre los riesgos priorizados en el proyecto, basada en el análisis del PGRDEPP (literal Conocimiento del Riesgo). Además, se incluye la participación comunitaria, especialmente de los residentes con mayor conocimiento del territorio, mediante mapeos comunitarios que permitan identificar antecedentes de emergencias y escenarios críticos ocurridos en el pasado. <u>Monitoreo y generación de alertas:</u> Implementar sistemas de monitoreo específicos para cada amenaza identificada, articulados con los servicios nacionales e internacionales de

Sistema de alertas tempranas - SAT	
	<p>alerta temprana.</p> <p>Realizar seguimiento a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pronósticos del IDEAM¹⁰³, especialmente en temporadas de lluvias y fenómenos como el ENSO. • Monitoreos sísmicos del Servicio Geológico Colombiano (SGC¹⁰⁴) y el USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos¹⁰⁵). • Registros satelitales de la plataforma FIRMS¹⁰⁶ de la NASA para identificar incendios de cobertura vegetal. • Considerar la variabilidad local de algunos fenómenos, trabajando de manera articulada con las comunidades para comprender los eventos locales y las señales premonitorias que brinda la naturaleza. <p><u>Diseminación de la alerta:</u> Integrar el SAT al sistema de notificación de emergencias definido en el proyecto vial, asegurando que los contactos clave de gestión del riesgo a nivel interno y externo se mantengan actualizados. Establecer protocolos claros para la comunicación oportuna de las alertas.</p> <p><u>Preparación para actuar:</u> Este componente busca fortalecer las capacidades de respuesta del personal del proyecto y articularse con los sistemas de respuesta municipales, regionales y nacionales. Las acciones incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación y socialización de rutas de evacuación y puntos de encuentro. • Campañas educativas en gestión del riesgo para el personal. • Ejecución de simulacros y simulaciones que permitan evaluar y mejorar los tiempos y protocolos de respuesta. <p>Estas medidas integrales fortalecen la capacidad del proyecto para anticipar, responder y mitigar los efectos de posibles eventos amenazantes, garantizando la seguridad del personal y la sostenibilidad del proyecto.</p>
Responsable:	Equipo de Gestión del Riesgo de Desastres del proyecto vial "Variante Mutatá"
Periodo de ejecución	Durante las actividades constructivas del proyecto

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.98 Medida de reducción Educación continua en Gestión del Riesgo

Educación en gestión del riesgo
<u>Nombre de la medida:</u> Educación continua en Gestión del Riesgo
<u>Objetivo de la medida:</u> Desarrollar actividades de educación orientadas a fomentar una cultura del riesgo dentro del proyecto vial "Variante Mutatá". Esta cultura se define como la integración de valores compartidos, conocimientos y actitudes que promuevan la reducción constante del riesgo. Estas actividades estarán diseñadas para fortalecer el bienestar de todos los actores involucrados en el área de influencia del proyecto, así como de las comunidades cercanas.

¹⁰³ (IDEAM, Miniambiente, 2025)

¹⁰⁴ (SGC, 2025)

¹⁰⁵ (USGS, 2025)

¹⁰⁶ (NASA, 2025)

Educación en gestión del riesgo		
Tipo de medida:	Estructural:	No estructural: X
Tipo de intervención:	Correctiva:	Prospectiva: X
Amenazas relacionadas:	Todas	
Descripción	<p>Dentro de los procesos de reducción del riesgo, es esencial establecer protocolos claros y construir estructuras de mitigación. Sin embargo, para lograr una gestión integral del riesgo, también es fundamental desarrollar programas continuos de formación que permitan consolidar una cultura del riesgo sólida y efectiva. Estos procesos formativos deben enfocarse en aumentar el conocimiento de las amenazas, así como en implementar medidas que reduzcan tanto las amenazas como las vulnerabilidades.</p> <p><u>Estrategia para la formación continua en cultura del riesgo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de una línea base: Realizar una evaluación inicial de la cultura del riesgo existente. Este diagnóstico permitirá identificar áreas críticas y priorizar las acciones de reforzamiento necesarias. • Diseño de un plan de capacitación continua: Crear un plan estructurado y diferenciado por etapas que abarque: Capacitaciones generales dirigidas a todo el personal, capacitaciones específicas según el rol y las actividades realizadas en el proyecto, Capacitaciones diferenciadas para trabajadores permanentes, trabajadores temporales y contratistas externos, gerentes y supervisores de empresas contratistas. • Monitoreo y evaluación anual: Implementar un sistema de seguimiento y evaluación anual para medir el progreso en la adopción de prácticas de gestión del riesgo y detectar áreas de mejora. <p><u>Estrategias de mejora continua:</u> Diseñar e implementar nuevas acciones para fortalecer la cultura del riesgo en función de las necesidades identificadas en los monitoreos y evaluaciones.</p> <p><u>Pilares del plan de capacitación:</u> El plan debe enfocarse en la reducción de amenazas, disminución de vulnerabilidades y fortalecimiento del tejido social, promoviendo además el cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.</p> <p><u>Temas clave a abordar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Charlas mensuales sobre manejo de riesgos, protocolos de trabajo seguro y prevención de emergencias en cada etapa del proyecto. • Socialización de los resultados de los análisis de riesgo incluidos en el plan y de futuros análisis. • Estudios de caso sobre emergencias y desastres ocurridos en proyectos similares, para extraer lecciones aprendidas. • Debate participativo sobre los riesgos asociados a cada puesto y estrategias para evitarlos. • Revisión detallada de los planes de acción específicos en caso de incidentes que comprometan la integridad física, las comunidades vecinas, la infraestructura o el medio ambiente. <p>Esta estrategia debe integrarse con el Subprograma de Información y Participación Comunitaria del Plan de Manejo Ambiental (PMA),</p>	

Educación en gestión del riesgo	
	promoviendo espacios de comunicación inclusivos y fomentando la participación de los grupos de interés. Además, debe alinearse con el Subprograma de Educación y Capacitación al Personal, garantizando que todo el equipo vinculado al proyecto reciba formación continua para minimizar conflictos con las comunidades, reducir impactos ambientales y prevenir accidentes laborales.
Responsable:	Equipo de Gestión del Riesgo de Desastres del proyecto vial "Variante Mutatá"
Periodo de ejecución	Durante las actividades constructivas del proyecto

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.99 Medida de reducción Ayuda mutua, fortalecimiento y apoyo en gestión del riesgo

Ayuda mutua	
Nombre de la medida: Ayuda mutua, fortalecimiento y apoyo en gestión del riesgo	
Objetivo de la medida: El objetivo de la medida es comunicar y compartir con la comunidad cercana al área de influencia del proyecto vial los conocimientos necesarios para reducir riesgos y saber cómo actuar en caso de emergencias. Esta labor se realizará en coordinación con los organismos participantes en la gestión del riesgo en el municipio de Mutatá, liderados por el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD). Además, estará alineada con la coordinación del área funcional Institucional Sectorial definida en la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias (EMRE) de Mutatá, garantizando un enfoque integral y articulado que fortalezca las capacidades locales de preparación y respuesta ante eventos adversos	
Tipo de medida:	Estructural: <input type="checkbox"/> No estructural: X
Tipo de intervención:	Correctiva: <input type="checkbox"/> Prospectiva: X
Amenazas relacionadas:	Todas
Descripción	<p>Para fortalecer la relación entre la comunidad cercana al área de influencia del proyecto vial y el personal de obra, se desarrollarán procesos de retroalimentación enfocados en los tres componentes de la gestión del riesgo: conocimiento, reducción y manejo. Estos procesos permitirán que la comunidad aporte su conocimiento del territorio y sus experiencias sobre emergencias pasadas, mientras el proyecto comparte los análisis y medidas planteadas en el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres. Entre las actividades previstas se encuentran capacitaciones en gestión del riesgo para fortalecer las capacidades tanto de la comunidad como del personal del proyecto en temas de prevención, mitigación y respuesta, así como la divulgación del contenido del PGRDEPP, asegurando que las medidas y protocolos sean comprendidos por todos los actores.</p> <p>Además, se establecerán canales de comunicación bilaterales en temporadas críticas, como las de invierno y eventos relacionados con el ENSO, para intercambiar información preventiva y medidas de respuesta. Se organizarán talleres educativos sobre protección del medio ambiente y preparación ante inundaciones y avenidas torrenciales, particularmente en los meses más lluviosos como marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre. Para gestionar la comunicación con empresas y entidades locales relacionadas con la gestión del riesgo, se designará un responsable dentro del proyecto vial.</p> <p>Asimismo, se buscarán alianzas público-privadas e interinstitucionales</p>

Ayuda mutua	
	para fortalecer la prevención, mitigación y respuesta ante riesgos, maximizando los recursos y capacidades disponibles. La comunicación constante con empresas privadas y líderes comunitarios facilitará la toma de decisiones por parte de las autoridades, organismos de socorro y la población, minimizando posibles pérdidas. Además, se articularán las acciones del proyecto con las medidas de atención de emergencias descritas en la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias de Mutatá y se establecerá contacto directo con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del municipio.
Responsable:	Equipo de Gestión del Riesgo de Desastres del proyecto vial "Variante Mutatá"
Periodo de ejecución	Durante las actividades constructivas del proyecto

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Tabla 11.100 Medida de reducción Creación y fortalecimiento del Grupo de Gestión de Riesgos

Grupo de gestión del riesgo	
Nombre de la medida: Creación y fortalecimiento del Grupo de Gestión de Riesgos	
Objetivo de la medida: Crear un grupo de Gestión de Riesgos conformado por representantes de las diferentes direcciones del proyecto y de la gerencia misma, con el fin de coordinar articuladamente las acciones de gestión de riesgo desarrolladas en el proyecto	
Tipo de medida:	Estructural: <input type="checkbox"/> No estructural: <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de intervención:	Correctiva: <input type="checkbox"/> Prospectiva: <input checked="" type="checkbox"/>
Amenazas relacionadas:	Todas
Descripción	<p>El Grupo de Gestión de Riesgos (GGR) estará conformado por uno o varios representantes de cada dirección del proyecto y de la gerencia, con el propósito de liderar las estrategias relacionadas con el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo del desastre. Para asegurar su eficacia, los integrantes recibirán capacitaciones específicas en gestión del riesgo con un enfoque de desarrollo gerencial sostenible, fomentando la integración de prácticas de prevención y respuesta ante emergencias en el marco del proyecto vial.</p> <p>Dentro del GGR se constituirá una Brigada de Atención de Emergencias, cuyos miembros serán capacitados periódicamente en atención de emergencias y desastres, garantizando una respuesta oportuna y especializada. El grupo llevará a cabo reuniones regulares para planificar, coordinar y dirigir las acciones establecidas en el presente plan de gestión del riesgo de desastres. Además, será responsable de diseñar y liderar un simulacro anual para todo el proyecto, complementado con una o dos simulaciones de escritorio cada año que involucren a directivos, miembros del grupo y personal de distintas áreas.</p> <p>Entre las funciones clave del GGR se encuentra la realización de visitas sorpresa a los diferentes frentes de obra del proyecto para evaluar las acciones en gestión del riesgo, identificar áreas de mejora y fortalecer las estrategias implementadas. Asimismo, coordinará la atención de emergencias y desastres, además de liderar las acciones de recuperación y evaluar los eventos ocurridos para evitar su repetición.</p> <p>El grupo también se articulará con actores clave de la gestión del riesgo a nivel local, regional y nacional, siguiendo los lineamientos definidos en el</p>

Grupo de gestión del riesgo	
	Componente de Manejo de este Plan. Participará en eventos locales sobre gestión del riesgo en proyectos viales para intercambiar experiencias y conocimientos que fortalezcan las prácticas del proyecto. Adicionalmente, el GGR promoverá una cultura de prevención y resiliencia, alineándose con los subprogramas del Plan de Manejo Ambiental (PMA). Esto incluye una integración estratégica con los objetivos ambientales y sociales del proyecto, asegurando que las acciones de gestión del riesgo contribuyan al bienestar general y la sostenibilidad del proyecto vial.
Responsable:	Equipo de Gestión del Riesgo de Desastres del proyecto vial "Variante Mutatá"
Periodo de ejecución	Durante las actividades constructivas del proyecto

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

II. Medidas de reducción del riesgo para las amenazas naturales priorizadas

Tabla 11.101 Medidas de reducción del riesgo ante amenazas de origen natural

Reducción del riesgo de desastres ante amenazas de origen natural	
Medidas de reducción del riesgo ante Sismos	
Nombre de la medida: reducción del riesgo ante Sismos	
Objetivo de la medida: Implementar medidas de preparación ante sismos mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Tipo de medida	Estructural: <input type="checkbox"/> No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva: <input type="checkbox"/> Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Amenaza sísmica
Descripción	<p>El proyecto no contempla la construcción de campamentos provisionales, priorizando la cercanía al casco urbano. Para garantizar la seguridad en caso de un sismo, se realizará una evaluación de las locaciones que serán utilizadas como alojamiento temporal.</p> <p>En cuanto a la infraestructura vial, todas las obras, incluyendo terraplenes, vías, túneles, puentes, viaductos, box culvert vehiculares e infraestructura de drenaje, serán diseñadas y construidas conforme a los lineamientos normativos de sismo resistencia. Además, los estudios geotécnicos han identificado zonas susceptibles a deslizamientos que podrían ser inducidos por sismos, permitiendo la implementación de medidas preventivas.</p> <p>Para reducir el riesgo y mejorar la respuesta ante un evento sísmico, se adoptarán las siguientes acciones:</p> <p>Definir y señalar rutas de evacuación y puntos de encuentro dentro del área del proyecto.</p> <p>Socializar estos protocolos con el personal, contratistas y visitantes.</p> <p>Establecer zonas seguras para el almacenamiento de materiales y maquinaria pesada, evitando su desplazamiento o caída durante un sismo.</p> <p>Implementar las medidas de monitoreo del riesgo descritas en el apartado, integrándolas con las alertas emitidas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).</p>

Reducción del riesgo de desastres ante amenazas de origen natural		
	<p>Señalar adecuadamente la ubicación de elementos de atención primaria, como botiquines y extintores.</p> <p>Realizar simulacros de evacuación que incluyan escenarios de emergencia relacionados con sismos.</p> <p>Difundir información sobre los sistemas de comunicación disponibles para solicitar apoyo a los organismos de socorro en caso de emergencia.</p> <p>Estas medidas de reducción se articulan a lo dispuesto en el subprograma de manejo de taludes, subprograma de información y participación comunitaria y al subprograma de educación y capacitación del personal vinculado al proyecto</p>	
Responsable	Comité de emergencias, residente del SG-SST y el residente ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Periodo de ejecución	Durante la fase operativa del proyecto	
Medidas de reducción del riesgo ante tormentas eléctricas		
Nombre de la medida: reducción del riesgo ante tormentas eléctricas		
Objetivo de la medida: Establecer medidas de preparación ante tormentas eléctricas para reducir el riesgo en el proyecto vial "Variante Mutatá".		
Tipo de medida	Estructural:	No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva:	Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Tormentas eléctricas	
Descripción	<p>Para mitigar los riesgos asociados a tormentas eléctricas durante la construcción y operación del proyecto vial, se implementarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suspender temporalmente las actividades al aire libre durante tormentas eléctricas. • Establecer refugios seguros y señalizados para el personal en caso de tormentas. • Prohibir la permanencia de trabajadores en áreas abiertas, estructuras metálicas, maquinaria pesada y cuerpos de agua durante tormentas. • Instalar pararrayos en zonas estratégicas, especialmente en campamentos y zonas de almacenamiento de materiales • Implementar sistemas de puesta a tierra para la infraestructura del proyecto y equipos eléctricos. • Asegurar que la maquinaria y herramientas eléctricas cuenten con protecciones contra sobretensiones. • Utilizar sistemas de monitoreo meteorológico en tiempo real para detectar la aproximación de tormentas a partir de los geo portales del IDEAM y demás actividades descritas en el ítem de Monitoreo del riesgo • Mantener comunicación con las autoridades meteorológicas y organismos de emergencia para recibir alertas oportunas. • Capacitar al personal y contratistas en protocolos de seguridad ante tormentas eléctricas. • Socializar medidas preventivas y procedimientos de actuación en caso de una tormenta. 	

Reducción del riesgo de desastres ante amenazas de origen natural	
	<ul style="list-style-type: none"> Definir rutas de evacuación y puntos de encuentro seguros. Garantizar la disponibilidad de botiquines de primeros auxilios y personal capacitado para responder a emergencias.
Responsable	Comité de emergencias, residente del SG-SST y el residente ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá".
Periodo de ejecución	Durante la fase constructiva del proyecto

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

III. Medidas de reducción del riesgo para las amenazas socio naturales priorizadas

Tabla 11.102 Medidas de reducción del riesgo ante amenazas de origen socio natural

Medidas de reducción del riesgo ante Inundaciones	
Nombre de la medida: reducción del riesgo ante Inundaciones	
Objetivo de la medida: Implementar medidas de preparación ante inundaciones mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Tipo de medida	Estructural: <input type="checkbox"/> No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva: <input type="checkbox"/> Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Amenaza ante inundaciones
Descripción	<p>Como medida principal para la reducción del riesgo ante inundaciones, el proyecto vial "Variante Mutatá" incorpora una infraestructura de drenaje diseñada para minimizar el impacto de estos eventos. Esta infraestructura incluye obras hidráulicas como alcantarillas, box culverts, canales y filtros, las cuales se integran con los drenajes naturales dentro del área de influencia, permitiendo un manejo eficiente del flujo de agua y reduciendo la probabilidad de afectaciones por inundaciones.</p> <p>Adicionalmente, se llevará a cabo un monitoreo continuo de los reportes de precipitación a través del Geoportal del IDEAM y otras fuentes oficiales, conforme a lo establecido en el apartado de monitoreo del riesgo. Con base en esta información, se identificarán los periodos de mayor recurrencia de inundaciones, lo que permitirá desarrollar planes específicos de mitigación, especialmente ante eventos extremos asociados al cambio climático y fenómenos como La Niña.</p> <p>Para mitigar el impacto de las inundaciones en la infraestructura y operatividad del proyecto vial, se implementarán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de sistemas de drenaje adecuados, para garantizar un flujo eficiente del agua y evitar acumulaciones que puedan generar afectaciones en la vía. Diseño de obras hidráulicas con capacidad suficiente para manejar eventos extremos de precipitación y prevenir desbordamientos. Mantenimiento periódico de las estructuras de drenaje para evitar obstrucciones por sedimentos o residuos. Identificación de patrones de inundación y evaluación del impacto de eventos climáticos extremos, como el

	<p>fenómeno de La Niña, para anticipar medidas preventivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Definición de rutas alternas y protocolos de actuación en caso de cierre temporal de la vía por inundaciones. Capacitación del personal sobre procedimientos de emergencia en caso de inundaciones. Señalización de zonas de riesgo y puntos de evacuación. <p>Coordinación con organismos de emergencia y comunidades locales para la implementación de planes de respuesta ante inundaciones.</p>
Responsable	Comité de emergencias, residente del SG-SST y el residente ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá".
Periodo de ejecución	Durante la fase operativa del proyecto
Movimientos en masa	
<u>Nombre de la medida:</u> reducción del riesgo ante movimientos en masa	
<u>Objetivo de la medida:</u> Implementar medidas de preparación ante movimientos en masa mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Tipo de medida	Estructural: X No estructural: X
Tipo de Intervención	Correctiva: X Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Movimientos en masa
Descripción	<p>Medidas preventivas y de diseño (prioritarias)</p> <p>Evitar sobrecargas y sobrecortes</p> <p>No sobreexcavar ni dejar taludes más empinados que los definidos en diseños geotécnicos.</p> <p>Limitar almacenamiento de materiales y circulación de maquinaria pesada en coronas de talud (mín. 10 m de retranqueo donde sea posible).</p> <p>Reprofilado y re-vegetación:</p> <p>Rediseñar pendientes: reducir taludes a pendientes seguras (por ejemplo $\leq 1:1.5$ o según estudio geotécnico local) en tramos críticos.</p> <p>Estabilizar con revegetación de especies nativas de raíz profunda en taludes con riesgo (plantación inmediata tras movimiento de suelo).</p> <p>Drenaje superficial y control de escorrentía: Canales de borde, cunetas revestidas (con geomantas o concreto según energía), intercambios de agua y pasos de culvert con sobredimensionamiento en tramos críticos.</p> <p>Drenaje sub-superficial: Colocar drenes horizontales (subdrains, drenaje por gravedad) o drenes prefabricados en taludes con suelos saturables, para evitar aumento de presión de poros.</p> <p>En puntos críticos: muros de gravedad, muros anclados, contrafuertes o gaviones, con diseño según cargas y parámetros geotécnicos.</p> <p>Técnicas: anclajes/rockbolts, mallas metálicas, geomallas y suelo reforzado según necesidad (taludes en roca o coluviones).</p> <p>Construcción de bermas o taludes en la base para aumentar estabilidad de pies de talud.</p> <p>Protección de obras hidráulicas: Check-dams y disipadores aguas arriba de cruces para reducir erosión y concentración de caudales.</p>

	<p>Medidas durante construcción (operacionales)</p> <p>Control de aguas de excavación: Bombeo y desvío temporal de aguas, evitar acumulaciones en coronas y plataformas.</p> <p>Secuenciación de cortes: Trabajar por tramos cortos y estabilizar inmediatamente cada tramo finalizado (no dejar taludes sin protección).</p> <p>Limitación de vibraciones: Evitar equipos vibratorios y detonaciones cerca de taludes susceptibles; si es necesario, controlar magnitudes y frecuencias.</p> <p>Manejo de materiales: Almacenar material lejos del borde de taludes; compactación según especificación para evitar infiltraciones.</p> <p>Inspección diaria de taludes: Supervisión visual por residente y registro diario durante la fase de obras.</p> <p>Medidas de operación y mantenimiento (post-construcción)</p> <p>Mantenimiento de drenajes: Limpieza de cunetas, culverts y sumideros al menos 2 veces por año y después de eventos de lluvia intensa.</p> <p>Control de vegetación: Mantener cubierta vegetal en taludes; podas controladas y reforestación en laderas erosionadas.</p> <p>Inspecciones periódicas: Inspecciones técnicas trimestrales en tramos normales; mensuales en tramos catalogados media/alta; diarias/semana durante temporadas de lluvia o alertas.</p> <p>Inventario y mantenimiento de obras de estabilización: Revisar muros, anclajes y drenajes cada 6 meses y luego después de eventos extremos.</p> <p>Prohibir rellenos, construcción o almacenamiento permanente en franjas de riesgo y pies de talud.</p> <p>Capacitación y campanas de información: Formar operarios, residentes y comunidades en señales de premonición (grietas emergentes, ruidos, escurrimientos turbios).</p>
Incendios forestales	
Nombre de la medida: reducción del riesgo ante incendios forestales	
Objetivo de la medida: Implementar medidas de preparación ante incendios forestales mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Tipo de medida	Estructural: X No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva: X Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Incendio forestal
Descripción	<p>Establecimiento de fajas cortafuego en las áreas de mayor susceptibilidad, especialmente en taludes revegetalizados, zonas de depósito de material y sectores colindantes con coberturas vegetales secas.</p> <p>Diseño de franjas de aislamiento alrededor de campamentos, patios de maquinaria y bodegas de materiales, con un ancho mínimo de 10 m libres de vegetación inflamable.</p> <p>Siembra de especies nativas con baja inflamabilidad en los taludes y áreas de compensación ambiental, evitando monocultivos de gramíneas que facilitan la propagación del fuego.</p> <p>Construcción de reservorios de agua o aprovechamiento de drenajes existentes, que sirvan como puntos de abastecimiento</p>

	<p>para el control de incendios.</p> <p>Capacitación y conformación de brigadas de emergencia en los campamentos del proyecto, con entrenamiento en detección temprana y control inicial de incendios forestales.</p> <p>Protocolos de uso de fuego y manejo de combustibles, prohibiendo quemas abiertas, fogatas y prácticas que generen chispas en zonas de riesgo.</p> <p>Implementación de un sistema de monitoreo climático y de condiciones de riesgo, incluyendo alertas tempranas por altas temperaturas, déficit hídrico y velocidad del viento.</p> <p>Coordinación con el Sistema Municipal y Departamental de Gestión del Riesgo, así como con los cuerpos de bomberos voluntarios y Defensa Civil, para protocolos de atención conjunta.</p> <p>Campañas de sensibilización ambiental con trabajadores y comunidades cercanas, sobre prevención de incendios y uso seguro de herramientas.</p> <p>Patrullajes de vigilancia en temporadas secas en los tramos de mayor susceptibilidad del proyecto (bordes de vías y zonas con cobertura seca).</p> <p>Disponibilidad de equipos y herramientas de control inicial (batefuegos, extintores de agua y espuma, bombas portátiles, equipos de protección personal).</p> <p>Plan de evacuación para personal y maquinaria en caso de incendios que superen la capacidad de respuesta inicial.</p> <p>Registro y reporte de conatos de incendio, generando una base de datos que permita evaluar patrones de ocurrencia y ajustar las medidas de prevención.</p> <p>Prácticas periódicas de simulacros de incendio forestal, integrando brigadas, contratistas y operadores del proyecto.</p>
--	---

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

IV. Medidas de reducción del riesgo para las amenazas antrópicas priorizadas

En la Tabla 11.103 se describen las medidas de reducción del riesgo para las amenazas de origen antrópico que fueron priorizadas a partir de los resultados de la valoración del riesgo.

Tabla 11.103 Medidas de reducción del riesgo frente a amenazas de origen antrópico

Medidas de reducción del riesgo ante amenazas antrópicas		
Medidas de reducción del riesgo ante explosiones		
Nombre de la medida: reducción del riesgo ante explosiones		
Objetivo de la medida: Implementar medidas de preparación ante explosiones mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".		
Tipo de medida	Estructural:	No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva:	Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Amenaza ante explosiones	
Descripción	<p>Como medidas específicas de reducción del riesgo ante explosiones se define:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un inventario actualizado de los materiales explosivos, inflamables o combustibles utilizados en el proyecto. 	

Medidas de reducción del riesgo ante amenazas antrópicas	
	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar las sustancias conforme los lineamientos de compatibilidad de sustancias. • Inspeccionar equipos y redes eléctricas internas • Realizar mantenimientos preventivos periódicos a equipos y maquinaria • Capacitar y entrenar al personal de vigilancia en lucha contra incendios • Establecer un sistema de comunicaciones interno de la obra • Divulgación previa de la localización de emergencia en sectores de obra estratégicamente localizados • Construir un plan de evacuación que incluya adecuado estado y mantenimiento de los caminos de obra • Implementar y mantener un plan de emergencia que incluya preparación y respuesta ante situaciones de incendio o explosión, el cual debe de estar definido dentro del plan de contingencia y emergencia global del proyecto. • Contar con equipos de atención como extintores y mangueras • Implementar lo establecido por el artículo 106.3 de la guía Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, expedido por el Instituto Nacional de Vías INVIAS. • Eliminar fuentes de ignición y de calor, y materiales combustibles durante el desarrollo de las actividades involucradas en el almacenamiento de sustancias peligrosas, principalmente de sustancias inflamables y susceptibles de explosión (gases a presión). • Las áreas de almacenamiento deben estar bien ventiladas, con el fin de evacuar los gases o acumulación de vapores. • Separar las sustancias peligrosas teniendo en cuenta su incompatibilidad. • Etiquetar las sustancias químicas conforme el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) • Prohibir fumar en cualquiera de las actividades involucradas en el almacenamiento de sustancias peligrosas. • No realizar trabajos de mantenimiento que generen chispas o llamas en las áreas donde se encuentren almacenadas o en tránsito las sustancias peligrosas. • Realizar la manipulación, transporte y uso de explosivos exclusivamente por personal certificado y autorizado.
Responsable	Comité de emergencias, residente del SG-SST y el residente ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá".
Periodo de ejecución	Durante la fase operativa del proyecto
Medidas de reducción del riesgo ante Derrames	
Nombre de la medida: reducción del riesgo ante derrames	

Medidas de reducción del riesgo ante amenazas antrópicas		
<u>Objetivo de la medida:</u> Implementar medidas de preparación ante derrames mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".		
Tipo de medida	Estructural:	No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva:	Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Amenaza ante derrames	
Descripción	<p>Para los derrames se debe prestar especial atención a la zona de almacenamiento y a las actividades de transporte de estos, de esta manera se plantean las siguientes medidas de reducción específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer puntos estratégicos de contención en áreas de mayor susceptibilidad a derrames. • En el almacenamiento utilizar tanques de almacenamiento con materiales resistentes y sistemas de contención secundaria (bandejas de retención o diques). • Identificar, señalar y mantener áreas específicas para la carga, descarga y almacenamiento de sustancias peligrosas. • Capacitar regularmente al personal en manejo seguro de materiales peligrosos, uso de equipos de protección personal (EPP) y procedimientos de respuesta ante derrames. • Implementar simulacros periódicos de atención a emergencias por derrames en conjunto con los procesos del SG – SST • Inspeccionar rutinariamente el estado de los vehículos y equipos que transportan o manipulan sustancias químicas para prevenir fugas. • En conjunto con el área SG – SST, establecer procedimientos claros para la manipulación de combustibles, aceites y otros líquidos peligrosos. • Colocar kits de respuesta a derrames en puntos estratégicos del proyecto. • En concordancia con el SG – SST, Implementar un sistema de recolección y disposición adecuada de residuos generados por un derrame. • Coordinar con autoridades locales (Oficina de Gestión del Riesgo y entidades ambientales) para asegurar una respuesta articulada. • Revisión periódica y actualización del plan de contingencia de acuerdo con las condiciones del proyecto. 	
Responsable	Comité de emergencias, residente del SG-SST y el residente ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Medidas de reducción del riesgo ante fugas		
<u>Nombre de la medida:</u> reducción del riesgo ante derrames		
<u>Objetivo de la medida:</u> Implementar medidas de preparación ante fugas mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".		
Tipo de medida	Estructural:	No estructural: X

Medidas de reducción del riesgo ante amenazas antrópicas		
Tipo de intervención	Correctiva:	Prospectiva: X
Amenazas relacionadas	Amenaza ante derrames	
Descripción	<p>En el escenario de fugas, además de las sustancias utilizadas en el desarrollo del proyecto vial, es fundamental considerar la presencia de la red de gas domiciliario. Por esta razón, se proponen las siguientes medidas adicionales al adecuado manejo y almacenamiento de las sustancias químicas del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la ubicación exacta de la red de gas domiciliaria cercana al área del proyecto. • Coordinar con la empresa prestadora del servicio para obtener los planos actualizados de la red de gas. • Señalizar claramente las áreas donde se encuentran tuberías de gas para evitar intervenciones no autorizadas. • Capacitar al equipo en procedimientos de manejo seguro cerca de las redes de gas, identificación de fugas y protocolos de emergencia. • Mantener una comunicación constante con la empresa operadora de la red de gas para notificar trabajos cercanos y recibir asesoramiento técnico. • Establecer rutas de acceso rápido para servicios de emergencia en caso de fuga. • Definir y señalizar rutas de evacuación seguras para el personal y las comunidades cercanas. • Coordinar con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo (UMGR) de Mutatá para garantizar una respuesta oportuna ante emergencias. 	
Responsable	Comité de emergencias, residente del SG-SST y el residente ambiental del proyecto vial "Variante Mutatá".	
Colapso estructural		
<u>Nombre de la medida:</u> reducción del riesgo ante colapso estructural		
<u>Objetivo de la medida:</u> Implementar medidas de preparación ante colapso estructural mediante la reducción de la vulnerabilidad del proyecto vial "Variante Mutatá".		
Tipo de medida	Estructural: X	No estructural: X
Tipo de intervención	Correctiva: X	Prospectiva: X
Amenaza relacionada	Colapso estructural	
Descripción	<p>Revisión independiente (peer review) de los cálculos estructurales y geotécnicos (MIDAS GEN / GEO5) por un tercero acreditado, especialmente para Box Vehicular y muros en talud. Verificación de todos los detalles críticos: refuerzos, anclajes, chaflanes, zonas de apoyo, junta de trabajo, detalles de juntas de dilatación y drenajes.</p> <p>Asegurar parámetros de diseño basados en ensayos in situ (sondeos, SPT/CPT) y ensayo de laboratorio (resistencia al corte, densidad, permeabilidad).</p> <p>Confirmar cumplimiento NSR-10 para solicitaciones sísmicas. Evitar concentraciones de flujo que puedan socavar apoyos o zapatas: sobredimensionar elementos hidráulicos donde lo exija</p>	

Medidas de reducción del riesgo ante amenazas antrópicas	
	<p>el caudal de diseño y prever disipadores de energía.</p> <p>Considerar sobrecargas de construcción, maquinaria y eventos extraordinarios (impactos, vehículos pesados) y verificar capacidad de servicio y ultimate.</p> <p>Inspección visual diaria/semanal por residente: fisuras, escurrimientos, socavaciones, obstrucción de drenajes, hundimientos.</p> <p>Supervisión permanente por residente e interventoría con protocolos de no-conformidad y suspensión de trabajo si hay incumplimiento.</p> <p>Control de calidad de juntas, anclajes, soldaduras y empalmes.</p> <p>Restricciones operativas (prohibición de sobrecargas temporales en coronaciones, límites de vibración, control de tráfico pesado).</p> <p>Gestión de cambios: cualquier modificación de obra requiere revisión técnica y aprobación por escrito.</p> <p>Inspección técnica trimestral por ingeniero estructural (revisión de juntas, anclajes, drenajes, corrosión de armaduras).</p> <p>Programa de inspecciones rutinarias (diarias/semana/mensuales/trimestrales) con checklists estandarizados.</p> <p>Mantenimiento preventivo de drenajes, juntas, sellos y revestimientos; limpieza de culverts después de lluvias.</p> <p>Reparaciones tempranas (sellado de grietas, inyecciones, recubrimiento) antes de agravamiento.</p> <p>Control del entorno: evitar excavaciones, taludes o cargas adicionales que modifiquen esfuerzos sobre la estructura.</p> <p>Capacitar al personal en identificación de señales premonitorias (grietas nuevas, aumento de filtraciones, asentamientos)</p>

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

11.1.3.4.2 Protección financiera

Los costos económicos asociados a los riesgos de desastres que no sean gestionados de manera oportuna o adecuada están cubiertos por la póliza de obras civiles, la cual incluye el amparo de "todo riesgo de construcción". Este seguro protege contra daños o pérdidas materiales que afecten los bienes asegurados, siempre que dichos eventos ocurran durante las etapas de construcción, reparación, rehabilitación y/o mejoramiento, según los términos estipulados en el contrato. El amparo básico por daños materiales contempla los siguientes riesgos:

- Hurto calificado y los daños ocasionados a los bienes asegurados como consecuencia directa de su tentativa.
- Incendio, impacto de rayo, explosión y colisión de vehículos terrestres o embarcaciones acuáticas.
- Cortocircuito, arco voltaico y efectos de la electricidad atmosférica.
- Caída de aviones u otras naves aéreas, así como objetos provenientes de estas o del espacio aéreo en general.
- Errores en el diseño estructural, hasta el límite establecido en la carátula de la póliza.

- Daños diversos sufridos por los bienes asegurados durante la construcción o reparación, siempre que no estén excluidos específicamente.
- Fenómenos naturales, tales como terremoto, temblor, maremoto, tsunami, erupción volcánica.
- Eventos climáticos como avenidas, inundaciones, desbordamientos, aumento del nivel del agua, enfangamiento, tempestades, huracanes, ciclones, tifones, vientos superiores a 25 km/h, heladas, hielo, hundimientos o deslizamientos de terreno, aludes, derrumbes y desprendimientos de tierra o rocas.

11.1.3.5 Manejo del desastre

El manejo del desastre es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación post-desastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entendiéndose: rehabilitación y recuperación¹⁰⁷

El instrumento principal del Componente de Manejo es el Plan de Emergencias y Contingencias (PEC), el cual detalla las medidas de prevención, control y respuesta necesarias frente a posibles situaciones de emergencia derivadas de los riesgos previamente identificados. Su propósito es minimizar los impactos negativos sobre los elementos expuestos dentro del área de influencia del proyecto vial "Variante Mutatá". Este plan se estructura en tres niveles: estratégico, operativo e informático.

11.1.3.5.1 Plan Estratégico

A. Resultados del análisis del riesgo

Los resultados del análisis del riesgo se describen en el literal Evaluación del riesgo, complementario a esto la Tabla 11.81 resume los resultados de la valoración de los escenarios de riesgo identificados en el desarrollo del proyecto vial "Variante Mutatá"

B. Capacitación

El programa de entrenamiento y capacitación tiene como finalidad garantizar que el personal de la Brigada de Atención de Emergencias, encargado de la administración y ejecución del PEC, alcance el máximo desempeño frente a cualquier eventualidad. Para lograr esto, no solo es imprescindible que los integrantes de la brigada comprendan a profundidad el contenido del PEC, sino que también dominen los procedimientos allí descritos mediante su práctica, aplicación y evaluación constante. Por ello, se deben implementar actividades formativas de manera paralela al desarrollo del proyecto, incluyendo los siguientes:

- Normas generales de seguridad industrial y el uso adecuado de equipos de protección personal.
- Reglas básicas de seguridad vial, considerando el Plan de Seguridad Vial, los lineamientos de la Policía de Tránsito y Transporte, y el Plan de Manejo de Tránsito.

¹⁰⁷ (Ley 1523, 2012)

- Prevención y manejo de accidentes, con énfasis en procedimientos relacionados con la atención médica en caso de incidentes.
- Reconocimiento de señales de prevención de riesgos y manual de señalización vial.
- Control de derrames y manejo de combustibles, especialmente en incidentes relacionados con materiales peligrosos (Haz-Mat).
- Desplazamiento seguro en áreas de trabajo con maquinaria pesada y espacios restringidos. Los conductores de vehículos deberán contar con formación en transporte de mercancías peligrosas, según lo dispuesto por el Ministerio de Transporte.
- Manejo de materiales, conforme al Decreto 1609 de 2002, que incluye capacitación sobre embalaje, cargue, descargue, almacenamiento, disposición de residuos, descontaminación y limpieza. Asimismo, se abordará el manejo seguro de productos químicos, de acuerdo con la Ley 55 de 1993.

Además, el plan de capacitaciones incluirá los siguientes temas específicos:

- Dinámica del fuego, manejo y operación de extintores.
- Extinción de incendios, enfocada en las brigadas de emergencia.
- Manejo de lesiones osteomusculares.
- Técnicas de inmovilización y traslado de víctimas en camillas.
- Comunicación y reporte de incidentes, con énfasis en el rol de la brigada como primer respondiente.
- Divulgación del plan, entrenamiento práctico, y realización de simulacros y ejercicios.

El programa de capacitación no solo involucra al personal interno y a la brigada de emergencias, sino también a las comunidades del casco urbano de Mutatá y a las instituciones de respuesta local y regional. El objetivo es fortalecer las capacidades colectivas de preparación y respuesta frente a los riesgos asociados al proyecto vial "Variante Mutatá". En este sentido Se desarrollarán capacitaciones y talleres prácticos con la comunidad residente en el casco urbano de Mutatá, enfocados en:

- Identificación de riesgos y señales de alerta.
- Procedimientos básicos de autoprotección y evacuación.
- Uso adecuado de rutas de evacuación y puntos de encuentro definidos en el PEC.
- Prevención y manejo inicial de incendios forestales y estructurales.
- Canales de comunicación y reporte al CMGRD o a Bomberos Mutatá.

Adicionalmente, en articulación con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá y la Corporación Autónoma Regional del Urabá (CORPOURABA) se realizarán actividades de capacitación conjunta para:

- Integración de los protocolos del PEC con los planes municipales y regionales de gestión del riesgo.
- Coordinación interinstitucional en emergencias ambientales y sociales.
- Entrenamiento conjunto en incidentes con materiales peligrosos, incendios y movimientos en masa.

Este plan de capacitación se articulará con el subprograma de educación y formación del personal vinculado al proyecto definido en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

C. Simulaciones y simulacros

I. Simulaciones

Un ejercicio de simulación es un proceso que involucra un juego de roles desarrollado en un ambiente controlado, usualmente en un salón o una sala de reuniones, por lo que también se les conoce como "ejercicios de escritorio". En estos ejercicios participan los principales tomadores de decisiones y actores clave en el contexto del proyecto. Se basan en escenarios hipotéticos diseñados a partir del análisis de riesgos del proyecto vial "Variante Mutatá", alineados con las estrategias de respuesta y los protocolos específicos establecidos en el Plan de Gestión de Riesgos de Desastres.

Con este enfoque, se propone implementar ejercicios de simulación orientados a los diferentes escenarios de riesgo identificados en el proyecto vial. Estos ejercicios permitirán evaluar la efectividad de las medidas de prevención, control y respuesta, así como la coordinación entre los actores involucrados, fortaleciendo así las capacidades de gestión del riesgo en el marco del proyecto. **Es importante destacar la importancia de realizar simulaciones de escritorio conjuntas con el CMGRD, CORPOURABA, Bomberos y autoridades municipales, para validar escenarios críticos y evaluar la coordinación en emergencias.**

II. Simulacro

El propósito de realizar ejercicios de simulacro en el proyecto vial "Variante Mutatá" tiene múltiples objetivos: crear conciencia sobre los riesgos existentes, evaluar y activar el Plan de Manejo de Emergencias y Contingencias (PEC), familiarizar al personal con los procedimientos establecidos, preparar a los equipos para responder eficazmente ante emergencias, corregir posibles fallas, actualizar el plan según las necesidades, y medir la capacidad de respuesta real del personal, incluyendo la activación de recursos y la integración con las acciones de las entidades de apoyo externo.

Se proponen dos tipos de simulacros: avisados y sorpresivos. Los simulacros avisados permiten al personal identificar rutas de evacuación y puntos de encuentro a través de actividades programadas con anticipación, mientras que los simulacros sorpresivos buscan evaluar la reacción inmediata del equipo frente a una emergencia sin previo aviso.

La planificación de estos ejercicios incluye reuniones previas con el grupo organizador y, si es necesario, con los participantes, para establecer objetivos, definir roles, preparar escenarios, asignar recursos, y garantizar los mecanismos de comunicación y los materiales de apoyo. Cada simulacro debe incluir objetivos claros y finalizar con un informe detallado que contenga recomendaciones para mejorar los sistemas de gestión.

En el marco del proyecto vial, se contempla la ejecución de simulacros específicos como:

- Simulacro de evacuación por la materialización de amenazas naturales y socio-naturales, donde se evalúa la rapidez y eficacia en la evacuación del personal.
- Simulacro de atención de emergencias por amenazas antrópicas derivadas de las actividades constructivas del proyecto vial, involucrando tanto al personal del proyecto como a las entidades responsables de la atención ambiental.

Además, Se realizarán simulacros comunitarios al menos una vez al año, articulados con el CMGRD y los Bomberos Mutatá, enfocados en:

- Evacuación del casco urbano por riesgo de inundación, avenida torrencial o movimiento en masa.
- Atención inicial de incendios de cobertura vegetal y estructurales en zonas cercanas a la obra.
- Coordinación de rutas de evacuación hacia zonas seguras.

D. Socialización

El ejercicio de socialización del presente PGR incluido el PEC se detalla en el literal Divulgación del plan del plan infotmático. Sin embargo, es relevante destacar que La socialización del PEC se realizará con:

- Comunidad residente del casco urbano de Mutatá.
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Bomberos Mutatá.
- CORPOURABA.
- Policía Nacional y entidades de apoyo comunitario.

Las socializaciones incluirán presentaciones del plan, explicación de protocolos de comunicación, rutas de evacuación, roles y responsabilidades comunitarias, y mecanismos de reporte.

E. Planeación y organización

Dentro de la planeación y organización se plantea el siguiente cronograma de capacitación, socialización y simulacros comprendidos dentro del plan estratégico (Tabla 104). Este cronograma busca garantizar la preparación del personal frente a los diferentes escenarios de riesgo identificados en el proyecto, fortaleciendo sus capacidades de respuesta y fomentando una cultura preventiva. Las actividades programadas han sido diseñadas de manera progresiva, con el fin de integrar a todo el equipo en procesos de aprendizaje, práctica y evaluación continua, asegurando así la efectividad del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres y la sostenibilidad operativa del proyecto.

Tabla 104 Cronograma de actividades de capacitación, socialización y simulacros

Actividad	Responsable	Población objetivo	Entidad de apoyo	Frecuencia
Capacitación PEC – personal del proyecto	Residente SG-SST y Residente Ambiental	Brigada, contratistas, trabajadores	Interventoría	Trimestral
Taller comunitario de percepción y autoprotección	Residente Ambiental	Comunidad casco urbano Mutatá	CMGRD – Bomberos – CORPOURABA	Semestral
Socialización del PEC con comunidad	Comité de Emergencias	Líderes comunitarios y población	Alcaldía – CMGRD	Inicial + actualización anual
Simulacro interno (obra)	Brigada de Emergencias	Personal en frentes de obra	CMGRD	Semestral
Simulacro comunitario	Comité de Emergencias + CMGRD	Comunidad casco urbano Mutatá	Bomberos – CORPOURABA	Anual

Simulación escritorio interinstitucional	de	Comité Emergencias	de	Actores institucionales	CMGRD CORPOURABA Bomberos	- -	Anual
--	----	-----------------------	----	----------------------------	---------------------------------	--------	-------

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Cabe resaltar que la gestión del riesgo en el proyecto vial “Variante Mutatá” es una responsabilidad compartida entre todos los empleados y contratistas involucrados en su desarrollo. No obstante, para garantizar un enfoque más estructurado, se establece un Comité de Emergencias. Este comité es responsable de diseñar un plan inicial que facilite la atención y control de emergencias o crisis, apoyando la toma de decisiones clave para manejar el evento.

El comité trabaja de manera coordinada con el residente del SG-SST y el residente ambiental, garantizando que las acciones estén alineadas con los estándares de seguridad y las normativas ambientales. Adicionalmente, actúa como enlace con los medios de comunicación y las autoridades territoriales, ofreciendo directrices, recursos y soporte local para gestionar el evento. El Comité de Emergencias está conformado por La Brigada de Emergencia, encargada de la respuesta inmediata y el Grupo de Apoyo Externo, que complementa las acciones de control del evento y asegura la articulación con entidades externas relevantes.

F. Equipo de respuesta del plan de emergencia

La estructura de respuesta a contingencias para el nivel de respuesta local se detalla gráficamente en la Figura 11.78, que ilustra la organización y jerarquía de los equipos, roles y procedimientos establecidos para atender emergencias en el proyecto vial “Variante Mutatá” en cabeza de la gerencia general. Esta estructura incluye componentes clave como el Comité de Emergencias, la Brigada de Emergencia, y los grupos de apoyo externo, todos articulados con los responsables del SG-SST, el área ambiental.



Figura 11.78 Equipo de respuesta ante emergencias

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

G. Roles y responsabilidades

Las funciones y responsabilidades del equipo de respuesta ante emergencias para el proyecto vial “Variante Mutatá” se encuentran detalladas en la Tabla 11.105. No obstante,

es fundamental destacar que dichas responsabilidades podrán ser ajustadas a medida que avance la implementación del presente Plan de Gestión del Riesgo de Desastres, permitiendo una mejor adaptación a las necesidades y dinámicas específicas del proyecto.

Tabla 11.105 Roles y responsabilidades del equipo de respuesta ante emergencias

Área	Funciones
Gerencia General	<ul style="list-style-type: none"> Definir políticas generales para la gestión del riesgo de desastres. Aprobar recursos económicos y humanos para implementar el Plan de Gestión del Riesgo. Supervisar el cumplimiento de los objetivos de gestión del riesgo en todas las áreas del proyecto. Liderar la toma de decisiones estratégicas en situaciones de emergencia.
Dirección de planeación y control	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y evaluar riesgos potenciales en la etapa de planificación del proyecto. Apoyo en el diseño de planes de contingencia en coordinación con otras direcciones. Integrar acciones de gestión del riesgo en los cronogramas y presupuestos del proyecto. Monitoreo del riesgo y evaluar el cumplimiento de indicadores de gestión del riesgo.
Dirección operativa	<ul style="list-style-type: none"> Garantizar el cumplimiento del plan, asegurando los medios administrativos, técnicos y financieros para su implementación, mantenimiento, puesta en marcha y seguimiento. Garantizar la implementación de las medidas de prevención y mitigación en el área operativa. Supervisar el cumplimiento de protocolos de seguridad durante las operaciones diarias. Coordinar con la Brigada de Emergencias para garantizar una respuesta efectiva ante incidentes. Recibir la notificación de la contingencia, comunicar y dar directrices a la operación para continuar o suspender las actividades. Informar y capacitar al personal operativo sobre riesgos específicos y sus respectivas medidas de control.
Dirección ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y mitigar riesgos ambientales asociados al proyecto. Coordinar acciones de respuesta en caso de emergencias ambientales, como derrames o contaminación. Asegurar que las medidas del Plan de Manejo Ambiental (PMA) estén alineadas con el Plan de Gestión del Riesgo. Promover la capacitación sobre manejo de materiales peligrosos y emergencias ambientales.
Residente SG SST	<ul style="list-style-type: none"> Garantizar la implementación de medidas de seguridad y salud en el trabajo en todas las fases del proyecto. Liderar la identificación y evaluación de riesgos laborales. Capacitar al personal sobre protocolos de seguridad y planes de emergencia.

Área	Funciones
	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar decisiones durante la evolución de una contingencia. • Evaluar el impacto ocupacional que se pueda presentar como consecuencia de la contingencia. • Conocer los recursos de la compañía para el manejo de contingencias. • Actuar como enlace entre el Comité de Emergencias y el personal de obra en casos de incidentes. • Preparar un informe sobre todos los aspectos de la contingencia, en el cual se justifiquen las decisiones tomadas y los resultados obtenidos. • Diseñar, organizar y actualizar las capacitaciones del personal de la brigada. • Participar en los simulacros para ajustar los mecanismos de respuesta, a fin de asegurar la efectividad de respuesta ante un evento.
Residente Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar la implementación de acciones específicas del PMA relacionadas con la gestión del riesgo. • Realizar inspecciones en campo para identificar riesgos ambientales y proponer soluciones. • Coordinar simulacros y ejercicios enfocados en emergencias ambientales. • Actuar como enlace con autoridades ambientales y locales. • Evaluar el impacto ambiental que se pueda presentar como consecuencia de la contingencia. • Mantener actualizada la información de los grupos de apoyo primario y de la comunidad del área de influencia, quienes participarán en simulacros y en toma de decisiones sobre aspectos a mejorar. • Diseñar, organizar y actualizar las capacitaciones del personal de la brigada.
Comité de emergencias	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar y supervisar la ejecución del Plan de Manejo de Emergencias y Contingencias (PEC). • Coordinar la respuesta ante eventos críticos con los diferentes actores del proyecto. • Facilitar la comunicación con entidades externas, como organismos de socorro y autoridades locales. • Evaluar periódicamente la efectividad de las medidas implementadas y proponer mejoras.
Brigada de emergencias	<p><u>Antes de una emergencia</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Recibir entrenamiento especializado en control de incendios, rescates, y manejo de materiales peligrosos. • Participar en simulacros y ejercicios para mantener la capacidad de respuesta. • Realizar inspecciones periódicas en actividades de Operación y Mantenimiento del corredor vial existente. • Reportar condiciones inseguras o comportamientos en el desempeño de su cargo. • Identificar las rutas de evacuación y sistemas de alarma.

Área	Funciones
	<p><u>Durante una emergencia</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Actuar como primer respondiente en situaciones de emergencia. • Coordinarse con el Comité de Emergencias para activar recursos y ejecutar protocolos de atención. • Evaluar el evento y su magnitud. • Activar los niveles de respuesta, según el evento presentado. • Determinar la necesidad de evacuar al punto de encuentro o zona segura. • Informar a las entidades de apoyo a nivel local, municipal o departamental, dependiendo de la magnitud del evento. • Señalizar el área donde ocurra la contingencia o emergencia ambiental, en caso de que se requiera. <p><u>Después de una emergencia</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas. • Identificar zonas afectadas por la contingencia ambiental. • Dar prioridad y coordinar la búsqueda de personas que no se encuentren en el punto de encuentro o que estén atrapadas. • Verificar y restringir el ingreso de personas y vehículos a la zona, exceptuando grupos de apoyo, quienes ingresarán debidamente identificados. • Evaluar en conjunto con el residente ambiental y grupos de apoyo interno la efectividad del plan de contingencias.
Grupo de apoyo externo	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar soporte técnico y operativo durante emergencias, en conjunto con el Comité de Emergencias. • Colaborar en la capacitación del personal interno en temas especializados. • Servir como enlace con entidades locales y regionales de gestión del riesgo. • Proveer recursos adicionales, como equipos o personal, para el control de emergencias.
Todo el personal	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el plan contingencia. • Informar al jefe inmediato inquietudes acerca de los planes de contingencia. • Participar en las capacitaciones sobre contingencias de la compañía. • Reportar cualquier situación de riesgo. • Seguir los procedimientos establecidos para el control de contingencias ambientales y de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

H. Niveles de respuesta ante la materialización de un riesgo

El nivel de respuesta establece las acciones necesarias según la gravedad de la contingencia ambiental y define las responsabilidades correspondientes para su manejo. Los niveles de respuesta definidos se encuentran detallados en la Tabla 11.106, y son

fundamentales para garantizar una atención adecuada y oportuna ante las emergencias que puedan surgir en el marco del proyecto vial.

Tabla 11.106 Niveles de respuesta ante la materialización del riesgo

Nivel de activación	Descripción
Leve	Este tipo de emergencia puede ser manejada eficazmente mediante medidas básicas de control interno, sin propagarse ni impactar otras áreas del proyecto. En algunos casos, podría requerir una evacuación puntual hacia zonas de trabajo alternativas. Este tipo de incidente no genera consecuencias relevantes ni afecta la continuidad de las actividades constructivas, limitándose a un área o equipo específico. Además, no se necesita asistencia externa, ya que los recursos internos, ya sean directos o contratados, son suficientes para gestionar la situación. Las personas afectadas pueden ser atendidas mediante los servicios médicos disponibles dentro del proyecto, y no hay impacto alguno sobre las comunidades cercanas.
Moderado	Para atender este tipo de emergencia, es indispensable activar los recursos de un plan de ayuda mutua y coordinar con los servicios locales de emergencia, así como con entidades y autoridades locales, incluyendo el CMGRD (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres) del municipio de Mutatá. Este escenario puede tener impactos significativos en las comunidades, pudiendo incluir al menos una fatalidad. Además, puede requerirse la evacuación de los trabajadores hacia otras zonas de trabajo o incluso fuera del proyecto, así como la posible evacuación de parte de las comunidades en el área de influencia. Este tipo de situación podría derivar en la declaratoria de una emergencia a nivel local.
Grave	Para atender este tipo de emergencia, es fundamental movilizar recursos y servicios a nivel regional, como el Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (CDGRD) de Antioquia, o a nivel nacional, a través del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD). Este tipo de situación puede ocasionar daños significativos a terceros dentro del área de influencia y, debido a la gravedad de las consecuencias, podría requerir la declaración de una emergencia regional o nacional, especialmente si hay fatalidades involucradas.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

11.1.3.5.2 Plan Operativo

El Plan Operativo establece los procedimientos fundamentales para la atención y respuesta ante una contingencia. Este documento define los mecanismos necesarios para la notificación, organización y operación, detallando los pasos a seguir en caso de activar el plan de contingencia, asegurando una respuesta eficiente y coordinada ante cualquier eventualidad.

A. Objetivo

Describir los procedimientos para una respuesta efectiva ante cualquier emergencia que se presente en el proyecto vial "Variante Mutatá".

B. Alcance

Se definen los procedimientos esenciales para responder a emergencias dentro del proyecto vial "Variante Mutatá" y su área de influencia, con el propósito de reducir los impactos que puedan poner en riesgo la vida humana. Para alcanzar estos objetivos, es

crucial que las diferentes dependencias y entidades involucradas trabajen de manera conjunta y coordinada. En situaciones que involucren personas heridas o víctimas, se priorizará la atención médica y hospitalaria inmediata.

C. Alerta, alarma y niveles de activación

I. Alerta

La alerta es una condición declarada por autoridades competentes o por el comité de emergencias con el propósito de implementar medidas preventivas específicas ante la inminente ocurrencia de un evento adverso. Los niveles de alerta definidos para el proyecto vial "Variante Mutatá" están detallados en la Tabla 11.107.

Tabla 11.107 Niveles de alerta

Nivel	Código	Estado declarado
Nivel 1	Alerta verde	Estado de normalidad
Nivel 2	Alerta amarilla	Estado de observación de señales críticas o susceptibles a el detonante de la amenaza
Nivel 3	Alerta naranja	Estado de alistamiento y disponibilidad de reacción ante posible materialización de la emergencia
Nivel 4	Alerta roja	Reacción inmediata

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

II. Alarma

La alarma es una señal emitida por autoridades, instituciones competentes o el Comité de Emergencias del proyecto vial "Variante Mutatá". Su propósito es instruir a los involucrados para que sigan directrices específicas ante la ocurrencia real o inminente de un evento adverso. Esta señal se comunica mediante un sistema de alarma sonora, diseñado para garantizar una respuesta inmediata y coordinada.

Los niveles de activación de la alarma se dividen en tres categorías, de acuerdo con la gravedad del evento y la respuesta requerida (Tabla 11.108).

Tabla 11.108 Niveles de activación de la alarma

Nivel de activación	Definición nivel de activación	Acciones	Responsable de activación
1	Se activa cuando existe un riesgo potencial que aún no se ha materializado, pero que requiere vigilancia y preparación.	Monitoreo continuo, revisión de planes de acción, y notificación preventiva a los equipos internos.	Brigada de emergencia
2	Se emite ante un evento que comienza a manifestarse con impactos limitados, controlables con los recursos internos	Activación parcial del comité de emergencias, despliegue inicial de la brigada, y comunicación a las partes involucradas.	Brigada de emergencia

Nivel de activación	Definición nivel de activación	Acciones	Responsable de activación
	disponibles.		
3	Se activa en caso de un evento adverso de gran magnitud que pone en riesgo la vida, la infraestructura o las comunidades circundantes, requiriendo apoyo externo	Movilización total del plan de contingencias, coordinación con entidades locales o nacionales, y declaración de emergencia si corresponde.	Coordinador de emergencia

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

D. Plan de evacuación

El plan de evacuación incluye los procedimientos y acciones necesarios para trasladar a las personas que se encuentran en zonas de alto riesgo, como áreas afectadas por un sismo, incendio o inundación, hacia lugares más seguros con el fin de proteger su vida e integridad. Sin embargo, en algunos casos no es recomendable evacuar inmediatamente al ocurrir el evento peligroso. A veces, resulta más seguro que las personas permanezcan en el lugar hasta que la situación se estabilice y evitar la exposición a nuevos peligros.

Para asegurar una evacuación eficaz, se deben considerar varios aspectos, como el buen estado de las rutas de evacuación (por ejemplo, escaleras y pasillos), una señalización adecuada, la identificación de zonas seguras, la activación de sistemas de alarma, la coordinación de los procedimientos de evacuación y el rescate de personas heridas.

El plan de evacuación se organiza en cuatro etapas, las cuales están relacionadas con el número de personas a evacuar y el tiempo necesario para completarlo. El tiempo total de evacuación depende de los intervalos que se emplean en cada una de las etapas.

I. Etapas de evacuación

i. Detección

Es el tiempo transcurrido desde el origen del peligro o evento hasta que alguien lo detecta. Esta etapa puede ser inmediata como el caso de los sismos o lenta como el caso de una inundación, un incendio, etc.

ii. Alarma

Es el tiempo transcurrido desde que se conoce el peligro o evento hasta que se toma la decisión de evacuar y se comunica esta decisión al personal mediante alarmas confirmadas por elementos sonoros y/o visuales como sirenas, luces, entre otros.

iii. Preparación

Es el tiempo transcurrido desde que se escucha o visualiza la alarma hasta que sale la primera persona.

En esta etapa se cuenta con un coordinador de evacuación por piso, cuya principal función es el de llevar a todo el personal del piso por la salida de emergencia hasta el punto de encuentro seguro más cercano.

iv. Salida

Es el tiempo transcurrido desde que empieza a salir la primera persona hasta que sale la última persona y esta llega al punto de encuentro.

Para determinar el tiempo que demora la evacuación de la empresa, se realizará la siguiente ecuación matemática, que permite modelar el tiempo necesario para evacuar.

TE = Tiempo de salida en segundos

N = Numero de colaboradores expuestos

A = Ancho de salida en metros

K = Constante experimental (1.3 personas/ m/s)

D = Distancia total de recorrido por evacuación en metros

V = Velocidad de desplazamiento (0.6 m/s) horizontal - (0,4 m/s) Escaleras

Una vez se establezca la cantidad promedio de personas que estarán en cada sitio del proyecto, se deberá calcular el tiempo de salida para cada uno de los lugares, así como el/los punto(s) de encuentro más cercano.

II. Funciones de la brigada en la evacuación

- Verificación de quienes y cuantas personas hay en el área.
- Esperar confirmación del brigadista encargado si se evacua o no.
- Si se presenta alguna persona lesionada, la brigada de evacuación se encargará de la atención.
- Recordar rutas de evacuación y el punto de encuentro.
- Dar instrucciones para la salida del personal del piso, una vez que el jefe de la brigada haya autorizado la evacuación de las instalaciones.
- Recordar al personal que es aconsejable para el personal llevar consigo únicamente sus documentos de identificación y los objetos personales como el celular y billetera.
- Recordar al personal los procedimientos de evacuación y coordinar la salida ordenada del personal.

III. Normas de evacuación

En el momento de salida del personal, en todo tipo de evacuación se deben tener en cuenta las siguientes normas para optimizar y asegurar éxito en este proceso:

- Seguir las instrucciones de los brigadistas
- Conservar siempre la calma
- Verificar que los otros colegas también inicien la evacuación, e informar alguna anomalía a la Brigada de emergencia
- No se debe correr
- No se debe gritar

- Caminar rápido sin empujar
- Procurar no hacer ningún tipo de comentarios alarmantes
- Seguir las señales de evacuación sin desviarse
- No devolverse por ningún motivo
- Utilizar el lado de la pared de las escaleras
- Desplazarse pegado a la pared
- En caso de humo desplazarse agachado
- Salir por orden de oficinas de la más lejana a la más cercana a la puerta
- Verificar que los demás que estaban con usted también hayan llegado al punto de encuentro, y reportar cualquier anomalía

IV. *Rutas de evacuación*

Las rutas de evacuación son los caminos que el personal seguirá para trasladarse de su ubicación actual a un punto seguro. Estas rutas deben ser claramente señalizadas, mantenerse libres de obstáculos y ser adecuadas para una evacuación rápida y segura. Además, se deben incluir en los Mapas de Evacuación que se elaboren para cada área del proyecto, abarcando la zona temporal, las áreas de acopio de materiales y los diferentes frentes de obra. La visibilidad y el acceso adecuado a estas rutas son esenciales para garantizar una evacuación eficiente en caso de emergencia.

V. *Puntos de encuentro*

Los puntos de encuentro son ubicaciones designadas donde el personal y los visitantes deben dirigirse para resguardarse y esperar instrucciones durante una emergencia. Es importante determinar uno o más puntos de encuentro para cada área del proyecto, dependiendo del tamaño del sitio y la cantidad de personas presentes. Estos puntos deben estar claramente identificados y ser accesibles para todos los involucrados en la evacuación. Además, deben encontrarse fuera de las rutas de evacuación, en lugares seguros y de fácil acceso, con el fin de asegurar una respuesta organizada y eficiente en caso de emergencia.

VI. *Mapas de evacuación*

Una vez se tengan definidos la cantidad de personal por sitio, los puntos de encuentro y la ruta de evacuación, se deberán elaborar mapas de evacuación que especifiquen la vía de evacuación con su respectivo punto de encuentro, ubicación de extintores, botiquín y teléfonos de emergencia.

E. *Prioridades de respuesta*

Los elementos prioritarios para una respuesta rápida y efectiva ante la materialización de alguna de las amenazas identificadas en el proyecto vial "Variante Mutatá" son los siguientes:

- **Personas (vida y salud):** Se debe garantizar la seguridad y bienestar de todos los trabajadores, contratistas y las comunidades cercanas.
- **Protección del ambiente:** Esto incluye salvaguardar los cuerpos de agua, el suelo circundante al área de intervención y la cobertura vegetal afectada por las actividades del proyecto.

- Activos de la compañía y terceros: La protección de los bienes y equipos involucrados, tanto de la empresa como de otras entidades o individuos en las cercanías.
- Continuidad de la operación: Es fundamental minimizar el impacto en las actividades del proyecto para asegurar que se pueda continuar operando de manera eficiente a pesar de la emergencia.

F. Procedimientos básicos de la atención o plan de respuesta a una contingencia

A continuación, se presentan los protocolos diseñados para la gestión de los diferentes eventos amenazantes identificados en el proyecto. Cada protocolo establece su propósito, las medidas de seguridad y salud en el trabajo que deben implementarse, y las acciones generales a llevar a cabo en caso de que ocurra el evento. En la Tabla 11.109 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con sismos.

Tabla 11.109 Procedimiento de respuesta ante sismos

Protocolo para la atención de sismos	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	<p>En términos de seguridad y salud en el trabajo (SST) para atender un sismo en el proyecto vial "Variante Mutatá", es esencial que todo el personal operativo utilice de manera adecuada los elementos de protección personal (EPP). La atención inicial de los afectados debe ser realizada por personal capacitado, mientras que la brigada de emergencias se encarga de ejecutar las acciones necesarias, como la evacuación hacia los puntos seguros establecidos y la gestión de eventos asociados al sismo, como derrumbes o incendios.</p> <p>Posteriormente, al controlar la emergencia, se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de los daños materiales y las posibles víctimas. Además, se analizarán las condiciones estructurales y de seguridad en los frentes de obra antes de reanudar cualquier actividad, garantizando que estas se retomen de forma segura</p>
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un sismo.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar un plan de emergencia específico para el proyecto vial, incluyendo rutas de evacuación y puntos de encuentro seguros. • Capacitar al personal y contratistas en protocolos de actuación durante un sismo, incluyendo simulacros periódicos. • Identificar y marcar áreas de mayor riesgo (zonas inestables, taludes, puentes) y áreas seguras en el proyecto. • Inspeccionar regularmente la estabilidad de taludes, estructuras temporales y permanentes, y maquinaria en obra. • Implementar las acciones de monitoreo definidas en el presente plan de gestión del riesgo (Monitoreo del riesgo) • Garantizar que los materiales peligrosos o inflamables estén almacenados de forma segura. • Asegurar la disponibilidad de botiquines, extintores, herramientas de rescate y otros equipos necesarios. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detener cualquier actividad en curso y buscar refugio bajo estructuras sólidas (como vigas) o en espacios abiertos, lejos de árboles, postes y maquinaria.

Protocolo para la atención de sismos	
	<ul style="list-style-type: none"> • No correr, no usar ascensores ni acercarse a áreas con riesgo de desprendimientos. • Activar el protocolo de emergencia y las brigadas asignadas. • Utilizar canales de comunicación previamente establecidos para coordinar las acciones de evacuación o rescate, evitando confusiones. • Apagar equipos y maquinaria pesada en cuanto sea posible de forma segura. • Evitar el uso de herramientas eléctricas durante y después del sismo, hasta garantizar la seguridad. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar las condiciones de las estructuras, taludes, box culvert, y vías en construcción para identificar grietas, deslizamientos o colapsos. • Verificar el estado del personal y realizar un conteo para confirmar que todos estén a salvo. • Evitar el ingreso a áreas inestables o dañadas hasta que sean declaradas seguras por personal técnico. • Informar a las autoridades locales, al contratista principal y a la comunidad sobre el estado del proyecto y las acciones en curso. • Establecer un canal de comunicación con los cuerpos de socorro locales para coordinar apoyo, si es necesario. • Reanudar las actividades solo después de realizar las reparaciones necesarias y garantizar la seguridad en las áreas de trabajo. • Documentar los daños y las acciones tomadas para los reportes requeridos por las autoridades y la actualización del presente Plan de Gestión del Riesgo en caso de que sea necesario.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.110 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con vendavales.

Tabla 11.110 Procedimiento de respuesta ante vendavales

Protocolo para la atención de vendavales	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	Para atender un vendaval en el proyecto vial en Mutatá, se debe garantizar el uso adecuado de elementos de protección personal (EPP) por parte del personal operativo. Es fundamental dirigir a los trabajadores hacia áreas seguras para evitar lesiones por objetos voladores o estructuras colapsadas. La brigada de emergencias se encargará de atender heridos y ejecutar acciones de control, mientras se gestionan riesgos secundarios como caídas de materiales o maquinaria desplazada. Una vez controlado el evento, se evaluarán los daños en las zonas de trabajo para asegurar condiciones seguras antes de reanudar las actividades.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un vendaval.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar zonas críticas del proyecto susceptibles a impactos por vendavales, como áreas con estructuras temporales, taludes, campamentos y maquinaria expuesta. • Monitorear pronósticos meteorológicos a través de fuentes

Protocolo para la atención de vendavales	
	<p>confiables para prever la ocurrencia de vendavales tal como se establece en el literal Monitoreo del riesgo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar las estructuras temporales y reforzar aquellas que podrían ser vulnerables a fuertes vientos, como andamios, techos y campamentos. • Estabilizar taludes y retirar elementos sueltos o que puedan convertirse en proyectiles (como láminas, lonas o herramientas). • Instruir al personal en protocolos de actuación durante vendavales, incluyendo simulacros y rutas de evacuación. • Establecer zonas seguras de refugio y puntos de encuentro en el proyecto. • Contar con linternas, radios de comunicación, botiquines y herramientas básicas para emergencias. • Mantener los vehículos y maquinaria en condiciones que permitan movimientos rápidos hacia áreas seguras. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detener todas las actividades al aire libre y refugiarse en áreas seguras previamente identificadas (alejadas de árboles, postes, estructuras inestables y taludes). • Evitar áreas expuestas y mantenerse alejados de ventanas, techos débiles o elementos que puedan caer. • Apagar y asegurar la maquinaria pesada. • Evitar el manejo de herramientas, materiales o equipos en áreas expuestas. • Activar el protocolo de emergencia y las brigadas designadas. • Informar de la situación al coordinador del proyecto y mantener comunicación constante mediante radios u otros medios seguros. • Si el vendaval pone en riesgo la seguridad del personal, proceder con una evacuación ordenada hacia áreas seguras según el plan establecido. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar las instalaciones, estructuras y vías en construcción para identificar daños, como colapsos de techos, caída de árboles o deslizamientos. • Evaluar posibles riesgos secundarios, como inundaciones o afectaciones en taludes. • Atender a los heridos y activar los servicios de emergencia si es necesario. • Retirar escombros y materiales peligrosos que puedan representar riesgos adicionales. • Informar a las autoridades locales, comunidad y contratistas sobre los daños y acciones tomadas. • Realizar reparaciones inmediatas en infraestructura crítica antes de retomar las actividades. • Reubicar temporalmente las actividades del proyecto a zonas seguras, si es necesario. • Evaluar la efectividad de los protocolos aplicados y realizar ajustes

Protocolo para la atención de vendavales	
al plan de gestión del riesgo para mejorar la respuesta en el futuro.	

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.111 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con tormentas eléctricas.

Tabla 11.111 Procedimiento de respuesta ante tormentas eléctricas

Protocolo para la atención de tormenta eléctrica	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	Para atender una tormenta eléctrica en el proyecto vial en Mutatá, se debe suspender de inmediato cualquier actividad al aire libre y trasladar al personal a refugios seguros, evitando estructuras metálicas o árboles. Es esencial desconectar equipos eléctricos y maquinaria para prevenir daños. La brigada de emergencias atenderá posibles lesionados siguiendo protocolos adecuados, mientras que, tras la tormenta, se inspeccionarán las áreas de trabajo para garantizar condiciones seguras antes de reanudar las operaciones.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de una tormenta eléctrica.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar áreas expuestas, como zonas abiertas, estructuras metálicas, maquinaria pesada y torres de energía, que son más vulnerables a rayos. • Monitorear alertas meteorológicas locales y prever la probabilidad de tormentas eléctricas mediante sistemas de pronóstico climático como se define en el literal Monitoreo del riesgo. • Asegurar que todas las instalaciones eléctricas tengan sistemas de puesta a tierra adecuados para prevenir sobrecargas. • Capacitar al personal en protocolos de seguridad específicos para tormentas eléctricas. • Establecer un plan de emergencia con áreas seguras designadas (preferiblemente edificios cerrados o vehículos cerrados con ventanas cerradas). • Identificar los puntos de mayor riesgo, como cercanía a postes de alta tensión, árboles altos y superficies de agua. • Contar con sistemas de comunicación independientes, como radios, para mantenerse informado en caso de cortes eléctricos. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detener las actividades al aire libre de inmediato y buscar refugio en un lugar seguro, como un edificio cerrado o un vehículo. • Evitar refugiarse bajo árboles, estructuras metálicas, postes eléctricos o en áreas abiertas como campos o carreteras. • Apagar maquinaria pesada y equipos eléctricos para prevenir daños o accidentes. • Evitar tocar objetos metálicos o equipos eléctricos hasta que pase la tormenta. • Mantenerse alejado de cuerpos de agua (ríos, lagos, estanques) y de áreas donde el agua pueda conducir electricidad. • En caso de no tener refugio inmediato, agacharse en posición de cuclillas con los pies juntos, cubriendo la cabeza con los brazos, minimizando el contacto con el suelo.

Protocolo para la atención de tormenta eléctrica	
	<ul style="list-style-type: none"> Suspender temporalmente las actividades hasta que la tormenta eléctrica haya pasado completamente. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar las instalaciones eléctricas, maquinaria y demás estructuras para identificar daños causados por la tormenta. Verificar posibles incendios, cortocircuitos o daños en sistemas eléctricos. Atender a cualquier persona afectada por descargas eléctricas. En caso de que alguien haya sido alcanzado por un rayo, priorizar la reanimación cardiopulmonar (RCP) si es necesario y llamar a los servicios de emergencia. Reparar equipos eléctricos y sistemas dañados antes de reanudar las actividades del proyecto. Retirar ramas, árboles caídos o escombros que puedan haber sido dañados o derribados por la tormenta. Informar al equipo sobre la reactivación de actividades una vez se hayan tomado todas las medidas de seguridad. Revisar la efectividad de la respuesta aplicada y ajustar el plan de gestión del riesgo.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.112 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con inundaciones.

Tabla 11.112 Procedimiento de respuesta ante inundaciones

Protocolo para la atención de inundaciones	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	En caso de una emergencia por inundaciones en el proyecto vial en Mutatá, se debe garantizar la evacuación inmediata del personal hacia áreas seguras previamente identificadas, siguiendo las rutas establecidas. Es importante que el equipo utilice correctamente los elementos de protección personal para minimizar riesgos durante la evacuación. La brigada de emergencias liderará las acciones de atención, asegurando la coordinación con las autoridades locales para proteger a las comunidades cercanas. Una vez controlada la situación, se evaluarán los daños en las zonas afectadas y las condiciones de seguridad antes de reanudar las actividades operativas.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de una inundación.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un mapeo de áreas vulnerables a inundaciones, como los drenajes al interior del AI y el río Mutatá, zonas bajas y depresiones topográficas dentro del área del proyecto vial. Monitorear pronósticos climáticos y alertas emitidas por entidades meteorológicas para anticipar eventos de lluvias extremas como se describe en el literal Monitoreo del riesgo. Diseñar y mantener drenajes adecuados (zanjas, canales, alcantarillas) para reducir el riesgo de acumulación de agua. Elevar o proteger equipos y materiales críticos, colocándolos en áreas altas o seguras. Estabilizar taludes y reforzar márgenes fluviales para prevenir

Protocolo para la atención de inundaciones	
	<p>erosión o deslizamientos provocados por el agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal en protocolos de evacuación y en la identificación de zonas de riesgo e inundación. • Establecer rutas de evacuación y puntos de encuentro seguros ubicados fuera de las áreas vulnerables. • Realizar simulacros de respuesta a inundaciones. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evacuar inmediatamente de las áreas inundadas o en riesgo, siguiendo las rutas y puntos seguros establecidos. • Evitar cruzar corrientes de agua, especialmente si son rápidas o profundas, para prevenir accidentes. • Protegerse en lugares altos y seguros, evitando zonas de deslizamientos o estructuras inestables. • Apagar la maquinaria pesada y equipos eléctricos de manera segura para evitar riesgos de cortocircuitos o daños. • Asegurar materiales peligrosos, químicos o inflamables para prevenir contaminación o accidentes. • Enfocarse en la protección del personal, dejando atrás materiales o equipos si representan un riesgo para las personas. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar las instalaciones, estructuras, drenajes y vías afectadas para determinar el grado de daño y las condiciones de seguridad. • Evaluar posibles riesgos secundarios, como deslizamientos de tierra, socavación o colapso de taludes. • Atender a los heridos y priorizar el rescate de personas atrapadas o en riesgo. • Coordinar la limpieza de escombros, sedimentos y materiales arrastrados por el agua. • Informar a las autoridades locales, al contratista principal y a las comunidades afectadas sobre el estado del proyecto y las acciones a tomar. • Documentar los daños y acciones realizadas para los informes de seguimiento. • Reparar y estabilizar las áreas afectadas antes de reanudar las actividades del proyecto. • Revisar la efectividad de los protocolos aplicados y ajustar el plan de gestión del riesgo, incorporando nuevas estrategias de mitigación y respuesta.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.113 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con avenidas torrenciales.

Tabla 11.113 Procedimiento de respuesta ante avenidas torrenciales

Protocolo para la atención de avenidas torrenciales	
Aspectos de	En caso de una emergencia por avenidas torrenciales en el proyecto vial en

Protocolo para la atención de avenidas torrenciales	
seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	<p>Mutatá, es prioritario evacuar al personal y contratistas hacia zonas seguras previamente definidas, asegurándose de que todos porten los elementos de protección personal adecuados. La brigada de emergencias deberá coordinar las acciones de evacuación y atención inmediata, enfocándose en la protección de las personas y en la evaluación de riesgos asociados, como deslizamientos secundarios. Es fundamental mantener comunicación constante con las autoridades locales y activar planes de ayuda mutua en caso de ser necesario. Una vez controlada la emergencia, se realizará una inspección detallada de las áreas afectadas para identificar daños estructurales o ambientales y asegurar que las condiciones sean seguras antes de retomar las actividades del proyecto.</p>
Acciones generales para seguir antes, durante y después de una avenida torrencial.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar registros históricos de avenidas torrenciales en la región para prever zonas críticas y sus posibles impactos. • Retirar escombros, sedimentos y vegetación acumulada en drenajes y canales que puedan obstruir el flujo de agua. • Capacitar al personal en protocolos específicos para responder a una avenida torrencial. • Diseñar rutas de evacuación alejadas de las quebradas o cauces propensos a avenidas. • Implementar sistemas de monitoreo meteorológico y pluviométrico en la zona del proyecto vial considerando lo definido en el literal Monitoreo del riesgo. • Establecer puntos de vigilancia en las cabeceras de ríos y quebradas para identificar signos de desbordamientos o avenidas inminentes (como lluvias intensas continuas o acumulación de agua y sedimentos). • Asegurar que los equipos y materiales de obra puedan trasladarse a zonas seguras. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evacuar inmediatamente a las áreas seguras designadas, siguiendo las rutas establecidas en el PEC. • Mantener la calma y evitar cruzar cauces de agua o zonas con flujos de sedimentos y escombros. • Apagar maquinaria y equipos en áreas vulnerables para evitar su pérdida o daño. • Retirar, si es posible de manera segura, materiales o maquinaria ubicados en zonas críticas. • Usar sistemas de alerta (silbatos, radios, etc.) para advertir al personal y comunidades cercanas sobre la situación. • No intentar acciones de rescate improvisadas en áreas activas con flujos de sedimentos; esperar a que las condiciones sean seguras o a la llegada de personal especializado. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar las áreas afectadas, incluyendo vías, taludes, campamentos y estructuras en construcción, para evaluar su estabilidad.

Protocolo para la atención de avenidas torrenciales	
	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar zonas con acumulación de sedimentos, erosión o deslizamientos secundarios que puedan representar riesgos adicionales. • Atender a las personas heridas y coordinar rescates con los organismos de socorro. • Retirar sedimentos, escombros y materiales peligrosos de las zonas afectadas. • Estabilizar taludes y cauces antes de reiniciar las actividades, asegurando que no existan riesgos de nuevos flujos. • Reforzar las estructuras y drenajes afectados. • Analizar la efectividad de los protocolos aplicados y ajustar el plan de gestión del riesgo.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.114 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con movimientos en masa.

Tabla 11.114 Procedimiento de respuesta ante movimientos en masa

Protocolo para la atención de movimientos en masa	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	Se debe evacuar rápidamente a todos los trabajadores hacia zonas seguras, asegurándose de que lleven su equipo de protección personal (EPP) adecuado. La brigada de emergencias debe coordinar la evacuación, priorizando las áreas de mayor riesgo y evitando el paso cercano a zonas inestables. Durante la emergencia, se debe asegurar la integridad de los trabajadores evitando la exposición a nuevos riesgos, como posibles réplicas o colapsos. Tras la evacuación, los equipos de respuesta se enfocarán en proporcionar primeros auxilios a los afectados y en coordinar el rescate de personas atrapadas, si es necesario. Una vez controlada la emergencia, se debe llevar a cabo una evaluación de daños, verificando las condiciones del terreno y de las infraestructuras del proyecto.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un movimiento en masa.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar taludes, cortes de terreno y zonas erosionadas en el área del proyecto vial que puedan desencadenar movimientos en masa. • Limpiar y mantener canales de drenaje libres de escombros y sedimentos para evitar saturación de suelos. • Estabilizar taludes con técnicas de bioingeniería • Capacitar al personal en la identificación de señales tempranas de movimientos en masa, como grietas en el suelo, inclinación de árboles o postes, y cambios en el flujo de agua. • Estar atentos a las alertas meteorológicas, especialmente durante periodos de lluvias intensas o prolongadas. • Tener equipos de emergencia disponibles, como linternas, radios de comunicación, vehículos de evacuación y herramientas para despejar caminos (p. ej., palas, picos). <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evacuar de inmediato al personal hacia las zonas seguras previamente definidas, siguiendo las rutas de evacuación

Protocolo para la atención de movimientos en masa	
	<p>establecidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alejarse de zonas de pendiente, taludes y lugares donde el terreno esté en movimiento o inestable. • Notificar de inmediato al coordinador del proyecto y activar el protocolo de emergencia. • No intentar recuperar maquinaria o equipos ubicados en áreas afectadas por el deslizamiento. • Activar los sistemas de alarma para advertir al personal sobre el deslizamiento en curso. • Comunicar la situación a los equipos de rescate y autoridades locales para obtener apoyo si es necesario. • Buscar refugio en áreas seguras, alejadas de la zona de impacto del movimiento en masa. • Detener y apagar maquinaria pesada en zonas de riesgo. • Evitar el uso de vehículos en caminos o vías inestables. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar las zonas afectadas para determinar la magnitud del daño y la estabilidad del terreno. • Verificar las condiciones de los taludes y laderas cercanas para evitar nuevos movimientos secundarios. • Atender a las personas heridas o atrapadas, priorizando su rescate con apoyo de organismos especializados. • Coordinar la limpieza de escombros y materiales acumulados en las vías o áreas de trabajo. • Implementar medidas inmediatas para estabilizar las áreas afectadas, como drenajes provisionales, contención de taludes o desvío de flujos de agua. • Restablecer la infraestructura dañada, asegurando su estabilidad antes de reanudar las actividades. • Evaluar la efectividad de los protocolos aplicados y actualizar el plan de gestión del riesgo de desastres.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.115 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con incendios de cobertura vegetal.

Tabla 11.115 Procedimiento de respuesta ante incendios de cobertura vegetal

Protocolo para la atención de incendios de cobertura vegetal	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	La primera acción es activar el protocolo de emergencia, asegurando la inmediata evacuación del personal hacia zonas seguras, evitando áreas cercanas al fuego. Es esencial que todos los trabajadores cuenten con el equipo de protección personal (EPP) adecuado, que debe incluir guantes, casco. Durante la emergencia, se debe garantizar la ventilación adecuada para evitar la inhalación de humos y otros agentes contaminantes, y se deben proporcionar primeros auxilios inmediatos a los afectados, prestando especial atención a quienes puedan sufrir quemaduras o intoxicaciones por inhalación. Una vez controlado el incendio, se procederá con la evaluación de daños en la infraestructura, así como de la vegetación afectada, y se

Protocolo para la atención de incendios de cobertura vegetal	
	inspeccionarán las condiciones de seguridad de las rutas de evacuación y los equipos de trabajo.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un incendio de cobertura vegetal.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar zonas propensas a incendios, como áreas con acumulación de material vegetal seco, bosques, o cultivos cercanos al proyecto vial. • Realizar mantenimiento preventivo, eliminando vegetación seca y acumulación de material combustible alrededor de las áreas de trabajo y campamentos. • Crear y mantener cortafuegos: franjas de terreno despejado que actúan como barreras para evitar la propagación del fuego. • Establecer depósitos de agua y herramientas contra incendios en puntos estratégicos. • Capacitar al personal en el uso de extintores, herramientas de control de incendios y protocolos de evacuación. • Realizar simulacros de respuesta ante incendios. • Contar con equipos básicos de combate de incendios: extintores, machetes, palas y batefuegos. • Monitorear condiciones climáticas, especialmente durante épocas de sequía o altas temperaturas, cuando el riesgo de incendios aumenta. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notificar de inmediato al coordinador del proyecto y a las autoridades locales competentes (bomberos, defensa civil, cuerpos de gestión del riesgo). • Activar el plan de evacuación si el incendio representa un riesgo para el personal. • Evacuar al personal hacia las zonas seguras designadas, siguiendo las rutas establecidas. • Mantener la calma y evitar desplazarse hacia zonas con humo denso o llamas. • No intentar apagar el incendio sin el equipo adecuado y si las condiciones son peligrosas. • Usar agua o extintores solo si el incendio es pequeño y puede ser manejado sin poner en riesgo al personal. • Evitar exponerse al humo, cubrir nariz y boca con un paño húmedo si es necesario. • Mantener comunicación constante entre los equipos de emergencia y el personal en los frentes de obra. • Informar a las autoridades locales sobre la ubicación, tamaño y comportamiento del incendio. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse de que el incendio esté completamente extinguido y que no existan focos secundarios o brasas que puedan reavivar el fuego. • Inspeccionar las zonas afectadas para evaluar posibles riesgos residuales, como árboles caídos o áreas debilitadas.

Protocolo para la atención de incendios de cobertura vegetal	
	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar atención médica inmediata a personas afectadas por quemaduras, inhalación de humo o estrés. • Identificar si el incendio afectó áreas críticas del proyecto vial y planificar su restauración. • Retirar escombros, material quemado y árboles o vegetación caída para evitar nuevos riesgos. • Elaborar un informe de incidentes para incluir lecciones aprendidas y mejorar los protocolos de emergencia. • Revisar la efectividad de los protocolos y mejorar las estrategias de prevención y respuesta.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.116 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con alteración del orden público y social.

Tabla 11.116 Procedimiento de respuesta ante la alteración del orden público y social

Protocolo para la atención de problemas de orden público y social	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	Activar el protocolo de emergencia, que debe incluir la inmediata notificación a las autoridades competentes y la coordinación con el comité de emergencias. El personal debe ser evacuado hacia áreas seguras, alejadas de los focos de conflicto, siguiendo las rutas de evacuación previamente establecidas y debidamente señalizadas. En los casos donde se identifiquen amenazas inmediatas para la seguridad de los trabajadores, se debe considerar la posibilidad de paralizar temporalmente las actividades del proyecto hasta que las condiciones sean seguras. Una vez que la situación esté controlada, se debe evaluar el impacto en la infraestructura y en el bienestar del personal, y realizar las inspecciones necesarias para reanudar las actividades con las debidas medidas de seguridad.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un problema de orden público y social.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar áreas de riesgo para alteraciones del orden público, considerando factores sociales, económicos y políticos locales. • Realizar un análisis del contexto social en el área del proyecto, como antecedentes de protestas, conflictos territoriales o reclamos comunitarios. • Diseñar un protocolo específico para manejar alteraciones del orden público, en coordinación con autoridades locales, fuerzas públicas y organismos de seguridad privada. • Establecer puntos seguros dentro del área del proyecto donde el personal pueda resguardarse en caso de una emergencia. • Capacitar al equipo en estrategias de autoprotección, protocolos de evacuación y manejo de conflictos. • Concientizar sobre cómo actuar en situaciones de riesgo sin poner en peligro la vida propia o de otros. • Establecer canales de comunicación eficientes (radios, teléfonos satelitales) para garantizar contacto constante con el personal. • Monitorear de manera activa las noticias locales, redes sociales y reportes de las autoridades sobre posibles protestas o paros en la zona.

Protocolo para la atención de problemas de orden público y social	
	<p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informar inmediatamente al coordinador del proyecto y a las fuerzas públicas locales (policía, ejército, etc.). • Resguardar al personal en áreas seguras dentro del proyecto, lejos del foco de alteración. • Mantener informados a todos los miembros del equipo sobre la situación y las acciones a seguir. • Establecer contacto con las autoridades locales para recibir apoyo y coordinar la seguridad en el área. • Indicar al personal que no participe ni confronte a los manifestantes ni a personas involucradas en el evento. • Respetar los derechos de los manifestantes y evitar cualquier acción que pueda agravar la situación. • Si es seguro, cerrar los accesos al área del proyecto para evitar saqueos o destrucción. • Monitorear el desarrollo del evento mediante reportes locales y con el personal en campo. • Tomar decisiones basadas en la evolución del conflicto, priorizando siempre la seguridad humana. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar las instalaciones, maquinaria y equipos para evaluar posibles daños o pérdidas. • Identificar riesgos residuales como manifestantes rezagados o accesos vulnerables. • Brindar atención médica y psicológica a cualquier persona afectada por el evento. • Si el evento tuvo origen en conflictos con comunidades cercanas, establecer mesas de diálogo con líderes locales y autoridades competentes. • Buscar soluciones de manera pacífica y negociada, fomentando la comunicación entre las partes involucradas. • Reanudar actividades únicamente cuando sea seguro y se hayan tomado medidas para evitar riesgos adicionales. • Implementar acciones inmediatas para reforzar la seguridad en las áreas vulnerables. • Elaborar un informe detallado del evento, incluyendo causas, daños, acciones tomadas y lecciones aprendidas. • Analizar la efectividad de los protocolos de seguridad y realizar ajustes necesarios para fortalecer la respuesta ante futuros eventos. <p>Estas medidas se articulan al subprograma de atención a la comunidad definido en el PMA del presente estudio.</p>

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.117 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con explosiones.

Tabla 11.117 Procedimiento de respuesta ante explosiones

Protocolo para la atención de explosiones	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	El personal debe estar familiarizado con el uso de equipos de protección personal (EPP), especialmente los que protegen contra la exposición a escombros, productos químicos, y otros posibles contaminantes tras la explosión. Además, es esencial garantizar que las rutas de evacuación estén despejadas, bien señalizadas, y sin obstrucciones para facilitar una evacuación eficiente. El personal de la brigada de emergencias debe estar entrenado para responder rápidamente a las lesiones relacionadas con explosiones, que pueden incluir quemaduras, fracturas, lesiones por impacto o trauma acústico. En caso de explosiones con riesgo de propagación, el equipo de seguridad debe estar preparado para controlar incendios secundarios o fugas de materiales peligrosos. El estrés psicológico es un factor para considerar, por lo que se debe proporcionar apoyo emocional y psicológico al personal afectado por la situación. La coordinación con las autoridades locales y los servicios de emergencia es fundamental para asegurar la protección de todos los involucrados y para el restablecimiento ordenado de las operaciones.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de una explosión.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un inventario de las sustancias químicas presentes en el proyecto y clasificarlas según su nivel de peligrosidad. • Identificar las áreas críticas donde se almacenan o manipulan estas sustancias. • Establecer zonas exclusivas para el almacenamiento de sustancias químicas, con ventilación adecuada y señalización visible de los riesgos. • Utilizar envases y recipientes certificados para el transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. • Proveer extintores y equipos de respuesta específicos para sustancias químicas inflamables. • Capacitar al personal en el manejo seguro de sustancias químicas, uso de equipos de protección personal (EPP) y respuesta ante emergencias. • Desarrollar procedimientos estandarizados para el manejo, transporte y disposición de sustancias químicas. • Realizar simulacros para preparar al personal ante posibles emergencias. • Inspeccionar regularmente las áreas de almacenamiento y los equipos utilizados para detectar fugas, daños o condiciones inseguras. • Contar con equipos de primeros auxilios en caso de quemaduras o exposición a sustancias tóxicas. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seguir las rutas de evacuación previamente establecidas hacia zonas seguras y alejadas del lugar de la explosión. • Designar a personal capacitado para realizar un conteo de las personas evacuadas. • Utilizar extintores y equipos específicos para controlar incendios químicos solo si el personal está capacitado y no hay riesgo para su seguridad.

Protocolo para la atención de explosiones	
	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el uso de agua si la sustancia química reaccionaría peligrosamente con ella (como con químicos inflamables o metales reactivos). • Usar EPP adecuado (máscaras, guantes, ropa resistente al fuego) si se debe actuar cerca del área afectada. • Proteger nariz y boca con un paño húmedo si hay humo o vapores tóxicos en el ambiente. • Restringir el acceso al área de la explosión para evitar riesgos adicionales. • Cuando se requiera, Informar a las autoridades sobre la naturaleza de las sustancias involucradas para que tomen medidas adecuadas. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brindar primeros auxilios a los heridos y trasladarlos a centros médicos en caso de quemaduras, intoxicaciones o lesiones graves. • Monitorear al personal por posibles efectos secundarios derivados de la exposición a sustancias químicas. • Inspeccionar la zona afectada para identificar daños en infraestructura, equipos y materiales. • Determinar si existen riesgos residuales, como fugas de químicos o materiales inestables. • Realizar la limpieza y descontaminación del área afectada utilizando equipos y métodos apropiados según las sustancias involucradas. • Disponer de los residuos peligrosos siguiendo las normativas locales y estándares internacionales. • Implementar mejoras para evitar que un evento similar ocurra en el futuro. • Restaurar las operaciones solo cuando sea seguro y se hayan tomado medidas para prevenir nuevos riesgos. • Realizar sesiones de capacitación y concientización con el personal para reforzar las prácticas de seguridad.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.118 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con derrames.

Tabla 11.118 Procedimiento de respuesta ante derrames

Protocolo para la atención de derrames	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	Activar el protocolo de emergencia para derrames, asegurando la evacuación inmediata de las áreas cercanas al lugar del incidente. El personal debe contar con el equipo de protección personal (EPP) adecuado, como guantes, botas, gafas de seguridad, mascarillas y trajes de protección química, dependiendo del tipo de material derramado. La brigada de emergencias debe ser capacitada para contener el derrame utilizando barreras, absorbentes o neutralizantes adecuados, según el tipo de sustancia involucrada. Se debe garantizar que el personal no entre en contacto con el derrame sin las medidas de protección adecuadas.

Protocolo para la atención de derrames	
	Finalmente, tras el control de la emergencia, se debe realizar una evaluación exhaustiva del impacto ambiental y estructural del derrame, y llevar a cabo actividades de limpieza y descontaminación.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un derrame.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un inventario de todas las sustancias químicas presentes en el proyecto, identificando aquellas que sean tóxicas, corrosivas, inflamables o reactivas. • Etiquetar correctamente los recipientes con la información del producto químico, incluyendo su hoja de datos de seguridad (HDS). • Utilizar áreas designadas y ventiladas para almacenar sustancias químicas, lejos de fuentes de calor, agua o zonas de tráfico elevado. • Capacitar al personal en el manejo seguro de sustancias químicas y en la respuesta ante derrames. • Realizar simulacros para practicar los procedimientos de contención y limpieza. • Mantener kits de respuesta para derrames en lugares accesibles, incluyendo: Materiales absorbentes (arena, almohadillas, mantas químicas); Equipos de contención (barreras, diques); Equipos de protección personal (guantes, gafas, respiradores, botas). • Revisar regularmente los recipientes y equipos para detectar fugas o daños. • Asegurarse del cumplimiento de las normativas locales de seguridad química. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notificar inmediatamente al coordinador del proyecto y activar el plan de emergencia para derrames. • Informar al personal cercano sobre el incidente y evacuar el área si es necesario. • Antes de actuar, colocarse el equipo de protección adecuado según la sustancia derramada (guantes, respirador, gafas, traje químico, etc.). • Si es seguro hacerlo, contener el derrame utilizando barreras, diques o materiales absorbentes. • Evitar que la sustancia alcance desagües, fuentes de agua o zonas sensibles del entorno. • Colocar señalización de peligro para advertir sobre el riesgo. • Consultar siempre la hoja de datos de seguridad (HDS) para determinar los procedimientos adecuados. Las hojas de seguridad se pueden revisar en el Anexo_C11_1_3/2_Sust_Qmcas • Informar a las autoridades competentes, como bomberos o equipos de respuesta química, si el derrame es de gran magnitud o involucra sustancias peligrosas. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar los materiales absorbentes utilizados y disponer de ellos según las normativas para residuos peligrosos. • Limpiar la superficie contaminada utilizando equipos y productos

Protocolo para la atención de derrames	
	<p>recomendados en la HDS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar si hay residuos químicos remanentes y asegurarse de que la zona esté completamente limpia. • Brindar atención médica inmediata a cualquier persona que haya estado expuesta a la sustancia química. • Reanudar actividades solo cuando el área afectada sea declarada segura. • Reponer los equipos y materiales utilizados en la respuesta al derrame. • Analizar las causas del incidente para identificar errores o fallas en los procedimientos. • Mejorar los protocolos y realizar capacitaciones adicionales para evitar futuros derrames.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.119 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con fugas.

Tabla 11.119 Procedimiento de respuesta ante fugas

Protocolo para la atención de fugas	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	El primer paso es evacuar el área afectada, garantizando que las personas se alejen de la zona de riesgo, especialmente si se percibe olor a gas o si se detecta una fuga. Todo el personal involucrado en la respuesta debe utilizar el equipo adecuado, que incluye guantes, botas, gafas de seguridad, mascarillas, y ropa de protección, especialmente si se va a intervenir cerca de la fuga o en el manejo de materiales peligrosos asociados al gas. El personal de emergencias debe estar preparado para atender posibles intoxicaciones por inhalación de gas, quemaduras o lesiones derivadas de la fuga. Es fundamental coordinar con las autoridades locales, como los servicios de emergencia y las autoridades de gas, para la gestión del incidente y asegurar que se sigan los procedimientos establecidos para una intervención segura y controlada. Después de controlar la emergencia, se debe asegurar que las condiciones de seguridad sean adecuadas para reanudar las actividades de trabajo de manera segura.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de una fuga.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y mapear la ubicación de la red de gas domiciliario en el área del proyecto vial. • Determinar las zonas de mayor vulnerabilidad, como áreas cercanas a excavaciones, maquinaria pesada o fuentes de calor. • Diseñar las obras evitando interferencias directas con la red de gas. • Capacitar al personal en: Reconocimiento de los signos de fuga (olor a gas, silbidos, burbujas en agua cercana, etc.). • Señalizar claramente las zonas donde la red de gas pasa cerca de las actividades del proyecto. • Proveer extintores específicos para fuegos de gas (clase C) en los lugares necesarios. • Mantener contacto con la empresa proveedora de gas y con los

Protocolo para la atención de fugas	
	<p style="text-align: center;">servicios de emergencia.</p> <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si se detecta olor a gas, un silbido o cualquier signo de fuga, alertar de inmediato al coordinador del proyecto y a la empresa proveedora de gas. • Evacuar al personal y otras personas cercanas al área afectada siguiendo las rutas previamente definidas. • Restringir el acceso al área afectada. • Desactivar fuentes de ignición cercanas (fuegos, cigarrillos, maquinaria, interruptores eléctricos). • Informar a los servicios de emergencia (bomberos, defensa civil) y a la empresa proveedora del gas para que se encarguen de reparar la fuga. • Proporcionar información clara sobre la ubicación y magnitud de la fuga. • No usar teléfonos móviles o radios dentro de la zona de peligro, considerando que podrían generar chispas. • Restringir el acceso a la zona afectada para evitar que personas no capacitadas ingresen. • Utilizar cintas o señales para delimitar el área de peligro. • No intentar reparar la fuga si no se cuenta con la capacitación y herramientas necesarias. • Permitir que los técnicos de la red de gas o los bomberos manejen el incidente. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con la empresa proveedora de gas para inspeccionar la red y reparar la ruptura. • Verificar posibles daños a la infraestructura cercana o al medio ambiente. • Determinar si el gas acumulado dejó residuos o generó riesgos adicionales. • Evaluar al personal por posible intoxicación o lesiones. • Brindar primeros auxilios en caso de asfixia o quemaduras, y trasladar a los afectados a centros médicos si es necesario. • Permitir que los técnicos de la red de gas realicen las reparaciones necesarias en las tuberías o conexiones afectadas. • Restaurar las operaciones solo cuando la zona sea declarada segura por la empresa proveedora de gas o los servicios de emergencia. • Elaborar un informe detallado que incluya las causas, el impacto y las acciones realizadas durante y después del evento. • Informar a todo el personal sobre las lecciones aprendidas. • Fortalecer la coordinación con la empresa proveedora de gas para prevenir futuros incidentes.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.120 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con colapso estructural.

Tabla 11.120 Procedimiento de respuesta ante colapso estructural

Protocolo para la atención de un colapso estructural	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	Todo el personal involucrado en la respuesta debe usar el EPP adecuado, como cascos, botas de seguridad, chalecos reflectantes, guantes, y gafas de protección para evitar lesiones durante la intervención y asegurarse de estar protegido ante escombros y otros peligros. Se deben restringir los accesos a la zona colapsada para evitar que personas no autorizadas entren en el área de alto riesgo.
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un colapso estructural.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar inspecciones periódicas de las estructuras involucradas en el proyecto para identificar signos de deterioro, como grietas, corrosión, asentamientos o deformaciones. Evaluar la resistencia de las estructuras ante posibles eventos como sismos, sobrecargas o condiciones climáticas extremas. Asegurarse de que las construcciones cumplen con las normas locales de diseño estructural y uso de materiales adecuados. Entrenar al personal en el reconocimiento de signos de colapso inminente y en los protocolos de evacuación. Realizar simulacros para que los trabajadores conozcan las rutas de evacuación y los puntos de encuentro. Limitar el acceso a zonas que presenten condiciones inseguras. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> Si se detectan señales de colapso (ruidos inusuales, deformaciones visibles, caídas de fragmentos), evacuar inmediatamente a todas las personas en el área afectada. Seguir las rutas de evacuación establecidas y dirigirse a los puntos de encuentro seguros. Notificar inmediatamente al coordinador del proyecto y a los equipos de respuesta de emergencias. En cuanto sea necesario, llamar a los cuerpos de rescate (bomberos, defensa civil, policía) y proporcionar información precisa sobre la situación. Restringir el acceso colocando señalización visible o barreras provisionales. Brindar primeros auxilios a personas heridas en un lugar seguro, lejos del área de colapso. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> Colaborar con los cuerpos de rescate en la búsqueda y extracción de personas atrapadas, asegurando que las acciones se realicen con cuidado para evitar un mayor colapso. Priorizar la atención médica para los heridos y trasladarlos a centros asistenciales si es necesario. Realizar una inspección detallada por parte de expertos para determinar la estabilidad de las áreas afectadas y evitar nuevos colapsos. Identificar la causa del colapso para evitar futuros incidentes.

Protocolo para la atención de un colapso estructural	
	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el área de escombros, respetando las normativas locales para la disposición de residuos. • Analizar el evento para identificar fallas en los protocolos de construcción, supervisión o mantenimiento. • Implementar mejoras en los procedimientos de seguridad y capacitaciones. • Aumentar la frecuencia y rigurosidad de las inspecciones de las estructuras.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

En la Tabla 11.121 se detallan específicamente los procedimientos para la atención de emergencias relacionadas con accidentes de transporte.

Tabla 11.121 Procedimiento de respuesta ante accidentes de transporte

Protocolo para la atención de accidentes de transporte	
Aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST) a tener en cuenta.	<p>Todo el personal involucrado en la respuesta debe estar provisto de EPP adecuado, como cascos, chalecos reflectantes, guantes, botas de seguridad y gafas protectoras para prevenir lesiones en el área del accidente. En caso de que el accidente involucre un volcamiento de maquinaria o vehículos, se deben activar los protocolos de rescate. Solo personal capacitado en rescate vehicular y rescate en accidentes de tráfico debe intervenir en la remoción de personas atrapadas. Las autoridades locales de tránsito y seguridad, así como los servicios de emergencia, deben ser notificados del accidente para coordinar la atención del incidente y proceder con las investigaciones necesarias.</p>
Acciones generales para seguir antes, durante y después de un accidente de transporte.	<p>Antes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal en: Manejo defensivo y conducción segura, protocolos para actuar en accidentes de tránsito, volcamiento de maquinaria o incidentes con sustancias peligrosas. • Informar sobre la normativa local de tránsito y transporte de materiales peligrosos. • Realizar inspecciones periódicas de los vehículos y maquinarias: Revisar frenos, neumáticos, luces, sistemas hidráulicos y de sujeción, comprobar la correcta fijación de la carga en transporte. • Establecer rutas seguras, evitando zonas con condiciones adversas (terrenos inestables, alta pendiente, curvas peligrosas). • Etiquetar correctamente las sustancias transportadas según normativas internacionales (por ejemplo, el sistema GHS). • Asegurar que los vehículos cuenten con: botiquín de primeros auxilios, extintores adecuados, equipos de contención para derrames (mantas absorbentes, arena, barreras), Triángulos de seguridad y chalecos reflectivos. • Establecer canales de comunicación efectivos para notificar emergencias. <p>Durante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detener cualquier actividad cerca del área del accidente si existe peligro. • Asegurarse de que los involucrados se encuentren en un lugar

Protocolo para la atención de accidentes de transporte	
	<p>seguro, lejos de posibles riesgos adicionales como fuego, explosiones o derrames.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contactar de inmediato a las autoridades competentes (policía de tránsito, bomberos, defensa civil, organismos de salud). • Colocar triángulos de seguridad a una distancia adecuada para advertir a otros conductores. • Restringir el acceso al área afectada con señalización o barreras temporales. • Brindar primeros auxilios básicos a los heridos, si es seguro hacerlo. • Si se trata de un accidente con sustancias peligrosas: identificar el material involucrado utilizando las etiquetas o MSDS disponibles, evitar el contacto directo con el material y utilizar equipos de protección personal si es necesario, implementar medidas inmediatas de contención para evitar que el material se propague (por ejemplo, usando mantas absorbentes o barreras). • Colaborar con las autoridades y cuerpos de rescate, proporcionando toda la información disponible. <p>Después</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar el área del accidente para determinar: daños en vehículos, maquinarias o infraestructura, contaminación ambiental (en caso de sustancias peligrosas). • Asegurar que los lesionados reciban atención médica completa y adecuada. • Retirar los vehículos o maquinarias dañadas utilizando grúas o equipos especializados. • Limpiar derrames de sustancias peligrosas siguiendo protocolos de manejo ambiental. • Reparar daños a la infraestructura vial si corresponde. • Investigar las causas del accidente para prevenir incidentes futuros: factores técnicos (fallas en los equipos o vehículos); factores humanos (errores de conducción, incumplimiento de normas); factores externos (clima, condiciones de la vía). • Actualizar los procedimientos de transporte, manejo de sustancias peligrosas y respuesta a emergencias según las lecciones aprendidas. • En caso de derrames de sustancias peligrosas: realizar monitoreo ambiental para evaluar el impacto en el suelo, agua o aire.

Fuente: Alternativa Ambiental S.A.S., 2025.

Además de los protocolos previamente descritos para la atención de emergencias, se dispone de procedimientos operativos normalizados (PON) que complementan y articulan de manera directa las acciones descritas en dichos protocolos. Estos procedimientos garantizan la estandarización y la coordinación adecuada de las actividades necesarias para la gestión efectiva de emergencias. Detalles específicos y una descripción más completa de estos procedimientos se encuentran disponibles en el Anexo C11_1_3/4_PON's_Autopista.

G. Información de contacto de actores internos y externos

Los profesionales pertenecientes a la estructura del equipo de gestión del riesgo para el proyecto vial son los actores internos que se van a desempeñar en las diferentes acciones de implementación del presente plan de gestión del riesgo. Este equipo se va actualizando constantemente en el Anexo _C11_1_3/5_Contac_actores.

Respecto a los contactos de actores externos se cuenta principalmente con actores locales encargados de la gestión del riesgo de desastres en el municipio de Mutatá listados en la Tabla 11.122.

Tabla 11.122 Contacto de actores externos vinculados a la gestión del riesgo

Entidad	Teléfono de contacto
Policía Mutatá	3205232756
Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Mutatá	3128321687 - 3147269339
EPM (agua - energía)	(4) 4444115 - 018000415115
Línea de emergencias viales (AUB)	3105553979 - #979
Policía de carreteras Antioquia	3173041653
Policía de carreteras de Urabá	3203063190
Ejército Mutatá	3104434002
Secretaría de salud Mutatá	3128545944 - 3008208396
Autopistas de Urabá (AUB)	3102732477
DAGRAN	3838850

Fuente: Consorcio Mar 2, 2025.

H. Instrucciones para operadores y visitantes

I. Instrucciones para todo el personal

i. Instrucciones previas a la materialización de un evento

- Familiarizarse con el Plan de Manejo de Emergencias y Contingencias (PEC), especialmente las rutas de evacuación y los procedimientos en caso de emergencia.
- Conocer la estructura de la Brigada de Emergencias en el lugar de trabajo.
- Participar activamente en las actividades educativas en gestión del riesgo.
- Almacenar los productos químicos según las normas.
- Mantener el orden y la limpieza en la zona temporal y los frentes de obra.
- Reportar cualquier novedad que pueda generar una emergencia o causar daño o deterioro a los equipos designados para su atención.
- Revisar periódicamente los procedimientos establecidos para su área en caso de emergencia.

ii. Instrucciones para seguir durante una emergencia

- Seguir las instrucciones del personal de la Brigada de Emergencias, no realizar procedimientos desconocidos y buscar apoyo adecuado.
- No obstaculizar las actividades de la Brigada de Emergencias.
- Ubicarse en los puntos de encuentro designados para cada área.
- Si se evacua con un grupo diferente al habitual, informar a los miembros de la brigada de emergencias.
- Acompañar a contratistas o visitantes que no conocen las instalaciones.

- Reportar cualquier novedad o la ausencia de personas al realizar el conteo en el punto de encuentro.
- No hacer declaraciones a los medios de comunicación ni difundir rumores.

II. Instrucciones para visitantes

- Familiarizarse con la ruta de evacuación y puntos de encuentro.
- No ingresar a áreas a las cuales no esté autorizado o de acceso restringido.
- Seguir las instrucciones del personal de apoyo para la emergencia, no realizar procedimientos que desconozca, buscar apoyo idóneo.

I. Mecanismos de notificación

Según lo establecido en los simulacros realizados en los diferentes frentes de obra del proyecto vial, la notificación de emergencias se llevará a cabo mediante comunicación por radio, garantizando una transmisión rápida y efectiva de la información. Adicionalmente, las alertas iniciales serán emitidas por medio de silbatos asignados al comité de emergencias y a los brigadistas, asegurando una señal audible inmediata para activar los protocolos de respuesta y evacuación en caso de incidentes.

J. Activación del proceso de recuperación

La activación del proceso de recuperación comienza inmediatamente después de que se haya gestionado la fase de respuesta a la emergencia. Esto conlleva la formación de un equipo de recuperación encargado de coordinar las actividades necesarias para reanudar las labores de construcción del proyecto vial "Variante Mutatá". Este equipo debe integrar a miembros clave del equipo de construcción, junto con representantes de las autoridades locales y especialistas en recuperación.

K. Evaluación inicial de daños

La evaluación inicial de los daños es crucial para comprender el impacto del desastre. Este proceso consiste en realizar una inspección detallada de la infraestructura del proyecto vial, la maquinaria y los equipos, con el fin de identificar y registrar todos los daños físicos. Además, se debe evaluar el efecto que el desastre ha tenido en el entorno natural y en la comunidad local. Es esencial que esta evaluación se lleve a cabo de manera ágil y precisa para poder priorizar las acciones de recuperación.

L. Rehabilitación del sistema

La rehabilitación del sistema requiere la realización de reparaciones y restauraciones esenciales para reanudar las actividades constructivas del proyecto vial "Variante Mutatá". Esto incluye, entre otras acciones, la reparación de maquinaria y equipos, así como la restauración de áreas afectadas o frentes de obra que hayan sido interrumpidos debido a la ocurrencia de un evento adverso. Es fundamental que este proceso se lleve a cabo siguiendo los estándares de seguridad y calidad establecidos para asegurar tanto la integridad del proyecto como su eficiencia operativa.

M. Seguimiento al proceso de recuperación ambiental

El seguimiento al proceso de recuperación ambiental tiene como objetivo garantizar que las actividades de restauración no ocasionen impactos negativos adicionales en el entorno. Esto abarca la rehabilitación de áreas naturales afectadas, el manejo y control de contaminantes, y la recuperación de hábitats degradados. Asimismo, se deben establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar la eficacia de las medidas adoptadas,

asegurando que estas acciones contribuyan al equilibrio ambiental y promuevan la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

N. Seguimiento a la gestión social de la emergencia

El seguimiento a la gestión social durante la emergencia se centra en atender de manera efectiva las necesidades de la comunidad afectada por el evento. Esto incluye mantener una comunicación constante con los residentes, ofrecer apoyo logístico y recursos esenciales, e implementar programas de asistencia social para mitigar los impactos del desastre. Además, es fundamental trabajar de manera articulada con las autoridades locales y las organizaciones comunitarias, garantizando así una respuesta integral y coordinada que promueva la recuperación y el bienestar de las comunidades impactadas.

O. Reconstrucción operativa

La reconstrucción operativa se orienta a restaurar completamente las actividades del proyecto vial, garantizando la reanudación eficiente de las labores constructivas. Este proceso abarca la reparación y reconfiguración de sistemas afectados, el reemplazo de maquinaria irreparable y la implementación de mejoras que fortalezcan la resiliencia frente a futuros desastres. Todas las actividades deben llevarse a cabo de forma organizada y conforme a un plan detallado, con el objetivo de minimizar interrupciones, priorizar la seguridad de las operaciones y asegurar la calidad en la ejecución del proyecto.

P. Reconstrucción ambiental

La reconstrucción ambiental debe realizarse en estrecha coordinación con la autoridad ambiental competente, que en el caso del proyecto vial "Variante Mutatá" es CORPOURABA. Este trabajo conjunto garantiza que todas las acciones de recuperación se lleven a cabo de manera sostenible y en cumplimiento con las normativas ambientales vigentes. Las actividades pueden incluir la reforestación con especies nativas, la restauración de ecosistemas y cuerpos de agua afectados, y la implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad. La participación activa de CORPOURABA es esencial para obtener las autorizaciones necesarias y asegurar el respeto a las regulaciones ambientales, contribuyendo a la sostenibilidad del entorno natural del proyecto.

Q. Evaluación final de daños

La evaluación final de daños se realiza al culminar las actividades de recuperación, con el objetivo de revisar de manera exhaustiva todas las acciones implementadas. Este proceso incluye una inspección detallada del estado del proyecto vial, verificando la efectividad de las reparaciones realizadas y detectando posibles necesidades adicionales de intervención. Asimismo, permite identificar oportunidades de mejora y establecer lecciones aprendidas que refuercen la preparación y respuesta ante futuros eventos adversos.

Estas actividades conforman un marco integral para planificar y ejecutar la recuperación post-desastre, asegurando que el desarrollo del proyecto vial "Variante Mutatá" se lleve a cabo de forma eficiente, resiliente y sostenible.

11.1.3.5.3 Plan Informático

A. Planes de ayuda mutua

Autopistas Urabá gestionará acercamientos con instituciones, empresas y organizaciones clave para evaluar y formalizar acuerdos de cooperación a través de planes de ayuda

mutua. Estos acuerdos buscan establecer estrategias conjuntas para atender contingencias de manera eficiente y, durante la operación normal, desarrollar programas compartidos de capacitación e intercambio de experiencias. Esto permitirá fortalecer la coordinación interinstitucional y mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias, mientras se promueve un aprendizaje colectivo y mejores prácticas en la gestión del riesgo.

B. Listado de equipos disponibles para la atención de la emergencia

Como elementos disponibles para la atención de emergencias se cuenta con los siguientes:

- Extintores multipropósitos (ABC).
- Kit para el control de derrames, el cual deberá estar ubicado en los lugares con probabilidad de generación de derrames.
- En caso de trabajo nocturno es necesario contar con plantas estadio (Torres de iluminación).
- Botiquines en vehículos.
- Botiquines tipo B en los frentes de obra activos.
- Camilla de primeros auxilios.
- Señalización: Evacuación, rutas de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro, uso de Epp.

C. Divulgación del plan

La divulgación del Plan de Manejo de Emergencias y Contingencias debe garantizar una comunicación efectiva con todos los involucrados, priorizando información clara y accesible. A continuación, se resumen las principales acciones a desarrollar:

- Participación: Organizar talleres, reuniones y otros espacios de diálogo para explicar el plan a las comunidades y actores clave, asegurando su entendimiento y apropiación.
- Capacitación en gestión del riesgo: Formar a personal interno y externo, enfatizando en las medidas, objetivos y estrategias del plan, además de fomentar alianzas para una respuesta coordinada.
- Comunicación constante y visual: Presentar riesgos y medidas preventivas mediante material audiovisual claro y visible en áreas estratégicas del proyecto.
- Evaluación de aceptación: Implementar formatos de retroalimentación para medir la comprensión y aceptación del plan por parte de las comunidades y trabajadores.
- Gestión de expectativas: Evitar malentendidos en la comunidad sobre el alcance del proyecto, garantizando claridad en los acuerdos con las autoridades.
- Equipo capacitado: Asegurar que las actividades cuenten con personal con experiencia en gestión comunitaria para fortalecer la relación con los actores locales.

La socialización del PEC se realizará con:

- Comunidad residente del casco urbano de Mutatá.
- Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Bomberos Mutatá.
- CORPOURABA.

- Policía Nacional y entidades de apoyo comunitario.

Las socializaciones incluirán presentaciones del plan, explicación de protocolos de comunicación, rutas de evacuación, roles y responsabilidades comunitarias, y mecanismos de reporte.

D. Mecanismos de actualización del plan

El Plan de Manejo de Emergencias y Contingencias (PEC) debe someterse a revisiones periódicas para garantizar su mejora continua, fortalecer la cooperación, optimizar las acciones de respuesta y aplicar innovaciones en las técnicas de control y funciones operativas frente a las amenazas. Durante una emergencia, es fundamental realizar una evaluación integral de la efectividad del PEC, enfocándose en los siguientes puntos clave:

- Evaluar los niveles de reacción y efectividad del personal del proyecto vial "Variante Mutatá".
- Revisar riesgos operacionales, naturales y socio-naturales.
- Verificar la claridad y cumplimiento de funciones asignadas en el plan de contingencia.
- Evaluar la coordinación con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Mutatá.
- Revisar la efectividad de los canales de información dirigidos al personal y a la comunidad.
- Analizar la disponibilidad y funcionalidad de los equipos de control.
- Medir la eficacia del programa de entrenamiento y ejercicios prácticos.
- Validar la disponibilidad de herramientas como mapas, planos, inventarios de equipos y listados de contactos clave.

La experiencia obtenida debe compartirse entre todos los responsables de emergencias y emplearse para ajustar el PEC. Además, debe realizarse, como mínimo, una revisión y actualización anual del plan, evaluando su funcionalidad y su capacidad para enfrentar emergencias de manera efectiva. Esto garantiza que el proyecto vial se desarrolle con altos estándares de seguridad y resiliencia frente a riesgos potenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- 1, C. (28 de Noviembre de 2019). *Un puente vehicular se parte en dos en vía Puerto Berrio – Cisneros*. Obtenido de <https://canal1.com.co/noticias/nacional/un-puente-vehicular-se-parte-en-dos-en-via-puerto-berrio-cisneros/>
- Ahumada-Cervantes, R., González-Márquez, L. C., García-López, P. A., & Cota-Montes, D. (20 de Mayo de 2020). Evaluación de la sensibilidad, asociada a factores sociodemográficos y económicos, de una zona rural expuesta a los impactos de la variabilidad y el cambio climático en México. México: . Acta Universitaria 30, e2831. doi. <http://doi.org/10.15174.au.2020.2831>.
- AIIS, A. C. (2009). *Estudio General de Amenaza Sísmica*. Bogotá D.C.
- Ambito, E. (18 de Octubre de 2018). *WI Ambito*. Obtenido de Un muerto y tres heridos deja volcamiento de una volqueta llena de escombros en Campo Alegre: <http://elambito.com/secciones/judiciales/un-muerto-y-tres-heridos-deja-volcamiento-de-una-volqueta-en-campo-alegre/>
- Antioquia, G. d. (2020). <https://www.antioquiadatos.gov>. Obtenido de Ficha Municipal 2019 - 2020: <https://www.antioquiadatos.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Fichas-municipales-estadisticas/SR09%20-%20URAB%C3%81/05480%20-%20Mutat%C3%A1.pdf>
- Bernal, A. S. (2019). *Evaluación del riesgo por rayos para Colombia*. Colombia: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75636/ASCB_Evaluaci%C3%B3n%20del%20riesgo%20por%20rayos%20para%20Colombia.pdf?sequence=1.
- Bogotá, A. M. (2020). *Informe de gestión 2019*. Bogotá D.C: <https://www.bomberosbogota.gov.co/sites/default/files/documentos/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20Anual%20de%202019.pdf>.
- Botta, N. A. (2015). *Dinámica de las explosiones Industriales*. Rosario: Red Proteger.
- CMGRD, C. M. (2017). Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias y Desastres. *Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias y Desastres*. Mutatá, Antioquia, Colombia.
- Colombia, I. (s.f.). *infoescuelas.com*. Obtenido de <https://www.infoescuelas.com/colombia/antioquia/i-e-mutata/>
- Colombiano, E. (4 de Diciembre de 2014). *El Colombiano*. Obtenido de Derrame de sustancia química generó colapso en vías de Medellín: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/movilidad/derrame-de-sustancia-quimica-genero-colapso-en-vias-de-medellin-CN816895>
- CORPOURABA. (2007). *Establecimiento de los objetivos de calidad Requerimiento de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) a las entidades prestadoras de servicio de alcantarillado de la jurisdicción de CORPOURABA*.

- Obtenido de <https://corpouraba.gov.co/sites/default/files/objetivoscalidadagua-riosucio.pdf>
- Crismatt, A. D., & Roca, Á. A. (2006). *Aplicación de la norma técnica colombiana NTC 4552 de protección contra rayos en la Universidad Tecnológica de Bolívar*. Cartagena de Indias.
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 Colombia*. Obtenido de <https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#/>
- Decreto 2157, P. d. (20 de Diciembre de 2017). *Función Pública, Dcreto 2157 de 2017*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=199583>
- Decreto 2358, P. d. (26 de Diciembre de 2019). Por el cual se modifica y adiciona el decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura, en lo relacionado con el Patrimonio Cultural Material e Inmaterial. Bogotá, Colombia.
- EAFIT. (07 de Junio de 2023). *¿Qué son los riesgos Natech? EAFIT sabe cómo identificarlos y mitigarlos*. Obtenido de <https://www.eafit.edu.co/noticias/agenciadenoticias/2023/Que-son-los-riesgos-Natech-EAFIT-sabe-como-identificarlos-y-mitigarlos>
- Gobernación de Cundinamarca, G. d. (26 de Nociembre de 2018). *Cinco muertos en colapso de estructura en vía Bogotá-Villavicencio*. Obtenido de <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/cinco+muertos+en+colapso+de+estructura+en+via+bogota+villavicencio>
- IDEAM. (2010). *Generación de Escenarios de Cambio Climático Regionales y Locales a Partir de Modelos Globales - Guía para Tomadores de Decisiones*. Bogotá, Colombia:
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gu%C3%ADa+Escenarios+para+Tomadores+de+Decisiones.pdf/fa7abe38-43cc-49c8-96a3-f2b5c24ecce3>.
- IDEAM. (2015). *Protocolo para la Realización de Mapas de Zonificación de Riesgos a Incendios de la Cobertura Vegetal Escala 1:100.000 / Ajustado*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2025). *Monitoreo de Puntos de Calor en Colombia*. Obtenido de [https://puntosdec calor.ideam.gov.co/?from_date=2025-05-06&to_date=2025-05-07&extent=\(19.435514339097825_-100.01953125000001_-10.35815140094367_-45.74707031250001\)®ion=colombia](https://puntosdec calor.ideam.gov.co/?from_date=2025-05-06&to_date=2025-05-07&extent=(19.435514339097825_-100.01953125000001_-10.35815140094367_-45.74707031250001)®ion=colombia)
- IDEAM. (s.f.). *Participación Ciudadana*. Obtenido de Cambio Climático:
<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20el%20Panel,como%20resultado%20de%20actividades%20humanas>
- IDEAM, Miniambiente. (2025). *IDEAM*. Obtenido de IDEAM: <https://www.ideam.gov.co/>
- IDEAM, P. M. (2017). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por Cambio Climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C, Colombia: ISBN: 978-958-8971-54-4.

- IDIGER. (15 de Febrero de 2024). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por*.
Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rtecnologico>
- Informador, E. (01 de Diciembre de 2016). *El Informador*. Obtenido de Retroexcavadora
genera emergencia por ruptura de tubería de gas:
<https://www.elinformador.com.co/index.php/distrito/139196-retroexcavadora-genera-emergencia-por-ruptura-de-tuberia-de-gas>
- Ley 1523, C. d. (24 de Abril de 2012). *Función Pública Ley 1523 de 2012*. Obtenido de
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>
- López, S. (2021). *Análisis de la variabilidad espacio-temporal de los eventos de precipitación extrema y su relación con las descargas eléctricas en la región*. Medellín.
- Margrin, G. O., Unidas, N., Europea, U., & CEPAL. (Diciembre de 2015). *Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile: S.15-01318 .
- MINIAMBIENTE. (1959). *Reservas Forestales establecidas por la Ley 2ª de 1959*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Reservas-Forestales-establecidas-por-la-Ley-2-de-1959.pdf>
- Miniambiente. (2010). *Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*. Bogotá D.C.
- MINIAMBIENTE, M. d. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C, Colombia:
https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Políticas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf.
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (30 de Diciembre de 2021). *Definiciones de la Evaluación de Daños y Necesidades Ambientales - EDANA*. Bogotá, Colombia.
- MINITIC, M. d. (5 de Octubre de 2021). *Datos Abiertos Tablero de Control de los Puntos Vive Digital del MinTIC*. Obtenido de <https://herramientas.datos.gov.co/usuarios/tablero-de-control-de-los-puntos-vive-digital-del-mintic#:~:text=Puntos%20Vive%20Digital%3A%20es%20un,TIC%20en%20un%20mismo%20lugar>.
- Morales, D. S. (2011). *Estudio de las causas y soluciones estructurales del colapso total o parcial de los puentes vehiculares en Colombia desde 1986 al 2011, y la evaluación de las consecuencias del derrumbamiento de uno de ellos*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Naciones Unidas, N. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

- NASA. (2025). *Fire information for Resource Management System*. Obtenido de <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>
- NoticiasCaracol. (15 de Abril de 2016). *NoticiasCaracol*. Obtenido de Emergencia ambiental por derrame de químico en quebrada de Antioquia: <https://www.noticiasCaracol.com/colombia/emergencia-ambiental-por-derrame-de-quimico-en-quebrada-de-antioquia>
- NoticiasRCN. (5 de Agosto de 2013). *canalrcn*. Obtenido de Emergencia por derrame de combustible en el sector de La Línea: https://www.noticiasrcn.com/colombia/emergencia-por-derrame-de-combustible-en-el-sector-de-la-linea-14281#google_vignette
- Pascual, D. A., Toro, F. H., Alonso, F. G., Rivas, M. M., Caicedo, J. D., & Rocha, G. E. (2011). *Incendios de la Cobertura Vegetal en Colombia Tomo 1*. Valle del Cauca - Colombia: Programa Editorial Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico.
- PICCA, O. d. (2018). Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia. Bogotá, Colombia: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/PNACC/PIGCCT%20Antioquia.pdf>.
- PMGRD, A. M. (Septiembre de 2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. Mutatá, Antioquia, Colombia.
- rcnradio. (28 de Junio de 2022). *rcnradio*. Obtenido de Explosión en la Avenida Ciudad de Cali: ¿Qué la causó y cuáles fueron los daños?: <https://www.rcnradio.com/bogota/explosion-en-la-avenida-ciudad-de-cali-que-la-causo-y-cuales-fueron-los-danos>
- Romero, J. S. (12 de 12 de 2024). *Infobae*. Obtenido de Colapsó puente en construcción en la vía Facatativá-Bogotá: estaban realizando el montaje de la estructura: <https://www.infobae.com/colombia/2024/12/12/colapso-puente-en-construccion-en-la-via-facatativa-bogota-estaban-realizando-el-montaje-de-la-estructura/>
- Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila-Díaz, Á. (2012). *Variabilidad climática, cambio climático y gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. Santiago de Cali.
- SGC & Minminas, S. G. (2016). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogotá D.C: Servicio Geológico Colombiano - SGC.
- SGC, S. G. (2025). *SGC Sismos*. Obtenido de <https://www.sgc.gov.co/sismos>
- SNGRD, S. N. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=8CECF788D990E4AA1E68BED63466D76D?sequence=2>
- Tiempo, E. (22 de Enero de 2018). *eltiempo*. Obtenido de Dos lesionados dejó accidente en el barrio Bellavista, oeste de Cali: <https://www.eltiempo.com/colombia/cali/dos-lesionados-dejo-choque-en-el-barrio-bellavista-de-cali-173926>

- UNGRD. (2018). *Lo que usted debe saber sobre riesgo tecnológico*. Bogotá D.C:
https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/27100/Riesgo_Tecnologico.pdf?sequence=5&isAllowed=y.
- USGS. (2025). *USGS earthquake*. Obtenido de
<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=11.69527,-148.44727&extent=57.98481,-41.57227>
- Vanguardia. (09 de Febrero de 2013). *Abierta la vía a Matanza luego volcamiento de volqueta*. Obtenido de
<https://www.vanguardia.com/santander/region/2013/02/09/abierta-la-via-a-matanza-luego-volcamiento-de-volqueta/>
- Vera&Albarracín, J. M. (Mayo de 2017). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas*. Ibagué.
- Vicepresidencia Tercera del Gobierno Español, M. p. (2020). *Qué es el cambio climático*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico.html>