

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA  
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO  
AUTOPISTA AL MAR 1.**



**Elaborado para:**



**Elaborado por:**



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.  
Octubre de 2016**

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

### TABLA DE CONTENIDO

	<b>PÁG.</b>
11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO .....	7
11.1.3.1 GLOSARIO .....	7
11.1.3.2 INTRODUCCIÓN .....	8
11.1.3.3 MARCO NORMATIVO .....	9
11.1.3.4 CONOCIMIENTO DEL RIESGO .....	10
11.1.3.4.1 PLAN ESTRATÉGICO .....	11
11.1.3.4.2 REDUCCIÓN DEL RIESGO .....	76
11.1.3.4.3 PLAN OPERATIVO .....	83
11.1.3.4.4 PLAN INFORMÁTICO .....	91

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

### ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁG.</b>
Tabla 11.1 Marco normativo .....	9
Tabla 11.2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos .....	14
Tabla 11.3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas .....	16
Tabla 11.4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad.....	16
Tabla 11.5 Niveles de amenaza .....	17
Tabla 11.6 Criterios para calificar la exposición.....	17
Tabla 11.7 Determinación del nivel de riesgo.....	18
Tabla 11.8 Definición del nivel de riesgo .....	18
Tabla 11.9 Amenazas endógenas .....	20
Tabla 11.10 intervalos de categorías de sismicidad .....	22
Tabla 11.11 Categorías de amenaza Geotécnica .....	24
Tabla 11.12 Intervalos y categorías de amenaza por inundaciones.....	25
Tabla 11.13 Valores de susceptibilidad a inundaciones por características geomorfológicas .....	25
Tabla 11.14 Categorías de evaluación para la precipitación total anual en las cuencas de la zona de estudio .....	27
Tabla 11.15 Amenaza por inundación.....	29
Tabla 11.16 Consolidado de atención de emergencias para los eventos de inundación presentados durante los años 2009 – 2015 para el área de estudio.....	29
Tabla 11.17 Categorías de evaluación para la precipitación total anual el área de influencia del proyecto .....	30
Tabla 11.18 Categorías de evaluación para la Densidad de drenaje en el área de influencia del Proyecto .....	31
Tabla 11.19 Categorías de evaluación para el tiempo de concentración en el área de influencia del Proyecto .....	31
Tabla 11.20 Intervalos y categorías de la amenaza por avenidas torrenciales .....	32
Tabla 11.21 Tipos de amenaza por avenidas torrenciales en las cuencas del área de influencia del Proyecto .....	32
Tabla 11.22. Vendavales registrados entre los años 2006 y 2016 para el área de estudio ...	35
Tabla 11.23 Factores de ignición asignados para cada clase de combustible vegetal.....	38
Tabla 11.24 Estimación de amenaza de incendios forestales .....	40
Tabla 11.25 Víbora cornuda ( <i>Bothriechis schlegelii</i> ).....	44
Tabla 11.26 Talla equis ( <i>Bothrops asper</i> ).....	45
Tabla 11.27 Cascabel verrugosa ( <i>Lachesis achrocorda</i> ) .....	45
Tabla 11.28 Patoco ( <i>Porthidium nasutum</i> ).....	46

Tabla 11.29 Coral rabo de ají ( <i>Micrurus mipartitus</i> ).....	46
Tabla 11.30 Homicidios y tasa de homicidio- municipios del área de influencia.....	47
Tabla 11.31 Homicidios y tasa de homicidio- Comunas de Medellín que conforman el área de influencia. ....	48
Tabla 11.32 Número de hurtos y capturas en los municipios del área de influencia- año 2013.....	49
Tabla 11.33 Protestas sociales identificadas en el área de influencia .....	51
Tabla 11.34 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas .....	53
Tabla 11.35 Etapas generales del proyecto en riesgo.....	54
Tabla 11.36 Elementos del ambiente en riesgo .....	54
Tabla 11.37 Elementos socioculturales en riesgo.....	55
Tabla 11.38 Escenarios de riesgo identificados para las amenazas endógenas.....	55
Tabla 11.39 Escenarios de riesgo identificados para las amenazas exógenas.....	56
Tabla 11.40 Evaluación de la vulnerabilidad y resultados del nivel de amenaza .....	56
Tabla 11.41 Calificación del nivel de exposición.....	59
Tabla 11.42 Calificación del nivel de riesgo .....	62
Tabla 11.43 Descripción riesgos naturales según mapa de riesgos.....	69
Tabla 11.44 Rangos de aceptabilidad del riesgo .....	74
Tabla 11.45 Responsabilidades en la atención de emergencias .....	78
Tabla 11.46 Contenido del programa de divulgación.....	82
Tabla 11.47 Acciones generales de respuesta .....	86
Tabla 11.48 Lineamientos de acción .....	89
Tabla 11.49 Estrategias para la prevención y atención al abatimiento del nivel freático.....	90
Tabla 11.50 Elementos básicos de primeros auxilios.....	91
Tabla 11.51 Datos de contacto para la atención de emergencias – Mpo. Ebéjico.....	94
Tabla 11.52 Datos de contacto para la atención de emergencias – Mpo. San Jerónimo.....	94
Tabla 11.53 Datos de contacto para la atención de emergencias – Ciudad Medellín .....	94

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

### ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁG.</b>
Figura 11.1 Cobertura geográfica.....	12
Figura 11.2 Amenaza Sísmica.....	23
Figura 11.3 Amenaza Geotécnica.....	24
Figura 11.4 Amenaza por inundación en el área de influencia del proyecto.....	28
Figura 11.5 Proporción de área amenaza torrencialidad .....	33
Figura 11.6 Amenaza por avenidas torrenciales.....	34
Figura 11.7. Distribución media mensual de tormentas eléctricas- nivel ceráunico Aeropuerto Olaya Herrera de Medellín .....	36
Figura 11.8. Mapa de niveles isoceráunicos de Colombia .....	36
Figura 11.9 Zonificación de la amenaza por incendios de Cobertura Vegetal en el AII para la construcción de la segunda calzada Túnel – San jerónimo UF 1 y 3 .....	42
Figura 11.10 Distribución porcentual de los escenarios de riesgo .....	65
Figura 11.11 Mapa de riesgos .....	68
Figura 11.12 Mapa de vulnerabilidad biótica.....	70
Figura 11.13 Mapa de vulnerabilidad abiótica .....	71
Figura 11.14 Mapa de vulnerabilidad socioeconómica .....	71
Figura 11.15 Esquema general del SCI .....	78
Figura 11.16 Línea de acción general para la atención de emergencias.....	85
Figura 11.17 Línea de activación general para la atención de emergencias.....	86
Figura 11.18 Esquema general de reporte .....	91

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>PÁG.</b>
Fotografía 11-1 Cayó alias “Rambo”, ficha principal del Clan Úsuga en el occidente antioqueño. ....	50
Fotografía 11-2 Homicidios en Medellín. Abril fue el mes menos violento en 4 décadas. .	50
Fotografía 11-3 Policía incautó 8 toneladas de cocaína del Clan Úsuga en Antioquia.....	50
Fotografía 11-4 Sicarios de la comuna 13 de Medellín investigados por Asesinato en Sotomayor.....	50
Fotografía 11-5 Marcha social por derechos al acceso al sistema de salud básico y especializado en Medellín. ....	52
Fotografía 11-6 Paro Agrario en Medellín. ....	52

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

## 11.1.3 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

### 11.1.3.1 GLOSARIO

- Riesgo: resultado de una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento y las consecuencias negativas del mismo sobre el entorno natural, humano y socioeconómico (AENOR, 2008).
- Proceso de gestión del riesgo: aplicación sistemática de políticas de gestión, procedimientos y prácticas, a las tareas de establecimiento del contexto, identificación, análisis, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación del riesgo (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004).
- Amenaza/Peligro: fuente de daño potencial o situación con potencial para causar pérdida (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004).
- Vulnerabilidad: factor interno de un sujeto, objeto o sistema (medio y recursos asociados) expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado (ECOPEPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012)
- Consecuencia: resultado de un evento amenazante expresado cualitativa o cuantitativamente, como por ejemplo una pérdida, una lesión, una desventaja o una ganancia (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004)
- Probabilidad: posibilidad de que ocurra un evento o resultado específico. Se mide generalmente en términos de la relación entre los eventos o resultados específicos y el número total de eventos o resultados posibles (ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004)
- Emergencia: situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una compañía, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que puede requerir la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)
- Evacuación: Conjunto de actividades y procedimientos tendientes a conservar la vida y la integridad física de las personas en el evento de encontrarse amenazadas por el

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

desplazamiento a través y hasta lugares de menor riesgo (IDIGER, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático).

- Atención de Emergencias: es el conjunto de procedimientos, técnicas, métodos y acciones encaminadas a garantizar una respuesta rápida y eficaz para controlar una emergencia presentada, con el fin de detener o interrumpir, atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un derrame sobre el entorno humano y natural y lograr el pronto retorno a la normalidad (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).
- Plan Estratégico: Contiene la filosofía, los objetivos, el alcance del Plan, su cobertura geográfica, organización, asignación de responsabilidades y los niveles de respuesta (Ministerio del Interior, Decreto 321, 1999)
- Plan Operativo: Establece los procedimientos básicos de la operación y define las bases y mecanismos de notificación, organización, funcionamiento y apoyo del PNC a los planes locales o a la eventual activación inmediata de su estructura de nivel tres (3) (Ministerio del Interior, Decreto 321, 1999).
- Plan Informático: Establece las bases de lo que este requiere en términos de manejo de información, a fin de que los planes estratégicos y operativos sean eficientes, a partir de la recopilación y actualización permanente a instancias del Comité Técnico Nacional del PNC sobre los requerimientos de información requeridos por éste (Ministerio del Interior, Decreto 321, 1999).
- Simulacro: Medición del comportamiento del personal comprometido y encargado de la ejecución de los procedimientos con el fin de probar su reacción ante situaciones especiales que son estructuradas lo más estrechamente posibles con las emergencias reales.

### 11.1.3.2 INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Gestión del Riesgo se desarrolló para la obtención de la Licencia Ambiental correspondiente a la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, proyecto Autopista al Mar-1. Para su desarrollo se adoptaron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus Accesos, establecidos por la Resolución 0751 del 26 de Marzo de 2015.

El presente plan propende por el manejo oportuno y eficiente de todos los recursos técnicos, humanos, económicos con los cuenta la organización para la atención de situaciones de emergencia que se puedan presentar durante las actividades constructivas de la vía.

Las estructuras de respuesta planteadas en el presente documento son una guía, y deben ser ajustadas una vez se determine el personal en campo y el organigrama. Se desarrollaron con base en los roles y responsabilidades establecidas en el esquema del Sistema Comando de

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Incidentes. En el presente documento, se sugieren los procedimientos de acción básicos para afrontar situaciones de emergencia con el fin de evitar al máximo pérdidas humanas, daño ambiental o pérdidas económicas debido a contingencias manifestadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Se espera, que el presente plan de gestión del riesgo sea revisado anualmente por el contratista que desarrolle las obras de construcción y opere la vía, con el fin de actualizar su contenido y establecer si la estructura organizacional planteada se ajusta al personal en campo, o si se deben re asignar roles y responsabilidades. Adicionalmente, cuando el proyecto entre en operación se deberá revisar la identificación de amenazas geológicas y el correspondiente análisis de riesgos con el fin de determinar si se presentaron variaciones de dichas amenazas por la construcción.

### 11.1.3.3 MARCO NORMATIVO

A continuación en la Tabla 11.1 se presenta el marco jurídico para la elaboración de los planes de contingencia.

**Tabla 11.1 Marco normativo**

Norma	Objeto
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 2041 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
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.
Decreto ley 4147 de 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, se establece su objeto y estructura.
Decreto 2893 de 2011	“Modificó los objetivos, la estructura orgánica y las funciones del Ministerio del Interior, separando del mismo las relativas a la gestión del riesgo de desastres y las relacionadas con la dirección y coordinación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres”.
Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Decreto 321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencias (PNC) Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres.
Decreto 93 del 13 de enero de 1998.	Por medio del cual el Gobierno Nacional adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, cuyos objetivos son reducción de riesgos y prevención de desastres, la respuesta efectiva en caso de desastres y, la rápida recuperación de las zonas afectadas
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”.
Constitución	Establece el marco normativo general de la jurisprudencia colombiana. Sus Artículos

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

Norma	Objeto
Política Nacional de 1991	<p>79 y 80 disponen:</p> <p><i>ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</i></p> <p><i>ARTICULO 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.</i></p>
Resolución Número 001016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. En su Artículo 11, Numeral 18 establece lineamientos para el desarrollo de los planes de emergencia enmarcados en el subprograma de Higiene y Seguridad Industrial.
Decreto Legislativo 919 de mayo 1 de 1989.	Por medio del cual la Presidencia de la República organizó el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD), dentro del cual, entidades públicas y privadas que desarrollen obras o actividades peligrosas o de alto riesgo deben elaborar planes, programas, proyectos y acciones específicas para proteger a la población de los problemas de seguridad causados por la eventual ocurrencia de fenómenos naturales o antrópicos
Ley 46 de 1988	Por la cual se crea el “Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD)”.
Decreto 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales en su Título VIII, Artículo 31 establece que “En accidentes que causen deterioro ambiental o hechos ambientales que constituyen peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro”.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Adicionalmente el presente plan de contingencia tuvo en consideración los lineamientos establecidos en:

- Norma Técnica Colombiana (NTC) 5254. 2004-05-31. Gestión Del Riesgo. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Bogotá, D.C.
- Norma Técnica Colombiana (NTC) - Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) 18001: Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional
- La Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC, 2011).
- Metodologías de Análisis de Riesgo Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FO-PAE. Bogotá D.C. Enero de 2014.

#### 11.1.3.4 CONOCIMIENTO DEL RIESGO



Agencia Nacional de Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

### 11.1.3.4.1 PLAN ESTRATÉGICO

A continuación se presenta el plan estratégico que será implementado durante la ejecución del proyecto.

#### 11.1.3.4.1.1 Objetivos del Plan de Contingencias

##### 11.1.3.4.1.1.1 Objetivo general

El presente Plan de Contingencia se desarrolló con el objetivo de propender por el manejo oportuno y eficiente de todos los recursos técnicos, humanos y económicos con los que cuenta la organización para la atención de situaciones de emergencia que se puedan presentar durante las actividades constructivas de la vía.

Tiene como fin fundamental prevenir y atender los daños que se puedan ocasionar sobre los componentes ambientales, socioeconómicos y culturales en el área de influencia del proyecto a raíz de la manifestación de las amenazas.

##### 11.1.3.4.1.1.2 Objetivos específicos

A continuación se presentan los objetivos específicos del presente Plan de Contingencias:

- Proveer la información de los riesgos de las actividades que puedan afectar a la comunidad y al proyecto.
- Identificar los niveles de activación, prioridades de protección y prioridades de acción.
- Asignar responsabilidades y funciones a las personas involucradas en el Plan, de tal manera que se delimite claramente el ámbito de acción de cada uno y se facilite la labor de mando y control dentro de una estructura jerárquica vertical clara.

##### 11.1.3.4.1.2 Alcance del plan de contingencias

El presente Plan de Contingencia tiene como alcance las áreas donde se desarrollen las actividades del proyecto pre-constructivas y constructivas comprendidas en el proyecto, el cual tiene como objeto principal generar la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, proyecto Autopista al Mar-1.

Las actividades a desarrollar contempla la construcción de la segunda calzada de diecinueve (19) kilómetros en U.F. 1 desde la salida del túnel de Occidente a San Jerónimo, a su vez, la construcción del segundo túnel de cinco (5) kilómetros conexión vía Aburra a conexión tramo Túnel Occidente Santa Fé de Antioquia enmarcado dentro de U.F. 3.

##### 11.1.3.4.1.3 Cobertura geográfica



Agencia Nacional de Infraestructura

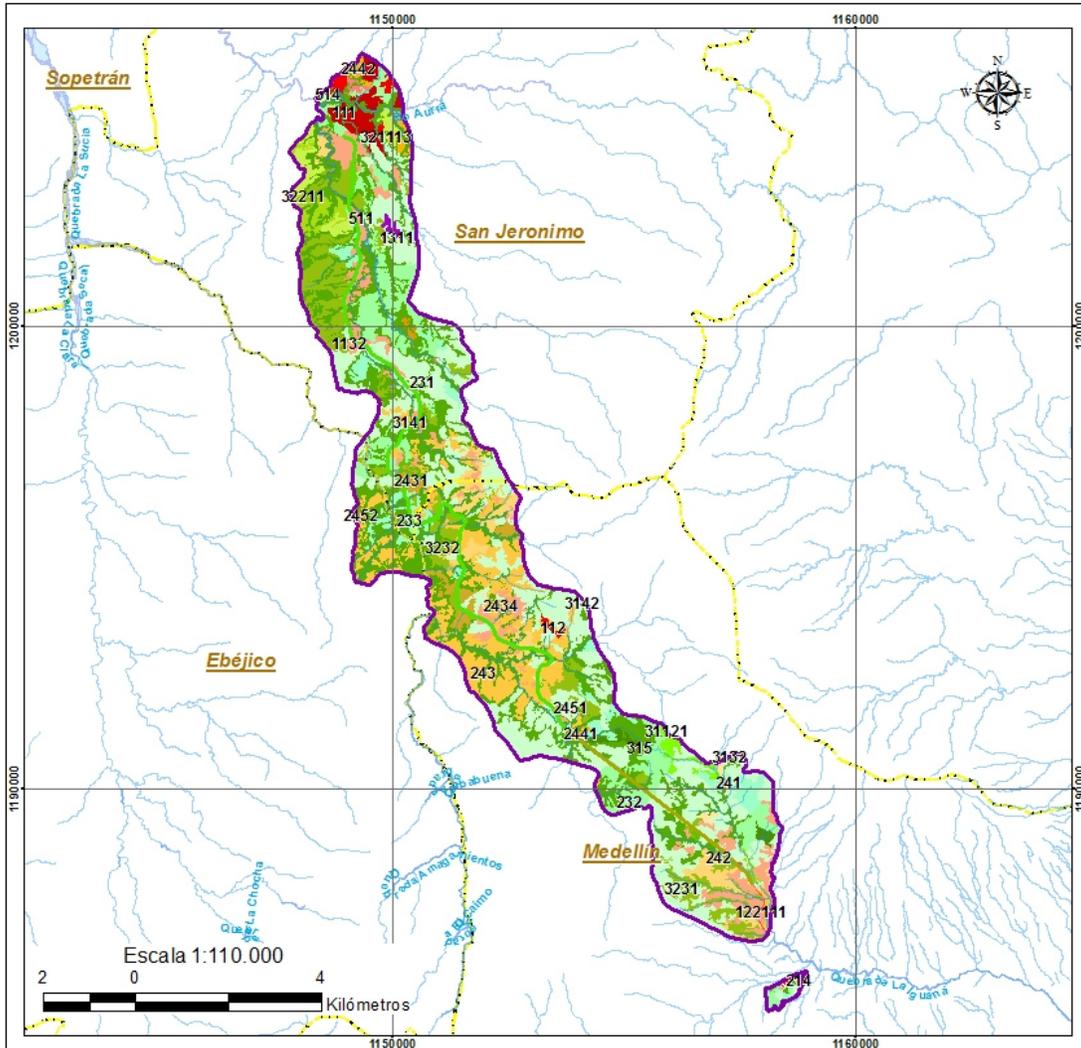


MinTransporte  
Ministerio de Transporte

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 <b>Devimar</b>
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

En la Figura 11.1 se presenta la cobertura geográfica del presente plan, correspondiente al área de influencia del proyecto.

### Figura 11.1 Cobertura geográfica



**EIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 1 Y 3**

**CONVENCIONES GENERALES**

- Unidad Funcional 1
- Unidad Funcional 3
- Área de Influencia UF1 - UF3
- Drenaje Sencillo
- Drenaje Doble
- Límite Municipal

**COBERTURA DE LA TIERRA**

<span style="background-color: red; width: 15px; height: 10px;"></span> 111	<span style="background-color: pink; width: 15px; height: 10px;"></span> 1131	<span style="background-color: lightorange; width: 15px; height: 10px;"></span> 241	<span style="background-color: orange; width: 15px; height: 10px;"></span> 2452	<span style="background-color: lightgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 321113
<span style="background-color: darkred; width: 15px; height: 10px;"></span> 122111	<span style="background-color: lightpink; width: 15px; height: 10px;"></span> 1132	<span style="background-color: yellow; width: 15px; height: 10px;"></span> 242	<span style="background-color: darkorange; width: 15px; height: 10px;"></span> 31121	<span style="background-color: limegreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 32211
<span style="background-color: brown; width: 15px; height: 10px;"></span> 2434	<span style="background-color: purple; width: 15px; height: 10px;"></span> 1311	<span style="background-color: gold; width: 15px; height: 10px;"></span> 243	<span style="background-color: green; width: 15px; height: 10px;"></span> 3132	<span style="background-color: olive; width: 15px; height: 10px;"></span> 3231
<span style="background-color: tan; width: 15px; height: 10px;"></span> 2431	<span style="background-color: lightgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 231	<span style="background-color: orange; width: 15px; height: 10px;"></span> 2441	<span style="background-color: darkgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 3141	<span style="background-color: grey; width: 15px; height: 10px;"></span> 3232
<span style="background-color: lightblue; width: 15px; height: 10px;"></span> 514	<span style="background-color: lightgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 232	<span style="background-color: yellow; width: 15px; height: 10px;"></span> 2442	<span style="background-color: darkgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 3142	<span style="background-color: grey; width: 15px; height: 10px;"></span> 3332
<span style="background-color: red; width: 15px; height: 10px;"></span> 112	<span style="background-color: lightgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 233	<span style="background-color: orange; width: 15px; height: 10px;"></span> 2451	<span style="background-color: darkgreen; width: 15px; height: 10px;"></span> 315	<span style="background-color: cyan; width: 15px; height: 10px;"></span> 511

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**11.1.3.4.1.4 Etapas del proyecto**

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

En el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, se describen en detalle las etapas y actividades del proyecto; sin embargo, a continuación se presenta una descripción general de las etapas utilizadas para el análisis de riesgo (Tabla 11.2).

**Tabla 11.2 Etapas del proyecto consideradas para el análisis de riesgos**

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>
Pre-constructiva	<p>Comprende las actividades previas a la construcción, que tienen como objetivo definir canales de comunicación y concertación con los diferentes grupos de interés, incluyendo la contratación de mano de obra. Se desarrollan los acuerdos con los propietarios de cada uno de los predios que posiblemente van a verse impactados por las actividades del proyecto, con el propósito de definir servidumbres y/o compra de terrenos necesarios para la construcción de las obras planteadas. Adicionalmente se busca establecer las condiciones de reasentamiento de las personas, que serían trasladadas por la demolición de sus viviendas y que no se encuentran amparadas por la compra de predios.</p> <p>Así mismo, se ubican los campamentos transitorios y los lugares de acopio de materiales.</p>
Construcción y/o adecuación	<p>Esta etapa abarca las actividades relacionadas con la construcción de la segunda calzada y las estructuras de soporte.</p> <p>Incluyendo para la etapa de Construcción de la Segunda Calzada (U.F. 1), las actividades de adecuación de vías de acceso, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, ubicación de campamentos transitorios y sitios de acopio, plantas de triturado, concreto y asfalto, materialización y replanteo (topografía), desmonte, descapote, demoliciones, remoción de sobrantes, obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes, excavaciones, cortes, rellenos y compactación, traslado de redes o servicios interceptados (servicios públicos, ductos, etc.), construcción de obras de drenaje, construcción de estructuras de concreto, construcción de estructuras de pavimento, retiro de escombros y materiales sobrantes, recuperación de áreas intervenidas, señalización y demarcación definitiva, limpieza final, actividades sociales de cierre, adicionalmente, incluye las actividades de limpieza y recuperación final de las áreas intervenidas</p>
Construcción de Túneles	<p>Corresponde a las actividades relacionadas con la adecuación de las áreas donde se construirá el segundo túnel y la construcción del mismo (U.F. 3).</p> <p>Involucra la limpieza y descapote del área a cortar, el corte de la roca, la estabilización y protección del talud y del portal. Adicionalmente, se realiza la perforación de la roca y los procesos de tratamiento y disposición final de los residuos generados. Comprende la actividad de adquisición, transporte y almacenamiento de material explosivo. Incluye la actividad de adecuación de polvorines y la implementación de medidas de seguridad para su almacenamiento. Adicional, las excavaciones por perforación y voladura y construcción de estructuras de pavimento, instalación de soporte, impermeabilización y revestimiento.</p> <p>Adicionalmente, abarca actividades asociadas a la construcción de los túneles; ya que en la medida en la que se avanza en la excavación, se procede a realizar la instalación de sistemas de ventilación e iluminación, de soporte, impermeabilización y revestimiento, las estructuras requeridas para el manejo de aguas y los sistemas de control y señalización.</p>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

#### 11.1.3.4.1.5 Análisis de riesgos ambientales y operacionales

##### 11.1.3.4.1.5.1 Metodología



Agencia Nacional de Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

La metodología desarrollada por Consultoría Colombiana S.A. para el análisis de riesgos del presente plan tuvo en consideración los elementos expuestos por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias) y la Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso (ICONTEC, 2011).

#### **11.1.3.4.1.5.2 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza**

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

#### **11.1.3.4.1.5.3 Identificación de amenazas**

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrolló mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificaron las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

#### **11.1.3.4.1.5.4 Consolidación de los Escenarios de Riesgo**

La consolidación de los escenarios de riesgo tiene como objetivo determinar qué elementos serían vulnerables a sufrir efectos adversos por la manifestación de una amenaza. Para esto, se identificaron tanto los elementos vulnerables del proyecto, cómo los elementos de los medios que potencialmente podrían afectarse por contingencias durante la construcción y operación del proyecto.

#### **11.1.3.4.1.5.5 Estimación de la probabilidad de ocurrencia**

Se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del proyecto y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realizó la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 11.3.

**Tabla 11.3 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas**

Puntos	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia casos
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia muy alta y reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia alta, se presenta varias veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.5.6 Identificación y análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; en la Tabla 11.4 se muestran los niveles establecidos por la metodología para la clasificación de las consecuencias.

##### 11.1.3.4.1.5.6.1 Niveles de consecuencias

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evaluaron de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos económicos, ambientales y sociales (se involucró la imagen institucional y percepción sobre la empresa en el análisis). En la Tabla 11.4 se muestran los criterios utilizados.

**Tabla 11.4 Criterios para la calificación de vulnerabilidad**

Nivel	Puntos	Descripción de elementos vulnerables			
		Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Materiales*	Imagen
Muy alto	5	Una o Más fatalidades	Contaminación irreparable	Catastrófica > o = 20%	Internacional
Alto	4	Incapacidad permanente (Parcial o total)	Contaminación mayor	Grave Entre el 10% y el 20%	Nacional
Medio	3	Incapacidad temporal (>1 día)	Contaminación localizada	Severo Entre el 5% y el 10%	Regional
Bajo	2	Lesiones leves	Efecto menor o leve	Importante Entre el 3% y el 5%	Local
Muy Bajo	1	Ninguna lesión	Ningún efecto	Marginal < 3%	Al interior de la empresa

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016, adaptado de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).\*  
 Porcentajes con relación al presupuesto total de la obra a ejecutar.

#### 11.1.3.4.1.5.6.2 Nivel de amenaza

El nivel de amenaza hace referencia a la relación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante y las consecuencias potenciales del mismo sobre los elementos vulnerables. Para identificar el nivel de amenaza se aplicó la Ecuación 11-1.

#### Ecuación 11-1 Estimación del nivel de amenaza

$$\left( \frac{\text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}}{25} \right) \times 100 = \text{Nivel de Amenaza}$$

Con el fin de interpretar los resultados de la ecuación anterior, se realizó una categorización de los niveles de amenaza, dando como resultados los cinco (5) niveles mostrados en la Tabla 11.5.

**Tabla 11.5 Niveles de amenaza**

Nivel	Puntos	Descripción
Muy alto	5	Amenazas con muy alta probabilidad de ocurrencia y consecuencias altamente significativas. Valores entre el 81% y el 100%
Alto	4	Amenazas con alta probabilidad de ocurrencia y consecuencias significativas. Valores entre el 61% y el 80%
Medio	3	Amenazas con probabilidad moderada de ocurrencia y consecuencias moderadas. Valores entre el 36% y el 60%
Bajo	2	Amenazas con probabilidad baja de ocurrencia y consecuencias baja. Riesgo entre el 11% y el 35%
Muy Bajo	1	Amenazas con probabilidad muy baja de ocurrencia y sin consecuencias. Valores menores o iguales al 10%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.5.6.3 Nivel de exposición

Finalmente para determinar el nivel de riesgo se tuvo en cuenta el nivel de exposición entre las amenazas y los elementos vulnerables. Los rangos establecidos para este se presentan en la Tabla 11.6.

**Tabla 11.6 Criterios para calificar la exposición**

Nivel de exposición	
Clasificación	Descripción

4	Permanente	El elemento amenazante está presente en todo momento o muchas veces en un día.
3	Frecuente	El elemento amenazante está presente con frecuencia o varias veces en la semana.
2	Ocasional	El elemento amenazante está presente ocasionalmente o varias veces al mes.
1	Esporádico	El elemento amenazante no se presenta casi nunca.

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

#### 11.1.3.4.1.5.7 Análisis del nivel de riesgo

Con el fin de categorizar los escenarios de riesgo identificados, se utilizó el nivel de amenaza y el nivel de exposición para identificar el nivel de riesgo que representa cada escenario, aplicando la relación que se muestra en la Tabla 11.7.

La categorización de los diferentes escenarios de riesgo permitió establecer el marco para desarrollar los lineamientos para la reducción del riesgo y las medidas a tener presente para el manejo de un eventual incidente.

**Tabla 11.7 Determinación del nivel de riesgo**

Nivel de amenaza		Nivel de exposición			
		Permanente 4	Frecuente 3	Ocasional 2	Esporádico 1
Muy alto	5	MA	A	A	M
Alto	4	A	A	M	B
Medio	3	M	M	B	MB
Bajo	2	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 11.8.

**Tabla 11.8 Definición del nivel de riesgo**

Nivel	Interpretación
Muy Alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia si se desarrolla o no la actividad.
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Nivel	Interpretación
Muy Bajo	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 Modificado de (ECOPETROL, 2012)

#### 11.1.3.4.1.6 Identificación y clasificación de amenazas

De acuerdo al contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia del proyecto se elaboró una lista potencial los eventos amenazantes y se clasificaron de acuerdo al origen de los mismos:

**Amenazas de origen interno (endógenas):** Son las amenazas que se pueden presentar por el desarrollo de las actividades (rutinarias, no rutinarias y de emergencia<sup>1</sup>) relacionadas con la ejecución del proyecto que tienen el potencial de afectar tanto la integridad del personal que hace parte del proyecto, cómo a la comunidad asentada en el área de influencia, la infraestructura física del proyecto y/o las características bióticas y/o abióticas comprendidas en el área de influencia del proyecto.

**Amenazas de origen externo (exógenas):** Son las amenazas ocasionadas por factores externos al proyecto que podrían afectar tanto la integridad del personal que hace parte del proyecto cómo la infraestructura del mismo.

##### 11.1.3.4.1.6.1 Amenazas internas

En la Tabla 11.9 se presentan las amenazas internas identificadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

<sup>1</sup> De acuerdo a la norma OHSAS 18002:2008 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008) los procesos de identificación de peligros podrían partir del análisis de ese tipo de actividades. Las actividades rutinarias son las que se realizan frecuentemente y que adicionalmente están directamente relacionadas con el desarrollo del objeto social de la empresa. Las no rutinarias se realizan inusualmente en ocasiones por que son poco relevantes, no están relacionadas con el objeto social de la empresa o definitivamente son de una frecuencia irregular, esto quiere decir que no son cíclicas, no están determinadas cronológicamente y no obedecen a una condición o necesidad prevista por la empresa (ARL Sura, 2015). La emergencia se considera una situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una compañía, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo (SNGRD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres).

**Tabla 11.9 Amenazas endógenas**

Amenaza	Evento Amenazante	Consolidado Eventos Amenazantes		Descripción
		ID*		
<b>Falla eléctrica</b>	Incendios / Explosiones	A.	Incendios / Explosiones	Un incendio o una explosión se pueden producir por la combustión de líquidos, gases o materiales combustibles que entran en contacto con una fuente de energía inicial.
	Accidentes laborales			El evento se podría presentar por el inadecuado manejo, almacenamiento o disposición de sustancias inflamables o combustibles durante la etapa de construcción. Adicionalmente podría presentarse por la manipulación inadecuada de plantas de energía eléctrica (subestaciones principalmente) o cortos circuitos en las redes del sistema eléctrico. Así mismo, de usarse explosivos en el proceso de excavado del túnel, o en la fractura de rocas podrían presentarse contingencias en las cuales se generen explosiones no controladas poniendo en riesgo la integridad del personal.
<b>Falla mecánica</b>	Derrames	B.	Derrames	Un derrame en la etapa de construcción podría presentarse por una falla mecánica en las unidades de almacenamiento de combustibles o aceites usados en la maquinaria, vehículos o unidades de generación eléctrica, o una falla en la manipulación, transporte o almacenamiento de dichos productos.
	Accidentes de tránsito			
<b>Falla en la operación</b>	Accidentes laborales	C.	Accidentes laborales	De acuerdo al Decreto 1295 de 1994, un accidente de trabajo es: <i>“todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.</i>
	Derrames			<i>Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar y horas de trabajo.</i>
				<i>Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los</i>

Amenaza	Evento Amenazante	Consolidado Eventos Amenazantes		Descripción
		ID*		
				<p><i>trabajadores desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador”.</i></p> <p>Durante la fase constructiva se verán involucrados un número considerable de trabajadores entre personal calificado y no calificado que podría manipular o circular por áreas donde se esté operando maquinaria, equipos pesados y herramientas, lo cual incrementará la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos.</p>
	Accidentes de tránsito	D.	Accidentes de tránsito	<p>De acuerdo al Decreto 056 de 2015, un accidente de tránsito es un “<i>suceso ocurrido dentro del territorio nacional, en el que se cause daño en la integridad física o mental de una o varias personas, como consecuencia del uso de la vía por al menos un vehículo automotor</i>”.</p>
	Accidentes laborales			<p>Durante la construcción se requerirá la movilización y transporte de materiales, personal, equipos y maquinaria; adicionalmente, durante la operación el tráfico vehicular se podría incrementar y por ende aumentar la probabilidad de este tipo de eventos.</p>
	Afectación de infraestructura petrolera	E.	Afectación de infraestructura petrolera	<p>Durante la construcción se presentan ubicaciones puntuales donde se evidencia cercanía de un ZODME con infraestructura de hidrocarburos en este caso un ducto (para el transporte de fluidos).</p>
	Abatimiento del nivel freático	F.	Abatimiento del nivel freático	<p>En la etapa de construcción de túneles se puede presentar la amenaza de abatimiento del nivel freático, en las formaciones que presenten vulnerabilidad.</p>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

\* ID: Corresponde a la simbología utilizada para la identificación de los elementos establecidos.

#### 11.1.3.4.1.6.2 Amenazas externas

A continuación se presentan las amenazas externas identificadas en el área de influencia del proyecto.

##### 11.1.3.4.1.6.2.1 Origen natural

Como parte de las amenazas externas de origen natural se tienen las siguientes:

### 11.1.3.4.1.6.2.1.1 Sismicidad y tectonismo

La amenaza por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), considera valores de PGA ( $\text{cm/s}^2$ ) en un rango desde 50 – 250 PGA. (Tabla 11.10)

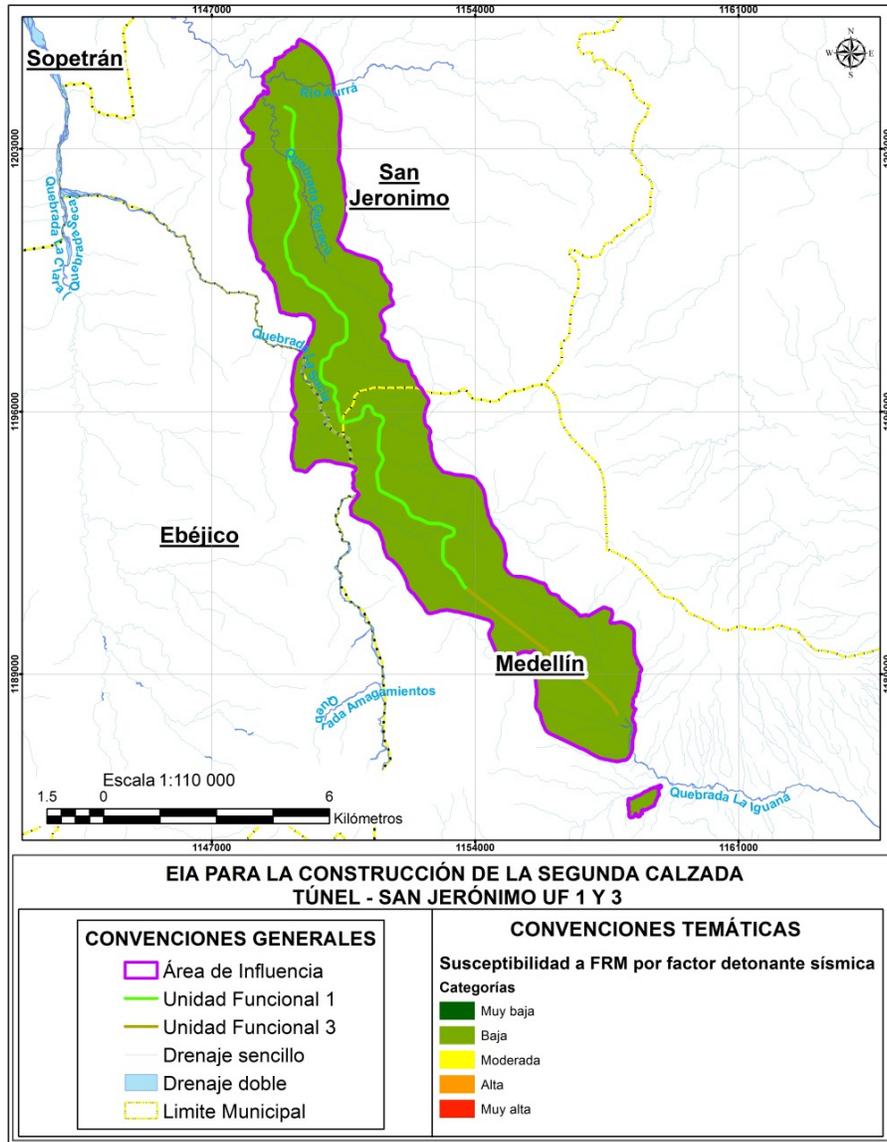
**Tabla 11.10 intervalos de categorías de sismicidad**

Unidad Cartográfica de Parámetro ( UCP)	Peso	Susceptibilidad
0 – 50 PGA ( $\text{cm/s}^2$ )	1	Muy baja
50 – 100 PGA ( $\text{cm/s}^2$ )	2	Baja
100 – 250 PGA ( $\text{cm/s}^2$ )	3	Moderada
250 – 350 PGA ( $\text{cm/s}^2$ )	4	Alta
>350 PGA ( $\text{cm/s}^2$ )	5	Muy alta

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En la Figura 11.2 se presenta el mapa de amenaza sísmica para el AII, donde se evidencia que esta se ubica en su totalidad en amenaza sísmica baja.

**Figura 11.2 Amenaza Sísmica**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

### 11.1.3.4.1.6.2.1.2 Amenaza geotécnica

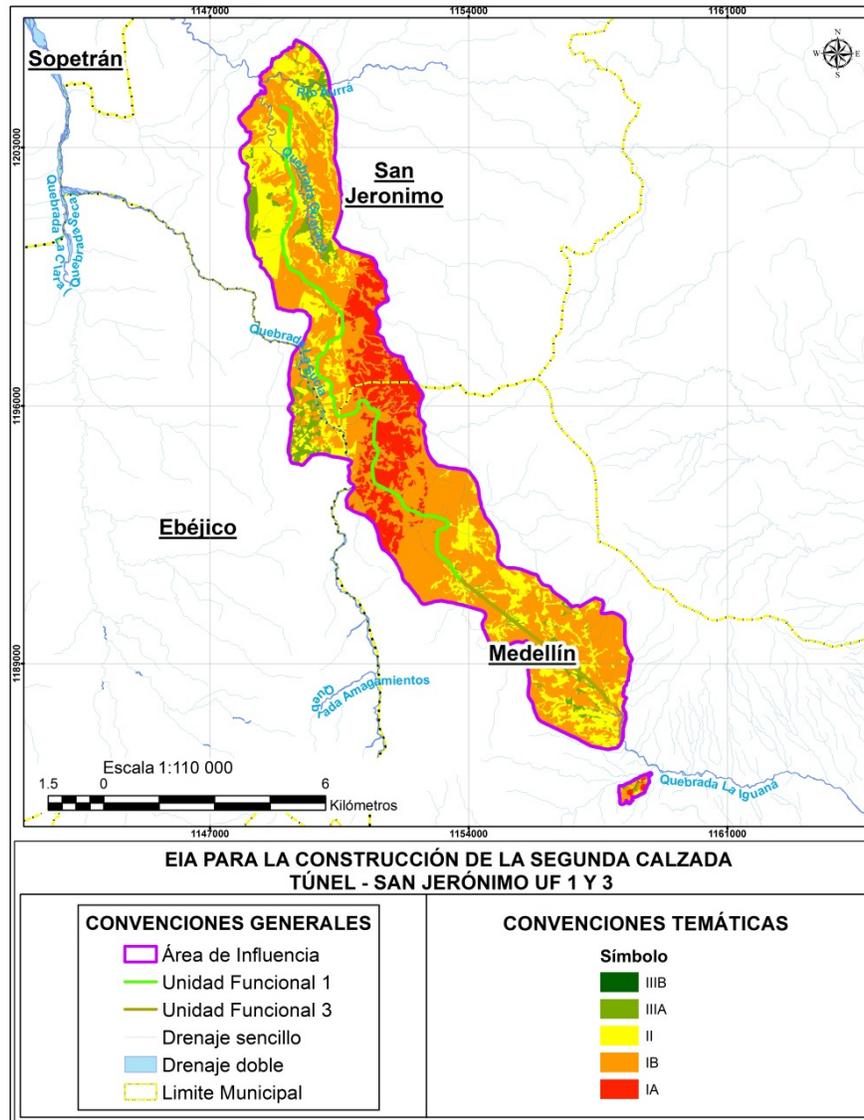
En el desarrollo de este documento (numeral 5.1.9) se presenta la evaluación de amenaza geotécnica en el AII, cuyo resultado es un mapa de áreas homogéneas de amenaza geotécnica, que indican la potencial afectación del terreno por inestabilidad geotécnica, de acuerdo con la valoración establecida en la Tabla 11.11. La Figura 11.3 muestra los resultados de zonificación del AII por amenaza geotécnica.

**Tabla 11.11 Categorías de amenaza Geotécnica**

Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Peso
6 – 9	IIIB	Muy Baja	1
10 – 12	IIIA	Baja	2
13 – 18	II	Moderada	3
19 – 24	IB	Alta	4
>25	IA	Muy Alta	5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Figura 11.3 Amenaza Geotécnica**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

### 11.1.3.4.1.6.2.1.3 Inundación

Las inundaciones son fenómenos producidos por el aumento de caudales con desborde del cauce normal de los cuerpos de agua, ocurren en época de lluvias y afecta especialmente las zonas de bajas topográficas y planicies, tienen una dinámica específica en el año de acuerdo con el comportamiento hidrológico de la zona.

En el área de estudio la susceptibilidad de inundación está asociada a relieves de terrazas y barras longitudinales, áreas próximas a los cauces e influenciadas por las precipitaciones en el área y zonas altas de la región.

El estudio referente a nivel nacional y de mayor relevancia fue realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, para evaluar la susceptibilidad a inundación en todo el territorio nacional a escala 1:100.000. Para esto, el instituto tomó como línea base los meses de octubre y diciembre de 2001 (condiciones meteorológicas normales) para realizar los análisis espaciales, acompañados de fotointerpretación para zonificar el territorio nacional en zonas inundables periódicamente (por recurrencia de eventos), zonas inundadas (cota alcanzada durante el fenómeno de la Niña 2010 – 2011) y zonas susceptibles a inundación (extraídas con base en el análisis de sistemas morfogénicos del territorio nacional en el año 2010 (IDEAM, 2012).

La amenaza por inundación se presenta principalmente en los paisajes de planicie aluvial, estas inundaciones se dan en épocas de lluvias intensas y continuas, presentadas según su régimen bimodal entre los meses de abril - junio y septiembre- noviembre, sin desconocer encharcamientos en estas áreas durante la época seca.

Para el estudio de zonificación de esta amenaza se tuvieron en cuenta dos aspectos relacionados con la geomorfología de los terrenos del área de influencia del Proyecto, que corresponden al Paisaje y las Unidades Geomorfológicas. La valoración de susceptibilidad a inundaciones por características geomorfológicas, se realizó con base en los criterios que se establecen en la Tabla 11.12, donde 1 corresponde a muy baja susceptibilidad y 5 a muy alta. La Tabla 11.13 muestra la calificación del territorio, aplicando los mencionados criterios.

**Tabla 11.12 Intervalos y categorías de amenaza por inundaciones**

Valor	Amenaza por inundaciones
1	Muy Baja
2	Baja
3	Moderada
4	Alta
5	Muy Alta

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Tabla 11.13 Valores de susceptibilidad a inundaciones por características geomorfológicas**

Z. Geoestruct	Prov. Geom	Unidad geomorfológica	Subunidad geomorf.	Componente geomorfológico	Símbolo	Calificación por inundación			
Cordillera	Cordillera Central	Montañas (M)	Denudativas (E)	Filas y Vigas (1)	Laderas (01)	ME1-01	1		
					Valles estrechos aluviales y/o coluvio aluviales (12)	ME1-12	2		
					Coluvio de remoción (03)	ME1-03	1		
			Denudativas estructurales (O)	Filas y Vigas (1)	Laderas (01)	MO1-01	1		
					Valles estrechos aluviales y/o coluvio aluviales (12)	MO1-12	2		
					Coluvio de remoción (03)	MO1-03	1		
		Estructurales denudativas (S)	Espinazo (2)	Coluvio de remoción (03)	MS2-03	1			
				Ladera estructural (04)	MS2-04	1			
				Valles estrechos aluviales y/o coluvio aluviales (12)	MS2-12	2			
		Cordillera	Cordillera Central	Piedemonte (P)	Denudativa estructural (O)	Lomas y colinas (3)	Lomerío (05)	PO3-05	1
							Laderas estructurales (13)	PO3-13	1
					Aluvio diluvial (U)	Abanicos aluviales (4)	Cuerpo y base de abanico aluvial (07)	PU4-07	2
Abanico terraza (08)	PU4-08						1		
Coluvial (C)	Coluvio de remoción (5)				Cono coluvial (09)	PC5-09	1		
Aluvial (A)	Terrazas aluviales (6)				Nivel de terraza 0 (10)	PA6-10	3		
				Nivel de terraza 1 (11)	PA6-11	2			
	Valle aluvial (7)			Valle estrecho aluvial (12)	PA7-12	3			
Vega inundable (14)				PA7-14	4				
				Sobre vega (15)	PA7-15	3			
	Lleno antrópico			LLA	1				
	Cuerpos de agua			CA	No aplica				

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016 Elaborado a partir del mapa de geomorfología del proyecto.

Se definió como factor detonante de las inundaciones a la precipitación, la razón es que ocurren siempre está asociada al incremento de los caudales superficiales de las fuentes de agua y la posibilidad de desbordamiento de los cauces, trayendo como consecuencia dicho fenómeno natural.

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 5, donde 1

corresponde a la condición más favorable y 5 representa la condición más desfavorable, en la Tabla 11.14.

**Tabla 11.14 Categorías de evaluación para la precipitación total anual en las cuencas de la zona de estudio**

Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
<1600	Muy Baja	1
1600 - 2000	Baja	2
2000 - 2200	Moderada	3
2200 - 2400	Alta	4
> 2400	Muy Alta	5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La evaluación de la amenaza por inundación se definió así:

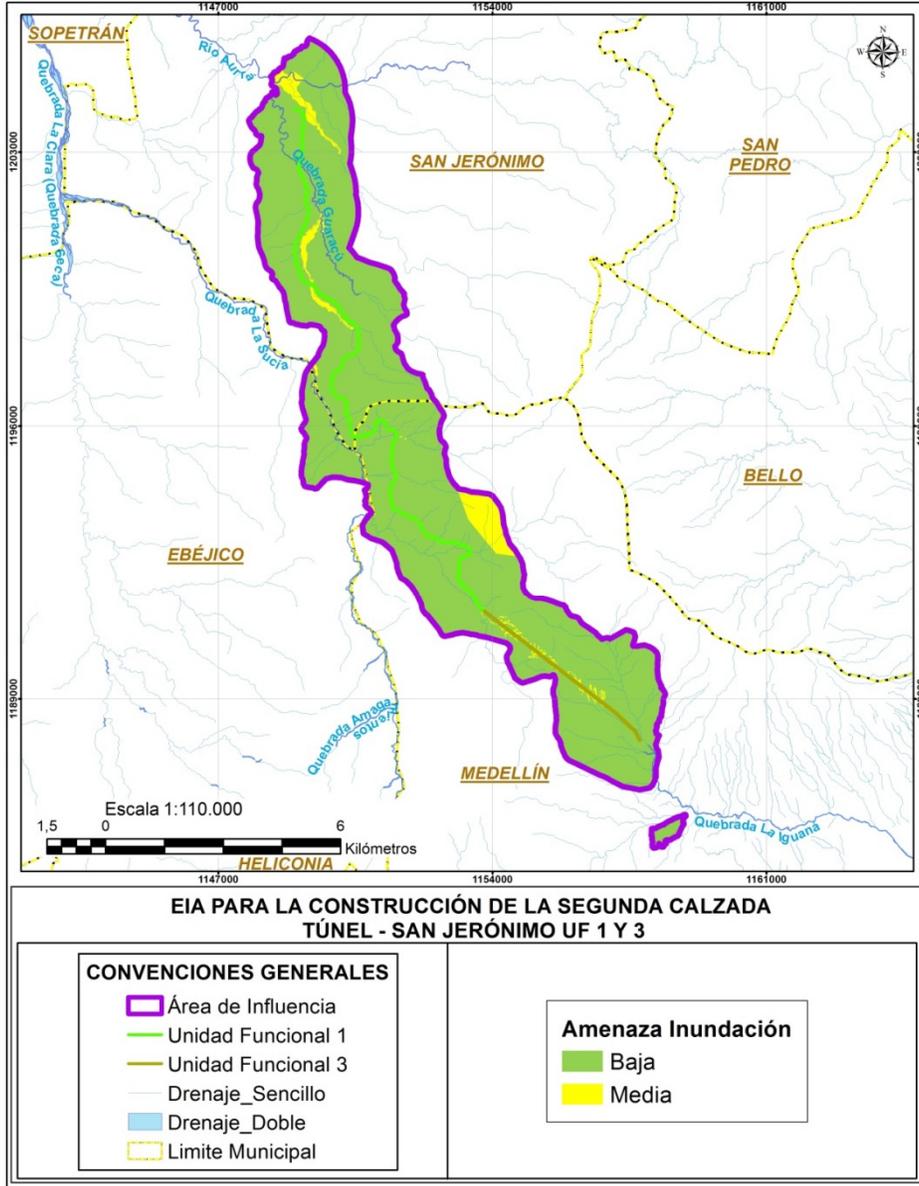
$$AI = (0.7 * SG) + (0.3 * P)$$

Dónde:

AI= Amenaza por inundación.  
 SG= Susceptibilidad geomorfológica por paisaje y relieve  
 P= Calificación por precipitación.

En la Figura 11.4 se presenta la distribución espacial de la susceptibilidad a la inundación.

**Figura 11.4 Amenaza por inundación en el área de influencia del proyecto**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2015

De acuerdo con los resultados obtenidos, se elaboró la Tabla 11.15, donde se presentan los resultados de las áreas clasificadas según el nivel de amenaza por inundación dentro del área de influencia indirecta, encontrándose que el 94.91% del área se encuentra en zonas de amenaza baja.

**Tabla 11.15 Amenaza por inundación**

Amenaza por Inundación	Área de Influencia Indirecta	
	Área (ha)	%
Baja	5078.30	94.91
Moderada	272.19	5.09
Total	5350.49	100.00%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Según reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), se registran eventos de inundación para algunos de los municipios que hacen parte del área de estudio del proyecto, presentándose 3 eventos entre el año 2009 al 2015 (Ver Tabla 11.16).

**Tabla 11.16 Consolidado de atención de emergencias para los eventos de inundación presentados durante los años 2009 – 2015 para el área de estudio**

Fecha	Departamento	Municipio
03/12/2013	Antioquia	Medellín
03/09/2013	Antioquia	Ebejico
22/05/2013	Antioquia	Medellín

Fuente: (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, 2016)

#### **11.1.3.4.1.6.2.1.4 Avenidas Torrenciales**

El sistema torrencial consta de tres partes, una que produce, otra que traslada y la tercera que recibe los detritos. Dicho sistema está íntimamente relacionado no solo con la producción de flujos de detritos, sino con las zonas de comienzo y transporte de avalanchas de suelo y roca en picos nevados de las cordilleras así como zonas propensas a procesos de remoción en masa adyacentes a corrientes de agua. La comprensión de esta unidad natural es fundamental para la evaluación de riesgos de montaña.

La evaluación de la amenaza por avenidas torrenciales se llevó a cabo distinguiendo los cursos de aguas principales, secundarios y menores, en los que eventualmente pueden desencadenarse este tipo de procesos o en los que ya ha sucedido, de cartografía IGAC a escala 1:25.000.

El cálculo del grado de amenaza se hizo de manera semicuantitativa, por medio de la definición de variables geoambientales relacionadas con este tipo de amenaza, y la ponderación por pesos relativos de cada una de las variables siguiendo procedimientos de zonificación por medio de sistemas de evaluación numérica y superponiendo las temáticas relacionadas en dicha evaluación, tales como la morfometría de las cuencas involucradas, la precipitación y tiempos de concentración del área de influencia.

Los criterios utilizados para la selección de los parámetros, corresponden a planteamientos

prácticos preestablecidos, de fácil observación en el campo y con un alto grado de representatividad en cuanto a indicadores de potencialidad torrencial se refiere.

A continuación se presenta la descripción de las variables que se utilizaron para la evaluación semicuantitativa de ésta amenaza en el área de influencia del proyecto.

### Precipitación

Es un factor de gran importancia para determinar la potencialidad torrencial que presentan los cursos de agua y las cuencas aferentes, ya que constituye un agente activador de fenómenos torrenciales.

El caudal de las crecientes, y su capacidad erosiva, es incrementado por el caudal sólido de los materiales que arrastran, producto entre otros de la erosión superficial, del lavado de los deslizamientos someros y de la erosión de orillas en un proceso que da lugar a las avenidas torrenciales.

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, las unidades de estabilidad relativa, esto permitió homogenizar los diversos parámetros para posteriormente analizarlos; cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 5, donde 1 corresponde a la condición más favorable y 5 representa la condición más desfavorable (ver Tabla 11.17).

**Tabla 11.17 Categorías de evaluación para la precipitación total anual el área de influencia del proyecto**

Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
<1600	Muy Baja	1
1600 - 2000	Baja	2
2000 - 2200	Moderada	3
2200 - 2400	Alta	4
> 2400	Muy Alta	5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

### Densidad de drenaje

La densidad de drenaje fue definida por Horton (1.932) como la longitud de los canales (L) por unidad de área(A). Se reconoce que la densidad de drenaje es un valioso indicador de las relaciones entre clima, vegetación y la resistencia del substrato rocoso o edáfico a la erosión.

Este parámetro constituye un elemento indicativo de las causas o agentes que contribuyen a la integración de la red hídrica. Para el asunto en consideración, es necesario tener en cuenta que durante el transcurso, o con posterioridad más o menos inmediata a los períodos de precipitaciones, escurre por la superficie de la cuenca una cantidad de agua que al ir

encauzándose en los diferentes tributarios, termina por concentrarse en el colector, configurando así un sistema hidrográfico.

El resultado de esta operación permite clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías que se describen en la Tabla 11.18.

**Tabla 11.18 Categorías de evaluación para la Densidad de drenaje en el área de influencia del Proyecto**

Rangos Densidad de drenajes(Km/Km <sup>2</sup> )	Valoración	Valoración
<2.0	1	Muy Baja
2.0–2.7	2	Baja
2.7–5.5	3	Moderada
5.5–7.0	4	Alta
>7.0	5	Muy Alta

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

### Tiempos de Concentración, Tc

El tiempo de concentración es el tiempo que tardaría una gota de agua en recorrer la longitud desde el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca, hasta el lugar de medición. Los tiempos de concentración son calculados a partir de las características físicas de la cuenca, las cuales son: pendientes, longitudes, elevaciones medias y área de la cuenca. Es de notar que todas las fórmulas tienen factores de corrección que aplican según la cobertura de la cuenca (German Monsalve, 1.999: p.180).

Según Verstappen (1.983) es uno de los parámetros más importantes para determinar caudal pico, y es indicativo del grado de erodabilidad de los suelos y rocas, porcentaje de erosión y de las condiciones climáticas imperantes en la cuenca. Es un factor que depende de las características físicas de las rocas, capacidad de infiltración, cobertura vegetal, topografía y ciclos de erosión-depositación. Si se relaciona con la morfometría de la cuenca, elevados valores de densidad de drenaje, indican el predominio del escurrimiento sobre la infiltración, bajo almacenamiento subsuperficial y subterráneo, rocas o sedimentos de texturas finas de relativamente baja permeabilidad y elevada susceptibilidad a la erosión. Sus efectos teóricos sobre un hidrograma indican tiempos de concentración cortos.

Se asignaron valores entre 1 y 5 a cada rango de tiempos de concentración calculados para las cuencas menores identificadas en el área El resultado de esta operación permite clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías que se describen en la Tabla 11.19.

**Tabla 11.19 Categorías de evaluación para el tiempo de concentración en el área de influencia del Proyecto**

Rango de Tiempo de Concentración (min)	Valoración	Valoración
--	------------	------------

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>		
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
	<b>VERSIÓN 0.1</b>		

> 240	1	Muy Baja
240 - 60	2	Baja
60 - 15	3	Moderada
15 - 5	4	Alta
< 5	5	Muy Alta

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

- **Categorización de la amenaza por avenidas torrenciales**

La evaluación de la amenaza por avenidas torrenciales está definida de la siguiente manera:

$$\text{Amenaza Torrencial (AT)} = 0.4P + 0.4Tc + 0.2Dd$$

Dónde:

AT=Amenaza por avenidas torrenciales.

P=Nivel de amenaza según la precipitación media total anual

Tc= Nivel de amenaza según el tiempo de concentración

Dd=Nivel de amenaza según la densidad de drenaje.

Se asignaron diferentes categorías de evaluación a los rangos de precipitación media anual, las clases morfométricas medidas como densidad de drenaje y el tiempo de concentración, esto permitió homogenizar los diversos parámetros para posteriormente analizarlos; cada categoría está compuesta por un dígito numérico que va del 1 al 5, donde 1 corresponde a la condición más favorable y 5 representa la condición más desfavorable.

Con la ponderación de estos parámetros en la Tabla 11.20, se presentan los intervalos para la categorización y grado de amenaza por avenidas torrenciales.

**Tabla 11.20 Intervalos y categorías de la amenaza por avenidas torrenciales**

Rango de Valoración de la variable AT	Categoría
0-1	Muy Baja
1-2	Baja
2-3	Moderada
3-4	Alta
4-5	Muy Alta

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El significado de cada uno de estos rangos a raíz de los eventos de torrencialidad se indica en la Tabla 11.21.

**Tabla 11.21 Tipos de amenaza por avenidas torrenciales en las cuencas del área de influencia del Proyecto**

Nivel de Amenaza	Rango	Descripción
------------------	-------	-------------



Agencia Nacional de Infraestructura



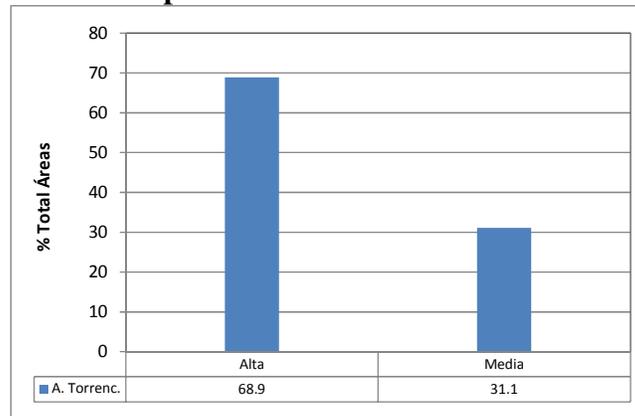
MinTransporte  
Ministerio de Transporte

0-1	Muy Baja	Son áreas que tienen poca o baja activación como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.
1-2	Baja	Son áreas que se activan como respuesta a lluvias de larga duración cubriendo zonas extensas. Generalmente, son los interfluvios y drenajes de primer orden que drenan directamente al río principal de la cuenca.
2-3	Moderada	Presentan una cobertura vegetal variada desde los bosques hasta cultivos, potencialmente inestables por movimientos en masa, pendiente, procesos erosivos y crecientes de los cursos de agua; poseen una respuesta hidrológica moderadamente rápida. Generalmente presentan crecidas en las épocas de mayor precipitación.
3-4	Alta	Áreas potencialmente inestables por pendiente y movimientos en masa; poseen una respuesta hidrológica rápida con una cobertura del suelo que incluye matorrales, asociación de cultivos y pastizales y pastizales naturales. Generalmente presentan crecidas en periodos lluviosos.
4-5	Muy Alta	Áreas caracterizadas por presentar fuertes precipitaciones y condiciones de humedad antecedentes altos, con predominio de cultivos, pastizales y vegetación arbustiva. En áreas inestables y potencialmente inestables que responden rápida y violentamente a lluvias de alta intensidad y corta duración, pueden generar crecidas torrenciales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

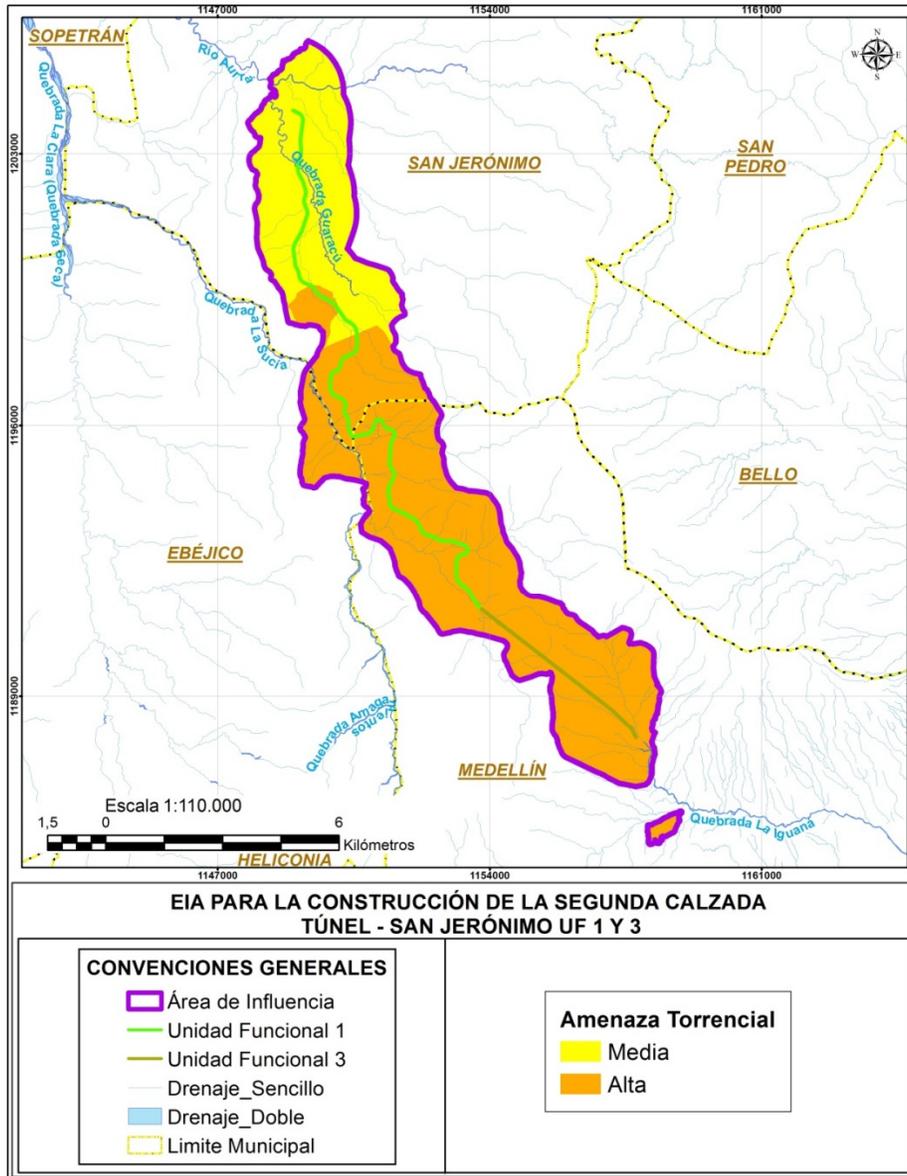
La Figura 11.5 muestra que el 68.9% del AII se localiza en zonas de alta amenaza a la torrencialidad; mientras el 31.1 % corresponde a amenaza media o moderada y en la Figura 11.6 se presentan las zonas de amenaza por avenidas torrenciales en el área de influencia del Proyecto.

**Figura 11.5 Proporción de área amenaza torrencialidad**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

**Figura 11.6 Amenaza por avenidas torrenciales**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

#### 11.1.3.4.1.6.2.1.5 Vendavales

En Colombia, uno de los países más vulnerables a los desastres naturales, siempre se habla de incendios forestales, inundaciones o deslizamientos, incluso, de pueblos en crisis dada la sequía. Pero el país también se está consolidando, para preocupación de las autoridades, como un país de vendavales, las cuales se manifiestan como ráfagas de viento que aparecen de la nada, destruyendo techos, redes eléctricas, postes de energía, etc.

Los vendavales se producen cuando ondas tropicales que son impulsadas por los vientos

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

alisios, en lugar de seguir hacia el mar Caribe o el golfo de México, se desvían hacia el continente, para tocar principalmente departamentos de la Costa. Otros vientos que impulsan vendavales en el interior llegan desde Brasil.

Los vendavales son frecuentes en días muy calurosos y soleados que, de manera abrupta, son interrumpidos después del mediodía por la presencia de nubes de gran tamaño (cumulonimbos) que traen lluvias y que se convierten en el principal combustible de esas fuertes corrientes de viento. Generalmente se presentan acompañados de tormentas eléctricas.

Según reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), se registra un evento de vendaval con algún tipo de consecuencia para el municipio de Medellín de acuerdo a los reportes del año 2006 al 2016 (Ver Tabla 11.22), en el caso del municipio de San Jerónimo no se presenta reporte de eventos. Acorde con lo anterior se considera que la amenaza por vendavales es muy baja dado que la exposición se cataloga como esporádica.

**Tabla 11.22. Vendavales registrados entre los años 2006 y 2016 para el área de estudio**

Fecha	Departamento	Municipio	Personas Fallecidas	Personas Afectadas	Familias Afectadas.	Viviendas Averiadas	Consecutivo
19/05/2013	Antioquia	Medellín	1				2013-1839

Fuente: (UNGRD, 2016)

#### 11.1.3.4.1.6.2.1.6 Tormentas eléctricas

En condiciones meteorológicas excelentes, la atmósfera transporta una carga neta positiva, lo cual implica una correspondiente carga negativa sobre el suelo. Se acostumbra asignar al suelo un potencial eléctrico cero. Las mediciones del potencial eléctrico de la atmósfera indican que éste aumenta con la altura, lo cual se denomina gradiente de potencial; igualmente, este gradiente se incrementa con fenómenos de bruma, niebla o nubes y puede producir rupturas eléctricas atmosféricas, una chispa eléctrica o relampagueo. Como consecuencia, en regiones que presentan buen tiempo la diferencia de potencial entre la Tierra y las capas atmosféricas ionizadas de gran conductividad, ubicadas de 50 km y a mayor altura, es de cientos de miles de voltios.

El mecanismo de sustentación del campo eléctrico atmosférico está basado en la actividad de tormentas y por tanto, este campo es un proceso y no una condición de la atmósfera. Las nubes convectivas de tormenta (cumulonimbus), son los generadores eléctricos que producen cargas eléctricas de ambas polaridades, como una distribución típica. A fin de conocer y caracterizar el comportamiento de la actividad eléctrica atmosférica de una

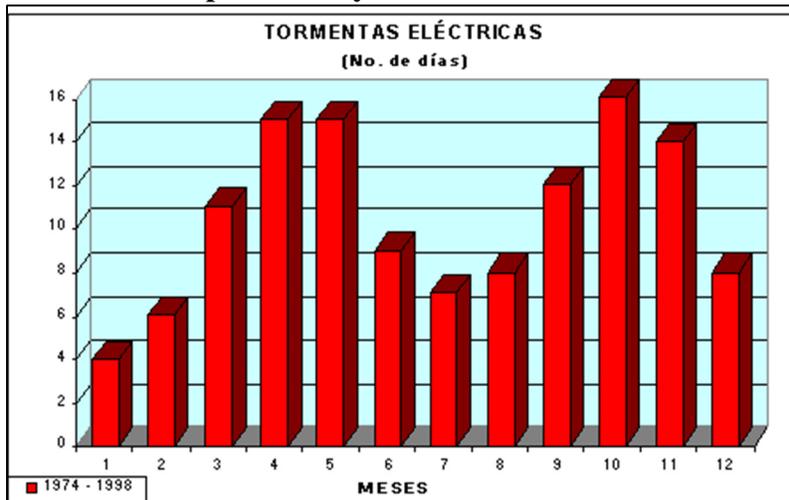
región, fue aceptado y utilizado un parámetro universal que se denomina Nivel Cerámico<sup>2</sup>.

La ocurrencia de la actividad eléctrica atmosférica durante el año, varía considerablemente tanto de una región a otra, como también de un mes a otro, esto debido a la influencia de varios factores como: el relieve, elevación, latitud, distribución de tierras y mares, radiación solar, pero principalmente por los efectos originados debido a la circulación y sistemas sinóticos de la atmósfera.

El comportamiento de los niveles cerámicos en Colombia se presenta en la Figura 11.8 en la cual se puede observar el número promedio de días al cabo del año en los que hay tormenta. Se considera día con tormenta a aquel en el que al menos se oye un trueno. Para el caso de Medellín se cuenta con la información registrada por la estación del IDEAM localizada en el Aeropuerto Olaya Herrera, la cual reporta que los meses de octubre, abril y mayo son los que registran mayor número de días de tormentas eléctricas de acuerdo a información recopilada entre 1974 y 1998. (Ver Tabla 11.3Figura 11.7)

Por otro lado, de acuerdo a los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), en los últimos diez años (2006-2016) no se han registrado tormentas eléctricas en los municipios de Medellín y San Jerónimo que hayan tenido como consecuencia afectaciones a la población o a la infraestructura, por lo anterior, se considera que la amenaza es muy baja dada la baja afectación y la exposición ocasional.

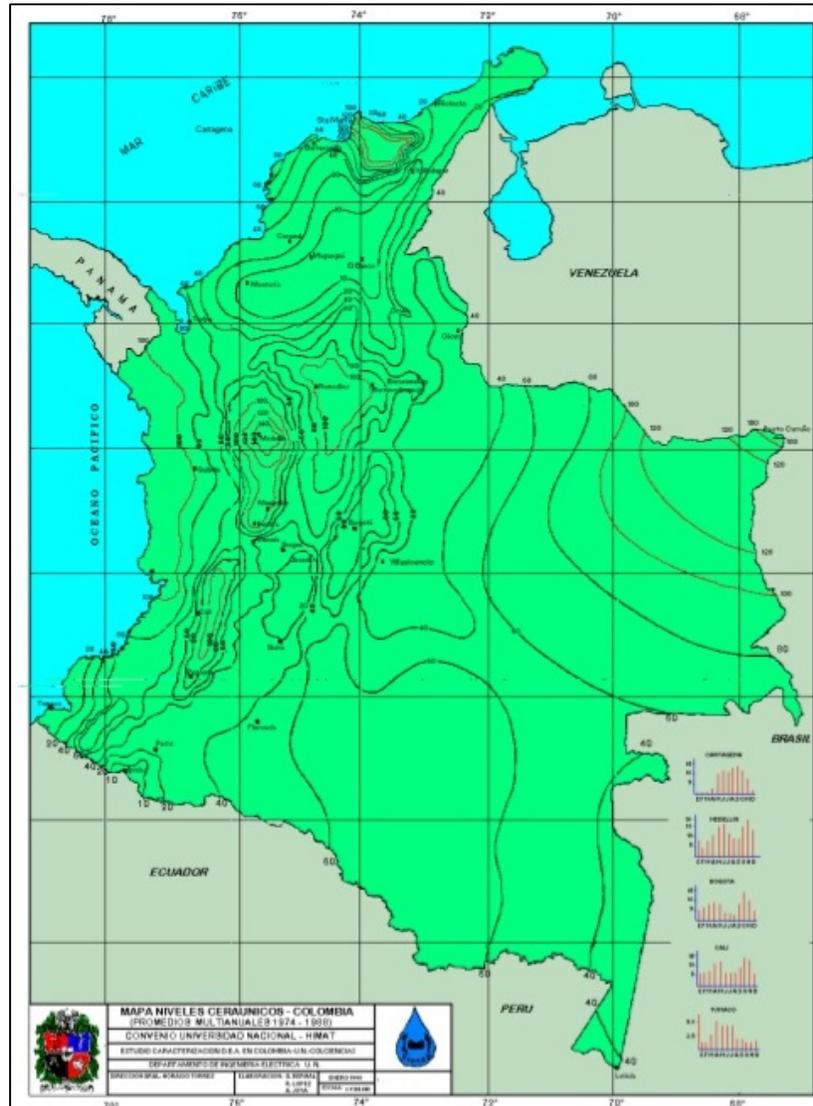
**Figura 11.7. Distribución media mensual de tormentas eléctricas- nivel cerámico Aeropuerto Olaya Herrera de Medellín**



Fuente: IDEAM, 2016.

**Figura 11.8. Mapa de niveles isocerámicos de Colombia**

<sup>2</sup> BERNAL G. Germán. TORRES Horacio. et al. Avances en el Conocimiento de Descargas Eléctricas Atmosféricas en Colombia para Aplicaciones en Ingeniería. Universidad Nacional. Bogotá, 1990.



Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC4552

### 11.1.3.4.1.6.2.1.7 Incendios forestales

La alta diversidad biológica, la sostenibilidad de los recursos agua y suelo, así como algunas actividades humanas se ven afectadas en Colombia de forma notoria por los incendios. Este fenómeno se presenta de manera recurrente en gran parte del país, en especial durante los periodos secos prolongados, durante los cuales los ecosistemas tropicales húmedos y secos pierden parte de los contenidos de humedad superficial e interior, incrementando sus niveles de susceptibilidad y amenaza hacia la combustión de la biomasa vegetal que los compone (IDEAM, 2016).

Entre los riesgos más frecuentes en los entornos naturales y antrópicos se destacan los derivados de los incendios de la cobertura vegetal, su recurrencia además de poner en grave peligro a personas y bienes, puede afectar gravemente a la cobertura vegetal provocando efectos indeseables como la pérdida de biodiversidad, la erosión de suelos, severos procesos de desertificación, merma de recursos hídricos, colmatación de embalses e inundaciones, entre otros (IDEAM, 2011). El tiempo y el clima actúan sobre el material combustible, tanto en la ignición como en la propagación de los incendios forestales. Generalmente, el combustible (pasto, rastrojo, matorrales o bosques secos) arde o hace ignición según sus condiciones de humedad. Así, un rayo puede iniciar la ignición del material (Latham, Williams, Johnson, & Miyanski, 2001); una lluvia, reducirlo; el viento contribuye a su propagación. Los climas con precipitaciones bajas propician el desarrollo de vegetación (bosques, matorrales) con bajo contenido de humedad o seca, lo que facilita la ignición.

Por otra parte, condiciones como altas temperaturas y escasez de lluvias predominantes durante largos períodos reducen la humedad del combustible y lo hacen apto para iniciar la ignición ante una acción detonante (impacto de un rayo o de chispas de fogata, o la quema cultural). Los períodos lluviosos tienen el efecto contrario: humedecen el combustible de tal manera que se reduce la probabilidad de que se inicie la ignición de la vegetación; aunque se debe tener en cuenta que un periodo muy lluvioso estimula el crecimiento del material combustible (hierba, matorral, rastrojo, bosque seco), lo cual en la estación seca generaría más incendios de lo usual (Parra et al, 2011).

A partir de lo anterior y según la clasificación que hace Paramo (2007), se toma la ponderación de los valores de “condición pirogénica” según el modelo de combustibles que el autor desarrolla. Este modelo se basa en los análisis de “tipos de combustible”, duración del tipo de combustible dominante” y la “carga total de combustibles”. (Tabla 11.23)

**Tabla 11.23 Factores de ignición asignados para cada clase de combustible vegetal**

TIPO DE COMBUSTIBLE	CALIFICACIÓN (Susceptibilidad)	AMENAZA DE INCENDIO
No combustibles	1	 Muy Baja
Áreas urbanas	1	 Muy Baja
Árboles	2	 Baja
Árboles y arbustos	3	 Moderada
Arbustos/ Herbazales	4	 Alta
Bosque seco	4	 Alta
Pasto / Hierbas	5	 Muy Alta
Pastos	5	 Muy Alta

Fuente: Adaptado de Modelo modificado de condición pirogénica. Páramo, 2007.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

La evaluación de estos factores permite asignar calificaciones cualitativas a la inflamabilidad de las coberturas presentes en el AII para la construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3, y hacer estimaciones cualitativas de las probabilidades de ignición.

Tal como se muestra en la Tabla 11.24, las coberturas vegetales del área de influencia del proyecto que presentan la amenaza más alta por incendios, corresponden a: pastos limpios, pastos arbolados, pastos enmalezados y vegetación secundaria baja; ocupando un área de 2.142,65 hectáreas correspondientes al 40,05% del área total; dicha susceptibilidad a la combustión se debe a la baja presencia de humedad, a la menor altura de la vegetación y a la considerable cantidad de biomasa o material combustible vegetal y edáfico de tipo orgánico, dominante que contribuye a la generación y desarrollo de un incendio, que en estas áreas, puede estar apoyado por una mayor cantidad de oxígeno y por la fuerza de los vientos locales.

Adicional a esto, las coberturas de Plantaciones forestales, Arbustal denso alto y Vegetación secundaria alta, que ocupan 405,06 hectáreas (7,57%), presentan una calificación alta; esta calificación se otorga gracias a la hierba, tallos y pequeñas plantas, que se presentan en este tipo de coberturas, las cuales son importantes combustibles terrestres que influyen en la velocidad de propagación del fuego.

Por su parte, coberturas como herbazales, hortalizas y las correspondientes a los mosaicos; presentan una susceptibilidad moderada, lo cual se debe a la acumulación de biomasa, en las áreas de cultivos, por ejemplo, son producto de las labores de cosecha y mantenimiento, adicional a ello, en las coberturas de mosaicos, se tiene en cuenta el área de pastos que se convierte en una fuente considerable de combustible; sin embargo el microclima que se puede presentar en las áreas naturales (temperatura y humedad) sirve de factor atenuante en comparación con áreas más secas como los pastizales. Esta unidad comprende un total de 916,52 hectáreas, las cuales albergan el 17,13% del área de estudio.

Seguido de la categoría moderada se encuentran las coberturas boscosas, consideradas de baja susceptibilidad, debido principalmente al alto contenido de humedad en el material combustible de estas coberturas; adicionalmente el avance del fuego dentro de los distintos tipos de bosques, se ve limitado por la altura de la vegetación, que a su vez restringe la disponibilidad de oxígeno para el fuego; y en el caso de los bosques de galería, estos están asociados a terrenos inundables. El área de estas coberturas corresponde a 1.377,96 hectáreas, ocupando el 17,13% del área de influencia del proyecto.

Finalmente las áreas cubiertas por coberturas como: Tejido urbano, Vivienda rural, Vía pavimentada, Otras explotaciones mineras, Remoción en masa, Ríos y Cuerpos de agua artificial; no representan ninguna amenaza, o es considerada nula en términos de incendios de la cobertura vegetal, lo cual se debe a que estas coberturas están constituidas por elementos inertes, sin fuentes de combustible tales como arenas, suelo descubierto o agua;



Agencia Nacional de Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

las zonas con amenaza de incendio con susceptibilidad muy baja ocupan 508,3 hectáreas que alcanzan el 9,50% del área de influencia.

**Tabla 11.24 Estimación de amenaza de incendios forestales**

Amenaza por incendio de la cobertura vegetal	Cobertura de la tierra Corine Land Cover	Area (ha)	Area (%)
<b>MUY ALTA</b>	Pastos limpios	1357.05	25.36
	Pastos arbolados	434.65	8.12
	Pastos enmalezados	206.7	3.86
	Vegetación secundaria baja	144.25	2.70
<b>Total Amenaza Muy Alta</b>		<b>2142.65</b>	<b>40.05</b>
<b>ALTA</b>	Plantación forestal	25.27	0.47
	Arbustal denso alto	66.31	1.24
	Vegetación secundaria alta	313.48	5.86
<b>Total Amenaza Alta</b>		<b>405.06</b>	<b>7.57</b>
<b>MODERADA</b>	Hortalizas	3.29	0.06
	Mosaico de cultivos	16.33	0.31
	Mosaico de pastos y cultivos	181.57	3.39
	Mosaico de pastos con espacios naturales arboreos	15.05	0.28
	Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	10.89	0.20
	Mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales arbóreos	65.31	1.22
	Mosaico de pastos, cultivos y otros espacios naturales	2.5	0.05
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	535.77	10.01
	Mosaico de cultivos con espacios naturales arboreos	0.87	0.02
	Mosaico de cultivos con espacios naturales arbustivos	11.07	0.21
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	73.87	1.38
<b>Total Amenaza Media</b>		<b>916.52</b>	<b>17.13</b>
<b>BAJA</b>	Bosque de galería con predominio de árboles	1273.51	23.80
	Bosque de galería con predominio de arbustos	35.59	0.67
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	32.39	0.61
	Bosque denso bajo de tierra firme	36.47	0.68
<b>Total Amenaza Baja</b>		<b>1377.96</b>	<b>25.75</b>

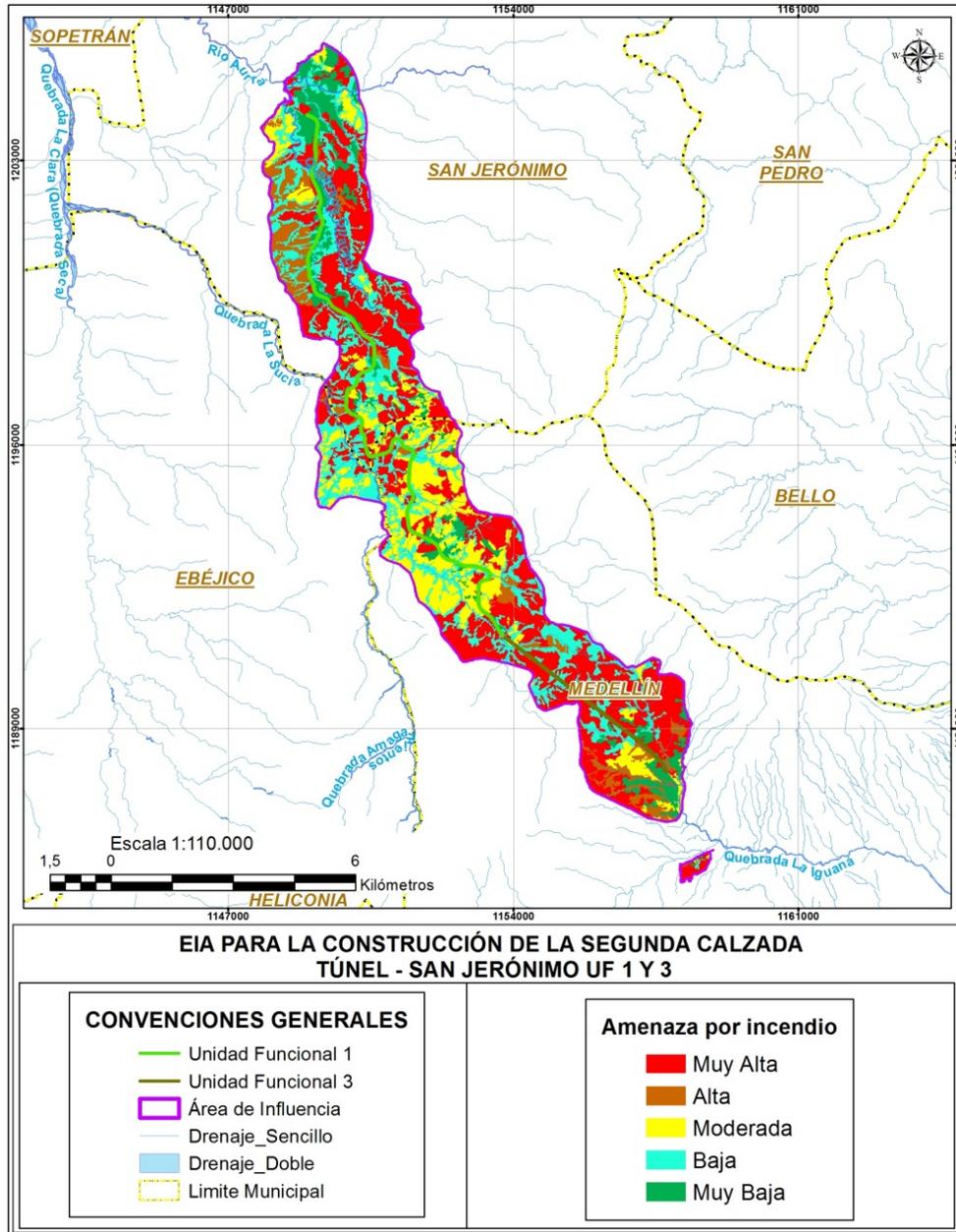
 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR          CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN          JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

Amenaza por incendio de la cobertura vegetal	Cobertura de la tierra Corine Land Cover	Area (ha)	Area (%)
<b>MUY BAJA</b>	Tejido urbano continuo	83.49	1.56
	Tejido urbano discontinuo	33.12	0.62
	Vivienda rural dispersa	8.17	0.15
	Vivienda rural nucleada	350.92	6.56
	Vía pavimentada	4.69	0.09
	Otras explotaciones mineras	8.04	0.15
	Remoción en masa	1.85	0.03
	Ríos	17.66	0.33
	Cuerpos de agua artificiales	0.36	0.01
<b>Total Amenaza Muy Baja</b>		<b>508.3</b>	<b>9.50</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>5350.5</b>	<b>100</b>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

A partir de estas valoraciones, se puede inferir una zonificación potencial del fenómeno y espacializarlo al área de influencia indirecta de la unidad funcional 1 y 3 como se observa en la Figura 11.9.

**Figura 11.9 Zonificación de la amenaza por incendios de Cobertura Vegetal en el AII para la construcción de la segunda calzada Túnel – San Jerónimo UF 1 y 3**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La acción de los incendios sobre algunas coberturas, como pastos y coberturas con vegetación baja, causa grandes perturbaciones en sus ciclos naturales y afecta de manera muy importante la flora y fauna allí presentes. La presencia de fuego en estos ecosistemas se debe a factores antrópicos, como incendios provocados o por negligencia.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Los efectos de la fragmentación sobre estos ecosistemas generalmente coadyuvan a que los incendios se conviertan en un problema grave en estas áreas debido a que se alteran los patrones de distribución de los combustibles vegetales, la ignición aumenta y la velocidad de propagación por la quema es mayor.

#### 11.1.3.4.1.6.2.1.8 Riesgo biológico

El riesgo biológico hace referencia a la probabilidad de que el personal expuesto sufra picaduras o mordeduras por el encuentro y/o perturbación de animales venenosos y/o ponzoñosos que pueden estar presentes en el lugar de trabajo.

En la zona en donde se encuentra la vía se reporta la presencia probable de invertebrados y vertebrados que pueden ocasionar este tipo de accidentes. Dentro del grupo de invertebrados, se incluyen a las arañas, escorpiones, ácaros, garrapatas, ciempiés, milpiés e insectos que pueden picar e inyectar veneno a través de determinadas partes de su boca o con un aguijón (MSD, 2012) y a través de los cuales inyectan toxinas que pueden ocasionar graves alergias en los humanos, potencialmente mortales si no se brinda el tratamiento médico oportuno y adecuado. Por otro lado, se puede contraer enfermedades como el dengue y chikungunya, causada por un virus transmitido por mosquitos como *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, insectos muy comunes en los países tropicales.

Adicionalmente, en el área de influencia del proyecto es probable tener contacto con serpientes venenosas de la familia Viperidae (géneros *Bothriechis*, *Bothrops*, *Lachesis* y *Porthidium*) y la familia Elapidae (género *Micrurus*). En general, esas especies habitan en climas cálidos, templados y fríos (pero se encuentran principalmente en el bosque húmedo tropical); y provocan entre el 90 y el 95% de los accidentes ofídicos en el país. Por ejemplo, en el 2015 se presentaron 864 accidentes ofídicos en el departamento de Antioquia, de los cuales 7 ocurrieron en Medellín, 2 en San Jerónimo y 6 en Santa Fe de Antioquia (Instituto Nacional de Salud, 2016).

El veneno de las serpientes de la Familia Viperidae se caracteriza por provocar trastornos de la coagulación a nivel local, edema, necrosis, cuadro hemorrágico sistémico, choque y daño en órganos internos. Los colmillos retráctiles y grandes, les permite a este tipo de serpiente inocular el veneno profundamente, subcutáneo y muscularmente, dejando huellas de los mismos fácilmente visible en los lugares de la mordida (Instituto Clodomiro Picado, 2009).

Por otra parte, las serpientes corales (Familia Elapidae) depositan el veneno a nivel subcutáneo, debido a que sus colmillos son pequeños y no retractiles. El veneno se distribuye vía linfática y hemática llegando a las uniones neuromusculares donde las neurotoxinas se unen fuertemente al receptor colinérgico de la placa motora, en la cadena alfa del receptor, cercano al sitio receptor de la acetilcolina. Esto provoca parálisis flácida



Agencia Nacional de  
Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

de la musculatura afectada. También es referido un efecto de inhibición de la liberación presináptica del neurotransmisor, mediado por la fosfolipasa A2. Las manifestaciones clínicas se desarrollan en las primeras 6 a 8 horas, pudiendo llegar a presentar el paro respiratorio en este corto período de tiempo (Instituto Clodomiro Picado, 2009).

El tratamiento médico para contrarrestar los efectos tóxicos de los diferentes venenos, es el uso del suero antiofídico, tratamiento que solo puede ser administrado por un médico, en un centro de atención médica, por lo tanto se debe concentrar el esfuerzo en el traslado inmediato del paciente, una vez ocurrido el accidente.

A continuación se enlistan las cinco (5) especies de serpientes venenosas con presencia probable en el área de influencia del proyecto construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, proyecto Autopista al Mar-1 (Tabla 11.25, Tabla 11.26, Tabla 11.27, Tabla 11.28 y Tabla 11.29).

**Tabla 11.25 Víbora cornuda (*Bothriechis schlegelii*)**

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Viperidae
ESPECIE: <i>Bothriechis schlegelii</i>	Nombre común: Víbora cornuda	Altitud: 0-2460 m
Hábitat: Bosques tropicales lluviosos y premontanos		
		

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

**Tabla 11.26 Talla equis (*Bothrops asper*)**

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Viperidae
ESPECIE: <i>Bothrops asper</i>	<b>Nombre común:</b> Talla equis, pudridora	<b>Altitud:</b> <1800
Hábitat: Bosques húmedos montano bajos, sabanas, bosques de galería, bosques tropicales decíduos y bosques lluviosos; prefieren ambientes húmedos y están asociados a arroyos, lagos o cursos de ríos; pero también, en áreas cultivadas, campos húmedos, en áreas de crecimiento vegetal secundario.		
		

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2016

**Tabla 11.27 Cascabel verrugosa (*Lachesis achrocorda*)**

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Viperidae
ESPECIE: <i>Lachesis achrocorda</i>	<b>Nombre común:</b> Cascabel Verrugosa	<b>Altitud:</b> 500-1600 m
Hábitat: Bosques primarios.		
		

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2016

**Tabla 11.28 Patoco (*Porthidium nasutum*)**

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Viperidae
ESPECIE: <i>Porthidium nasutum</i>	Nombre común: Patoco Patoquillo	Altitud: <1500 m
Hábitat: Bosques tropicales muy húmedos y húmedos.		
		Fuente: <a href="https://www.flickr.com/photos/alexfig/5479015921">https://www.flickr.com/photos/alexfig/5479015921</a>

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2016

**Tabla 11.29 Coral rabo de ají (*Micrurus mipartitus*)**

ORDEN: Squamata	SUBORDEN: Serpentes	FAMILIA: Elapidae
ESPECIE: <i>Micrurus mipartitus</i>	Nombre común: Coral rabo de ají	Altitud: 0-2410 m
Hábitat: Bosque bajo montañoso y bosque de niebla. Es encontrada con frecuencia en plantaciones de café así como en otro tipo de vegetación secundaria asociada normalmente con los asentamientos humanos. También ha sido reportada para matorrales secos y rocosos.		
		

Fuente: Serpentario Nacional Colombiano (2015), Análisis del consultor, 2016

#### 11.1.3.4.1.6.2.2 Origen antrópico

Las amenazas antrópicas se atribuyen a la acción humana directa sobre elementos de la naturaleza y/o de la sociedad. En este sentido, son generadas por las comunidades y las organizaciones sociales que hacen parte del área de influencia de la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, proyecto Autopista al Mar-1.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

El proyecto atraviesa los municipios Medellín, Ebéjico y San Jerónimo, localizados en la región occidente del departamento de Antioquia. A continuación se definen y describen las amenazas que se pueden presentar en el desarrollo del proyecto:

#### **11.1.3.4.1.6.2.2.1 Hurto de maquinaria y material de labor**

En los últimos años se ha incrementado el hurto a maquinaria de obra, esta problemática en gran parte se debe a la gran demanda que existe en el mercado negro de estos equipos y de sus autopartes. Una de las modalidades más comunes para robar maquinaria es el hurto simple por contratación para falsos trabajos, en el que generalmente se hurtan retro cargadoras, excavadoras y mini cargadores.

Durante el desarrollo del proyecto se pueden ostentar hurtos de la maquinaria o material de la obra, al no contar con la seguridad suficiente en el sitio del proyecto, dadas las condiciones de seguridad de la zona relacionadas con la existencia de bandas criminales, delincuencia común y grupos al margen de la ley.

#### **11.1.3.4.1.6.2.2.2 Delincuencia común**

La delincuencia común se ve representada en homicidios, robos a mano armada, fraudes y secuestros realizados a particulares. Este fenómeno es muy cercano a nuestra sociedad, dado que los ciudadanos estamos expuestos a dicha situación en cualquier momento<sup>3</sup>.

Las condiciones geopolíticas, sociales, económicas y ambientales, sumadas a la convergencia de múltiples grupos de guerrilla, autodefensas, narcotraficantes, traficantes de armas y delincuentes comunes, hicieron que Antioquia estuviera asociada durante cuatro décadas a una violencia significativa, que se expresó en hechos de delincuencia común, a través de altas tasas de homicidio y múltiples casos de desplazamiento forzado, entre otros<sup>4</sup>.

De acuerdo con el Diagnóstico Departamental de Antioquia<sup>5</sup>, las cifras relacionadas con homicidios en el departamento para el período comprendido entre 1990 y 2003, ubicaron a Antioquia en el primer lugar a nivel nacional, identificando que la mayoría de los homicidios se presentaron en la ciudad de Medellín.

A continuación en la Tabla 11.30 se relacionan los homicidios y la tasa de homicidios en los municipios que hacen parte del área de influencia del proyecto.

**Tabla 11.30 Homicidios y tasa de homicidio- municipios del área de influencia.**

<sup>3</sup> Los alcances de la delincuencia común. Obtenido del URL: <https://dadiruges.wordpress.com/una-aproximacion-a-la-delincuencia-comun>. Consultado el 10 de junio de 2016.

<sup>4</sup> ACNUR. Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los refugiados. Diagnóstico Departamental de Antioquia. Consultado en: [http://www.acnur.org/t3/uploads/media/COI\\_2161.pdf](http://www.acnur.org/t3/uploads/media/COI_2161.pdf).

<sup>5</sup> Op cit. Pág. 2.

Municipio	2003		2004		2005		2006	
	Nº Homicidios	Tasa Homicidios						
Ebéjico	1	6,9	3	21	2	14,2	4	28,6
Medellín	1938	94,3	1074	51,8	755	36,1	709	33,5
San Jerónimo	3	26,3	12	104,9	5	52,3	4	34,8
Total	1942	-	1089	-	762	-	717	-

Fuente: Construcción propia Consultoría Colombiana S.A. Diagnóstico Departamental de Antioquia. Consultado en(ACNUR, 2007).

Como se evidencia en la tabla anterior, entre los años 2003 y 2006 la tasa de homicidio por cien mil habitantes (hpch), fue mayor en el año 2004 y descendió paulatinamente en aproximadamente un 37% para el año 2006. Medellín registra las tasas de homicidio más altas para el área de influencia del proyecto, mientras que Ebéjico evidencia las más bajas, representadas entre 1 y 4 homicidios por año.

En la actualidad, la dinámica de la violencia relacionada con homicidios se ha reducido en la zona occidental del departamento, principalmente en la ciudad de Medellín, situación que influye de manera positiva en los demás municipios del área de influencia.

Ahora, al revisar las cifras de homicidios en la ciudad de Medellín<sup>6</sup>, se identifica que la zona con mayores índices se localiza en San Javier (Comuna 13). Las unidades territoriales del área de influencia del proyecto, se localizan en las comunas Guayabal, Palmitas y San Cristóbal, las cuales se relacionan en la Tabla 11.31.

**Tabla 11.31 Homicidios y tasa de homicidio- Comunas de Medellín que conforman el área de influencia.**

Comunas	2009		2010		% Variación
	Nº Homicidios	% Participación	Nº Homicidios	% Participación	
Guayabal	57	3	67	3	17,5
Palmitas	0	0	1	0	100
San Cristóbal	47	2	87	4	85,1
Total	104	5	155	7	61,7

Fuente: Construcción propia Consultoría Colombiana S.A. Secretaria de Gobierno de Medellín. Sistema de información para la seguridad y la convivencia –SISC-. Boletín 2010 Seguridad y convivencia en Medellín. Marzo de 2011.

De acuerdo con la información registrada en la tabla anterior, se identifica que Guayabal es la Comuna de Medellín con mayor número de homicidios registrados para el año 2009, la cual se incrementó en un 17.5% en el 2010, la segunda Comuna del área de influencia corresponde a San Cristóbal, cuyo incremento para el año 2010 es significativo (85.1%) y en tercer lugar se sitúa Palmitas, donde no se registraron homicidios en el año 2009,

<sup>6</sup> SECRETARIA DE GOBIERNO DE MEDELLÍN. Sistema de información para la seguridad y la convivencia –SISC-. Boletín 2010 Seguridad y convivencia en Medellín. Marzo de 2011.

durante el 2010 se presentó 1 homicidio.

En relación con los secuestros, el departamento de Antioquia ha sido el más afectado por esta situación, la tipología más frecuente en la zona corresponde a secuestro con fines de extorsión. Con relación al proyecto, en la región occidental de Antioquia, para el período comprendido entre el 2003 y 2006, el 13% de los secuestros se presentaron en Medellín y el 14% en Santa Fe de Antioquia, cuyo responsable en la mayoría de los casos se asigna a la delincuencia común en un 20%, al ELN con el 18%, a las autodefensas con el 4%, al ERG con el 2%, a familiares el 1% y se desconocen los responsables en el 23% de los casos<sup>7</sup>. Es de resaltar que en los municipios Ebéjico y San Jerónimo no se reportaron hechos relacionados con secuestro, para este período.

En la Tabla 11.32 se relaciona el número de hurtos y capturas realizadas para el año 2013 en los municipios del área de influencia, donde se destaca Medellín con hechos delictivos especialmente de hurto a personas en las Comunas 11 y 14 y hurto de automotores y personas, concentrado en la comuna 14-El Poblado. En segundo lugar se destaca el municipio de Sopetrán, donde se registraron 19 hurtos y 33 capturas, le siguen Santa Fe de Antioquia y San Jerónimo con 9 y 8 hurtos respectivamente, en último lugar se encuentra el municipio de Ebéjico con 1 hurto y 10 capturas para este período.

**Tabla 11.32 Número de hurtos y capturas en los municipios del área de influencia- año 2013.**

Municipio	Nº Hurtos	Nº Capturas
Ebéjico	1	10
Medellín	11688	18164
Santa Fe de Antioquia	9	138
San Jerónimo	8	25
Sopetrán	19	33
<b>Total</b>	<b>11725</b>	<b>18370</b>

Fuente: Adaptación de Consultoría Colombiana. Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario estadístico de Antioquia. 2013 [recurso electrónico]. Medellín: Departamento Administrativo de Planeación. 2014.

De acuerdo con la consulta realizada a las páginas web, se identificó que el pasado 2 de mayo de 2016 fue capturado el cabecilla del Clan Úsuga quien delinquía en el municipio San Jerónimo, pieza clave en el cobro de extorsiones y tráfico de estupefacientes y armas en la vía Autopista al Mar, que comunica a Medellín con el Urabá Antioqueño. Ver Fotografía 11-1.

Por otra parte, Medellín registró durante el mes de abril de 2016, las menores cifras de homicidio en casi cuatro décadas, tuvo 13 días sin asesinatos, convirtiéndose en una cifra

<sup>7</sup> Op cit.

récord. Durante este mes se redujo en la reducción de homicidios registrados en los primeros cuatro meses en la capital antioqueña. Ver Fotografía 11-2.

**Fotografía 11-1 Cayó alias “Rambo”, ficha principal del Clan Úsuga en el occidente antioqueño.**



Fuente: (Minuto30, 2015).

**Fotografía 11-2 Homicidios en Medellín. Abril fue el mes menos violento en 4 décadas.**



Fuente: (El Tiempo, 2016)

Asimismo, Medellín registra altos índices de tráfico ilícito de armas de fuego, situación genera altos costos humanos y económicos y está asociado con múltiples formas de criminalidad y violencia. Asimismo, la Dirección Nacional de Estupefacientes en el estudio de transiciones de drogas en Colombia, estableció que Medellín es la ciudad con mayor número de incautaciones, especialmente de marihuana, seguida de la cocaína, siendo la Comuna 15 - Guayabal el territorio donde más se incauta droga<sup>8</sup>. Ver Fotografía 11-3.

**Fotografía 11-3 Policía incautó 8 toneladas de cocaína del Clan Úsuga en Antioquia**



Fuente: (El Tiempo, 2016)

**Fotografía 11-4 Sicarios de la comuna 13 de Medellín investigados por Asesinato en Sotomayor**



Fuente: (Vanguardia, 2012)

En Medellín se calcula que hay alrededor de 4.030 personas directamente relacionadas con un total de 149 grupos delincuenciales en la ciudad, entre estos se cuentan jívaros, sicarios, ladrones, carritos, campaneros etc., en un nivel educativo superior se encuentran, técnicos,

<sup>8</sup> SECRETARIA DE GOBIERNO DE MEDELLÍN. Sistema de información para la seguridad y la convivencia –SISC-. Boletín 2010 Seguridad y convivencia en Medellín. Marzo de 2011.

tecnólogos y profesionales universitarios<sup>9</sup>. Ver Fotografía 11-4.

Por lo anterior y dadas las condiciones sociopolíticas de la zona, existe probabilidad que se presenten eventos que incrementen las condiciones de delincuencia común, en eventos tales como asaltos o robos, sabotaje, secuestros, paros cívicos, entre otros, durante las actividades de construcción del segundo tubo del túnel de occidente y de la doble calzada Medellín- San Jerónimo, Autopista al Mar -1, que pueden llegar a entorpecer las actividades de su ejecución.

#### 11.1.3.4.1.6.2.2.3 Acciones de protesta social

La protesta social se refiere a los acontecimientos visibles de acción pública contenciosa de un colectivo, orientados al sostenimiento de una demanda (en general con referencia directa o indirecta al Estado)<sup>10</sup>. Una protesta puede perfectamente surgir de la nada, en el sentido de no ser emergente de un movimiento social constituido previo a ella, se puede manifestar a través de paros cívicos ocasionados por inconformidad frente a una situación<sup>11</sup>.

En la Tabla 11.33 se relacionan las protestas sociales que se presentan con más frecuencia en el área de influencia, dentro de estas se destacan los paros nacionales, marchas por la paz, protestas por el Plan de Desarrollo, entre otros, registrados en la ciudad de Medellín. No se registraron protestas sociales, paros, ni marchas en los municipios de Ebéjico y San Jerónimo.

**Tabla 11.33 Protestas sociales identificadas en el área de influencia**

Municipio	Situación presentada	Fecha	Fuente
Medellín	Paro Nacional por políticas económicas y sociales del Gobierno del Presidente Juan Manuel Santos.	2016	<a href="http://www.elmundo.com/movil/noticia_de_talle.php?idx=272348&amp;">http://www.elmundo.com/movil/noticia_de_talle.php?idx=272348&amp;</a>
	Marcha por la paz y víctimas del conflicto	2015	<a href="http://www.elmundo.com/movil/noticia_de_talle.php?idx=254149&amp;">http://www.elmundo.com/movil/noticia_de_talle.php?idx=254149&amp;</a>
	Protesta social por el desarrollo de la Hidroeléctrica Ituango	2016	<a href="http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/hidroituango-no-solo-ha-cambiado-el-panorama-sino-a-las-comunidades/16599">http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/hidroituango-no-solo-ha-cambiado-el-panorama-sino-a-las-comunidades/16599</a>
	Marcha por las dificultades de acceso a los servicios médicos básicos y especializados	2016	<a href="http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/salud/propiedad-publica-derechos-y-luchas-sociales-por-la-salud-en-colombia/16609495">http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/salud/propiedad-publica-derechos-y-luchas-sociales-por-la-salud-en-colombia/16609495</a>
	Marchas por presos en calabozos de paso por paro de funcionarios del Inpec	2016	<a href="http://caracol.com.co/emisora/2016/05/24/medellin/1464092247_422128.html">http://caracol.com.co/emisora/2016/05/24/medellin/1464092247_422128.html</a>
	Protestas por el Plan de Desarrollo	2016	<a href="http://www.minuto30.com/colectivos-">http://www.minuto30.com/colectivos-</a>

<sup>9</sup> Op cit.

<sup>10</sup> EUMED.NET. Tesis doctorales. Tomado de: <http://www.eumed.net/>. Consultado el 24 de febrero de 2016.

<sup>11</sup> ALCALDIA DE MEDELLÍN. Documento técnico de soporte –POT- Acuerdo 46/2006. Medellín y su población. Pág.90.

Municipio	Situación presentada	Fecha	Fuente
	del Alcalde de Medellín Federico Gutiérrez		sociales-protestan-en-desacuerdo-al-plan-de-desarrollo-dicen-que-el-alcalde-los-estafo/477921/

Fuente: Consulta páginas web, Consultoría Colombiana, 2016.

Como se evidencia en la tabla anterior, Medellín registra acciones de protesta y paros cívicos en el área de influencia del proyecto. Es de resaltar que en Medellín existen diferentes instancias de participación, un fuerte grupo de ONG con incidencia social, una importante actividad gremial, un valioso grupo de empresarios con conciencia social, ciudadanos independientes comprometidos. Es decir, hay participación cívica sin identidad ni convergencia política.

A continuación se presentan algunas fotografías de las protestas presentadas en los últimos años en el área de influencia. Ver Fotografía 11-5 y Fotografía 11-6.

**Fotografía 11-5 Marcha social por derechos al acceso al sistema de salud básico y especializado en Medellín.**



Fuente: (El Tiempo, 2016).

**Fotografía 11-6 Paro Agrario en Medellín.**



Fuente: (El Tiempo, 2016).

Durante las actividades de construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, proyecto Autopista al Mar-1 se pueden presentar conflictos o diferencias relacionadas con el desarrollo propio de las actividades constructivas. Asimismo, por la contratación de mano de obra local, la adquisición de bienes y/o servicios, el incumplimiento de compromisos generados por parte del Concesionario con la comunidad, entre otros.

#### 11.1.3.4.1.6.2.2.4 Invasión del derecho de vía

En algunas de las propiedades identificadas en el área de influencia directa, se desarrollan

actividades con fines comerciales y de servicios principalmente restaurantes, estaderos, condominios y hoteles por el desarrollo del turismo en esta zona.

En el área de influencia del proyecto se presentará la compra de predios para la construcción del segundo tubo del túnel de occidente y la construcción de la doble calzada.

Por lo anterior y dadas las condiciones de la zona, existe probabilidad frente a la invasión del derecho de vía por parte de habitantes del sector para la ubicación de establecimientos comerciales de tipo formal e informal, por considerar oportuno el suministro de bienes y servicios durante el proyecto. Asimismo, se pueden presentar dificultades durante el proceso de negociación de servidumbre con los propietarios, relacionadas con las altas expectativas que se tienen en la zona frente al proyecto.

#### 11.1.3.4.1.7 Probabilidad de ocurrencia de las amenazas

Para la calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas identificadas para el proyecto, se utilizaron los conceptos técnicos elaborados en el marco del estudio e información secundaria y se aplicaron las categorías planteadas en la Tabla 11.3.

A las amenazas identificadas se les asignó un puntaje, que califica la mayor o menor probabilidad de ocurrencia. Entre más alta sea la calificación de la probabilidad, mayor será la posibilidad de que se materialice el evento amenazante y se vean afectados los elementos vulnerables (Tabla 11.34).

**Tabla 11.34 Calificación de la probabilidad de ocurrencia de las amenazas**

ID*	AMENAZA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
<b>AMENAZAS ENDÓGENAS</b>			
A	Incendios / Explosiones	3	Ocasional
B	Derrames	2	Remoto
C	Accidentes laborales	4	Probable
D	Accidentes de tránsito	4	Probable
E	Afectación infraestructura petrolera	2	Remoto
F	Abatimiento del nivel freático	2	Remoto
<b>AMENAZAS EXÓGENAS</b>			
<b>ORÍGEN NATURAL</b>			
G	Sismicidad y tectonismo	2	Remoto
H	Amenaza geotécnica	4	Probable
I	Inundación	3	Ocasional
J	Avenida Torrencial	4	Probable
K	Incendio Forestal	3	Improbable
L	Vendavales, vientos huracanados	1	Improbable
M	Tormentas eléctricas	1	Improbable
N	Riesgo Biológico	4	Probable
<b>ORÍGEN ANTRÓPICO</b>			
Ñ	Hurto de maquinaria y material de labor	4	Probable
O	Delincuencia común	4	Probable

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

ID*	AMENAZA	PROBABILIDAD DE OCURENCIA
P	Acciones de protesta social	3 Ocasional
Q	Invasión del derecho de vía	2 Remoto

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.8 Identificación de elementos vulnerables

Para desarrollar el análisis de riesgos se identificaron de acuerdo a las etapas del proyecto los procesos, la infraestructura asociada y la que se construirá en el área de influencia directa del proyecto. Así mismo se identificaron elementos expuestos en el ámbito ambiental y sociocultural.

Dichos elementos se evaluaron debido a que podrían llegar a ser afectados en caso de manifestarse algunos de los eventos amenazantes. A continuación, en la Tabla 11.35, Tabla 11.36 y Tabla 11.37 se listan y describen los elementos en riesgo involucrados en el análisis.

**Tabla 11.35 Etapas generales del proyecto en riesgo**

ID	ETAPA	DESCRIPCIÓN
1.	Preconstrucción	Estas actividades se encuentran descritas en la Tabla 11.2 y con profundidad en el Capítulo 3 del presente documento.
2.	Construcción Calzada Nueva y Mejoramiento Calzada Existente	
3.	Construcción de Túneles	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Tabla 11.36 Elementos del ambiente en riesgo**

ID	ETAPA	DESCRIPCIÓN
5	Cuerpos de agua	Los cuerpos de agua tanto superficiales, cómo subterráneos podrían verse afectados en el caso de presentarse un derrame de combustibles o sustancias químicas por afectación o falla en los contenedores de almacenamiento de estas sustancias y contamine los cuerpos de agua. A su vez, se puede presentar un abatimiento del nivel freático en los acuíferos en la etapa de construcción de los túneles en algunas fuentes localizadas.
6.	Fauna	Las especies de fauna podrían verse afectadas en caso de derrame de combustibles, sustancias químicas, incendios o explosiones. La afectación dependerá de la capacidad las especies en particular para reaccionar ante la presencia del evento amenazante y de la magnitud del evento como tal.
7.	Cobertura vegetal	La cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto podría verse afectada en el caso de que se manifiesten eventos amenazantes cómo derrames, incendios y/o explosiones. La afectación dependerá de la magnitud de los eventos.
8.	Suelos	La estructura y la composición del suelo se pueden ver afectadas por la manifestación de eventos amenazantes como derrames de combustibles o sustancias químicas, principalmente en las áreas circundantes a las vías por las que transitarían los camiones que realizarán el transporte de insumos, o en zonas destinadas al almacenamiento en los campamentos durante la fase constructiva.
9.	Aire	Las condiciones atmosféricas locales del área pueden verse afectadas por la manifestación de eventos amenazantes cómo por ejemplo el aumento en la emisión de material particulado, o la consecuente alteración de las condiciones del aire por la

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

ID	ETAPA	DESCRIPCIÓN
		presencia de un incendio de magnitudes considerables. Adicionalmente podría presentarse dispersión de sustancias químicas en caso de un eventual derrame o fuga.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Tabla 11.37 Elementos socioculturales en riesgo**

ID	ETAPA	DESCRIPCIÓN
10.	Vida y Salud Humana	En el marco del análisis de riesgos es el elemento de mayor importancia. En ésta categoría se consideran principalmente las afectaciones a la integridad de terceros en el área de influencia directa e indirecta. Así mismo, se involucra en el análisis la exposición de los trabajadores y las potenciales consecuencias ante los eventos amenazantes.
11.	Infraestructura, bienes y servicios de la comunidad.	En esta categoría se agrupan todos los elementos que son considerados de importancia para la comunidad de la región; incluyendo tanto infraestructura para la prestación de servicios básicos a la comunidad, cómo elementos propios de sus actividades económicas o culturales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.9 Identificación de los escenarios de riesgo

De acuerdo a los las amenazas internas y externas identificadas y los elementos vulnerables descritos anteriormente (Tabla 11.35, Tabla 11.36 y Tabla 11.37), en la Tabla 11.38 y Tabla 11.39 se presentan los escenarios de riesgo identificados (celdas resaltadas en verde) para las amenazas internas y externas respectivamente.

**Tabla 11.38 Escenarios de riesgo identificados para las amenazas endógenas**

ELEMENTOS VULNERABLES		AMENAZAS INTERNAS					
		A.	B.	C.	D.	E.	F.
		Incendios / Explosiones	Derrames	Accidentes laborales	Accidentes de tránsito	Afectación infraestructura petrolera	Abatimiento del nivel freático
1	Pre-Construcción	1.A.	1.B.	1.C.	1.D.	1.E.	1.F.
2	Construcción	2.A.	2.B.	2.C.	2.D.	2.E.	2.F.
3	Construcción de Túneles	3.A.	3.B.	3.C.	3.D.	3.E.	3.F.
5	Cuerpos de agua	5.A.	5.B.	5.C.	5.D.	5.E.	5.F.
6	Fauna	6.A.	6.B.	6.C.	6.D.	6.E.	6.F.
7	Cobertura vegetal	7.A.	7.B.	7.C.	7.D.	7.E.	7.F.
8	Suelos	8.A.	8.B.	8.C.	8.D.	8.E.	8.F.
9	Aire	9.A.	9.B.	9.C.	9.D.	9.E.	9.F.
10	Vida y Salud Humana	10.A.	10.B.	10.C.	10.D.	10.E.	10.F.
11	Infraestructura, bienes y	11.A.	11.B.	11.C.	11.D.	11.E.	11.F.

ELEMENTOS VULNERABLES	AMENAZAS INTERNAS					
	A.	B.	C.	D.	E.	F.
	Incendios / Explosiones	Derrames	Accidentes laborales	Accidentes de tránsito	Afectación infraestructura petrolera	Abatimiento del nivel freático
servicios de la comunidad.						

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Tabla 11.39 Escenarios de riesgo identificados para las amenazas exógenas**

ELEMENTOS VULNERABLES	AMENAZAS EXTERNAS											
	G.	H.	I.	J.	K.	L.	M.	N.	Ñ.	O.	P.	Q.
1 Pre-Construcción	1.G.	1.H.	1.I.	1.J.	1.K.	1.L.	1.M.	1.N.	1.Ñ.	1.O.	1.P.	1.Q.
2 Construcción	2.G.	2.H.	2.I.	2.J.	2.K.	2.L.	2.M.	2.N.	2.Ñ.	2.O.	2.P.	2.Q.
3 Construcción de Túneles	3.G.	3.H.	3.I.	3.J.	3.K.	3.L.	3.M.	3.N.	3.Ñ.	3.O.	3.P.	3.Q.
5 Cuerpos de agua	5.G.	5.H.	5.I.	5.J.	5.K.	5.L.	5.M.	5.N.	5.Ñ.	5.O.	5.P.	5.Q.
6 Fauna	6.G.	6.H.	6.I.	6.J.	6.K.	6.L.	6.M.	6.N.	6.Ñ.	6.O.	6.P.	6.Q.
7 Cobertura vegetal	7.G.	7.H.	7.I.	7.J.	7.K.	7.L.	7.M.	7.N.	7.Ñ.	7.O.	7.P.	7.Q.
8 Suelos	8.G.	8.H.	8.I.	8.J.	8.K.	8.L.	8.M.	8.N.	8.Ñ.	8.O.	8.P.	8.Q.
9 Aire	9.G.	9.H.	9.I.	9.J.	9.K.	9.L.	9.M.	9.N.	9.Ñ.	9.O.	9.P.	9.Q.
10 Vida y Salud Humana	10.G.	10.H.	10.I.	10.J.	10.K.	10.L.	10.M.	10.N.	10.Ñ.	10.O.	10.P.	10.Q.
11 Infraestructura, bienes y servicios de la comunidad.	11.G.	11.H.	11.I.	11.J.	11.K.	11.L.	11.M.	11.N.	11.Ñ.	11.O.	11.P.	11.Q.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.10 Evaluación de la vulnerabilidad y nivel de amenaza

En la

Tabla 11.40 se observa la calificación asignada para los criterios de vulnerabilidad para cada uno de los escenarios de riesgo identificados. Adicionalmente, se muestran los resultados del nivel de amenaza. Para esto se aplicó la Ecuación 11-1 utilizando los valores de probabilidad (Tabla 11.34). Los resultados se categorizaron de acuerdo a la Tabla 11.5.

**Tabla 11.40 Evaluación de la vulnerabilidad y resultados del nivel de amenaza**

NTU VULNERABILIDAD ESCENARIOS	AMENAZA	VULNERABILIDAD	NIVEL DE AMENAZA
-------------------------------------	---------	----------------	------------------

				Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen	Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas/	Imagen
Pre-Construcción	1.C.	Accidentes laborales	4	5	1	1	1	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo
	1.D.	Accidentes de tránsito	4	5	1	1	1	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo
	1.K.	Incendio Forestal	3	2	2	1	2	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	1.L.	Vendavales, vientos huracanados	1	2	1	1	1	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
	1.M.	Tormentas eléctricas	1	3	1	1	1	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
	1.N.	Riesgo Biológico	4	5	1	1	1	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo
	1.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	4	5	1	1	3	Muy alto	Bajo	Bajo	Medio
	1.P.	Acciones de protesta social	3	1	1	2	4	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Construcción	2.A.	Incendios / Explosiones	3	5	3	4	3	Medio	Medio	Medio	Medio
	2.B.	Derrames	2	2	4	2	3	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	2.C.	Accidentes laborales	4	5	1	1	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	2.D.	Accidentes de tránsito	4	5	1	1	3	Muy alto	Bajo	Bajo	Medio
	2.E.	Afectación infraestructura petrolera	2	5	4	4	3	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
	2.G.	Sismicidad y tectonismo	2	5	1	2	1	Medio	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo
	2.H.	Amenaza Geotécnica	4	5	1	2	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	2.I.	Inundación	3	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	2.J.	Avenida Torrencial	4	3		3	1	Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo
	2.K.	Incendio Forestal	3	5		3	1	Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo
	2.L.	Vendavales, vientos huracanados	1	1	1	2	2	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
	2.M.	Tormentas eléctricas	1	1	1	1	1	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
	2.N.	Riesgo Biológico	4	1	1	2	2	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	2.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	4	5	3	2	4	Muy alto	Medio	Bajo	Alto
	2.O.	Delincuencia común	4	1	1	2	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	2.P.	Acciones de protesta social	3	2	1	2	4	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Construcción de Túneles	3.A.	Incendios / Explosiones	3	5	2	5	4	Medio	Bajo	Medio	Medio
	3.C.	Accidentes laborales	4	5	1	1	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	3.E.	Afectación infraestructura petrolera	2	4	4	4	3	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	3.F.	Abatimiento del nivel freático	2	1	3	2	2	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	3.G.	Sismicidad y tectonismo	2	5	1	4	4	Medio	Muy Bajo	Bajo	Bajo
	3.H.	Amenaza Geotécnica	4	5	1	3	4	Muy alto	Bajo	Medio	Alto
	3.I.	Inundación	3	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
3.J.	Avenida Torrencial	4	3	1	2	1	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	

ELEMENTO VULNERABLE	ESCENARIO	AMENAZA	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD A				NIVEL DE AMENAZA			
				Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen	Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas/	Imagen
	3.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	4	5	1	2	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	3.O.	Delincuencia común	4	1	1	2	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Cuerpos de agua	5.B.	Derrames	2		4	2	3	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	5.E.	Afectación infraestructura petrolera	2	2	5	4	3	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
	5.F.	Abatimiento del nivel freático	2	1	3	1	1	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
	5.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	4		4	2	4	Muy Bajo	Alto	Bajo	Alto
Fauna	6.A.	Incendios / Explosiones	3	5	4	3	4	Medio	Medio	Medio	Medio
	6.B.	Derrames	2		4	2	3	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	6.E.	Afectación infraestructura petrolera	2		5	3	4	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Cobertura vegetal	7.A.	Incendios / Explosiones	3		4	3	4	Muy Bajo	Medio	Medio	Medio
	7.B.	Derrames	2		4	2	3	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	7.E.	Afectación infraestructura petrolera	2		5	3	4	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Suelos	8.A.	Incendios / Explosiones	3		3	3	2	Muy Bajo	Medio	Medio	Bajo
	8.B.	Derrames	2		4	3	4	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	8.E.	Afectación infraestructura petrolera	2		5	3	4	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Aire	9.A.	Incendios / Explosiones	3		3	2	3	Muy Bajo	Medio	Bajo	Medio
	9.E.	Afectación infraestructura petrolera	2	5	4	5	4	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Vida y Salud Humana	10.A.	Incendios / Explosiones	3	5	4	5	4	Medio	Medio	Medio	Medio
	10.B.	Derrames	2	2		1	1	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
	10.C.	Accidentes laborales	4	5	1	1	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	10.D.	Accidentes de tránsito	4	5	1	1	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	10.E.	Afectación infraestructura petrolera	2	5	4	4	4	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
	10.N.	Riesgo Biológico	4	5	1	1	2	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo
	10.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	4	5	1	2	4	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto
	10.O.	Delincuencia común	4	2	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

ELEMENTO VULNERABLE	ESCENARIO	AMENAZA	PROBABILIDAD	VULNERABILIDAD A				NIVEL DE AMENAZA			
				Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen	Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas/	Imagen
Infraestructura, bienes y servicios de la comunidad.	11.A.	Incendios / Explosiones	3			4	4	Muy Bajo	Muy Bajo	Medio	Medio
	11.B.	Derrames	2			1	3	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo
	11.D.	Accidentes de tránsito	4	1	4	1	2	Bajo	Alto	Bajo	Bajo
	11.E.	Afectación infraestructura petrolera	2	4	4	4	4	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	11.F.	Abatimiento del nivel freático	2	2	2	2	3	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	11.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	4		1	2	3	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio
	11.P.	Acciones de protesta social	3	1	1	1	1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.11 Resultados del análisis de exposición

El nivel de exposición de los elementos vulnerables a las amenazas determina finalmente el nivel de riesgo para cada uno de los escenarios. De acuerdo a los parámetros establecidos en la Tabla 11.6, en la

Tabla 11.41 se presentan los resultados obtenidos para la valoración de la exposición para cada escenario.

**Tabla 11.41 Calificación del nivel de exposición**

ID	AMENAZA	CATEGORIA		DESCRIPCIÓN
		PUNTAJE	NIVEL	
<b>Amenazas Endógenas</b>				
A.	Incendios / Explosiones	1	Esporádico	La exposición de los elementos vulnerables a este tipo de amenaza será de forma esporádica. La manifestación de un incendio o una explosión no controlada se estima que en el peor escenario se presente de forma ocasional, por ende la exposición de los elementos vulnerables sería en el peor de los escenarios 1 vez al año.

ID	AMENAZA	CATEGORIA		DESCRIPCIÓN
		PUNTAJE	NIVEL	
B.	Derrames	1	Esporádico	En el peor de los escenarios, un derrame generado por el transporte o manipulación de productos peligrosos para el uso en la construcción y operación del proyecto se estima que podría presentarse cada cinco años. Adicionalmente los productos utilizados en general serán transportados y almacenados en volúmenes reducidos, considerándose que el diésel o la gasolina, serían lo más utilizados. De acuerdo a esto, la exposición de los elementos vulnerables (comunidad, ambiente, infraestructura e imagen) sería de forma esporádica.
C.	Accidentes laborales	4	Permanente	El personal involucrado en la construcción y operación del proyecto estará constantemente expuesto a amenazas por la operación de maquinaria, equipos y herramientas que pueden generar accidentes laborales por su mala manipulación, por fallas tecnológicas o por omisión de los procedimientos e instructivos para su manipulación.
D.	Accidentes de tránsito	4	Permanente	El uso de vehículos para la movilización de personal, maquinaria e insumos será constante durante la fase de construcción y frecuente durante la fase de operación. Por esta razón los elementos vulnerables, principalmente personas, e infraestructura, estarán expuestos a este tipo de amenaza de forma permanente.
E.	Afectación infraestructura petrolera	1	Esporádico	El personal involucrado en la construcción y operación del proyecto estará esporádicamente expuesto a amenazas por la operación de maquinaria, equipos y herramientas, por fallas tecnológicas o por omisión de los procedimientos o monitoreo de las zonas donde se presente interferencia o influencia de la vía con la infraestructura de petróleos afectando los ductos que transporten hidrocarburos.
F.	Abatimiento del nivel freático	1	Esporádico	La exposición de los elementos vulnerables a esta amenaza solo se podría dar en un caso extremo en el momento de la construcción del túnel, teniendo en cuenta que las unidades hidrogeológicas que se encuentran presentes en el área del túnel son unidades de baja productividad ya que no tienen porosidad primaria.
<b>Amenazas exógenas</b>				
<b>Origen natural</b>				
G.	Sismicidad y tectonismo	1	Esporádico	Un sismo se estima que se presente como máximo 1 vez cada 5 años, por ende los elementos vulnerables estarían expuestos a las consecuencias de la amenaza de forma esporádica.

ID	AMENAZA	CATEGORIA		DESCRIPCIÓN
		PUNTAJE	NIVEL	
H.	Amenaza Geotécnica	2	Ocasional	El área de influencia se caracteriza por presentar pendientes moderadas a altas lo cual propicia la manifestación de fenómenos de remoción en masa. Se considera que la interacción entre los elementos vulnerables y la amenaza podría presentarse de forma ocasional, como máximo una vez al mes.
I.	Inundación	2	Ocasional	La susceptibilidad de inundaciones lentas está íntimamente asociada a relieves bajos con paisajes de planicie aluvial, debido a un predominio de topografía plana, e influenciada por las precipitaciones en el área y en las zonas altas de la región. El comportamiento de las lluvias es bimodal, por lo que los eventos máximos de crecientes aunque no se presentan todo el año, durante la temporada de lluvias se dan en varias ocasiones, por lo que se considera que la exposición de los elementos vulnerables a la amenazas sería de forma ocasional.
J.	Avenidas Torrenciales	2	Ocasional	Las avenidas torrenciales son fenómenos naturales que poseen un gran potencial destructivo, dado que transportan volúmenes importantes de sedimentos y escombros. Son diversos los factores que influyen en la ocurrencia de las avenidas torrenciales son: la topografía y las características de los suelos siendo los detonantes de este fenómeno: el uso del suelo, la precipitación y la estabilidad del terreno. El comportamiento de las lluvias es bimodal, por lo que los eventos máximos de crecientes súbitas aunque no se presentan todo el año, durante la temporada de lluvias se dan en varias ocasiones, por lo que se considera que la exposición de los elementos vulnerables a la amenazas sería de forma ocasional.
K.	Incendio Forestal	2	Ocasional	La exposición de los elementos vulnerables a los incendios forestales será de forma esporádica. La manifestación de esta amenaza no se da de forma continua a los elementos vulnerables.
L.	Vendavales, vientos huracanados	1	Esporádico	Los vendavales se asocian a cambios de temperatura que generan fuertes corrientes de viento, generalmente se presentan acompañados de tormentas eléctricas, se considera que la amenaza por vendavales es muy baja dado que la exposición se cataloga como esporádica.
M.	Tormentas eléctricas	2	Ocasional	Los niveles cerámicos se relacionan directamente con la temporada de lluvias que para el caso corresponde a un regimen bimodal, se considera que la amenaza es muy baja dada la baja afectación y la exposición ocasional.
N	Riesgo Biológico	2	Ocasional	En el área de influencia en donde se lleven a cabo las actividades del proyecto se pueden presentar nidos de invertebrados o individuos de vertebrados que generen un peligro para las personas que trabajan en el proyecto.

ID	AMENAZA	CATEGORIA		DESCRIPCIÓN
		PUNTAJE	NIVEL	
				La incidencia de la amenaza es ocasional debido a que no se está expuesto a la fuente del riesgo de forma continua.
<b>Origen antrópico</b>				
Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	3	Frecuente	Se estima que estos elementos amenazantes se presenten y pueda afectar personal y el desarrollo del proyecto. Por esta razón la interacción de los mismos con los elementos vulnerables se considera que sería Frecuente y/o Ocasional.
O.	Delincuencia común	3	Frecuente	
P.	Acciones de protesta social	2	Ocasional	
Q.	Invasión del derecho de vía	2	Ocasional	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.12 Resultados del análisis de riesgos

Para desarrollar la valoración del riesgo, se tuvieron presente los criterios establecidos en la Tabla 11.7 de acuerdo a los niveles de amenaza y exposición. En la Tabla 11.42 se presentan los resultados de dicha valoración.

**Tabla 11.42 Calificación del nivel de riesgo**

ELEMENTO VULNERABLE	ESCENARIO	AMENAZA	NIVEL DE AMENAZA				EXPOSICIÓN	NIVEL DE RIESGO			
			Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen		Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen
Pre-Construcción	1.C.	Accidentes laborales	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo	Permanente	MA	B	B	B
	1.D.	Accidentes de tránsito	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo	Permanente	MA	B	B	B
	1.K.	Incendio Forestal	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB
	1.L.	Vendavales, vientos huracanados	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	1.M.	Tormentas eléctricas	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB
	1.N.	Riesgo Biológico	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	A	MB	MB	MB
	1.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	Muy alto	Bajo	Bajo	Medio	Frecuente	A	B	B	M
	1.P.	Acciones de protesta social	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Ocasional	MB	MB	MB	B
Construcción	2.A.	Incendios / Explosiones	Medio	Medio	Medio	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	2.B.	Derrames	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB

ELEMENTO VULNERABLE	ESCENARIO	AMENAZA	NIVEL DE AMENAZA				EXPOSICIÓN	NIVEL DE RIESGO			
			Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen		Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen
	2.C.	Accidentes laborales	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Permanente	MA	B	B	A
	2.D.	Accidentes de tránsito	Muy alto	Bajo	Bajo	Medio	Permanente	MA	B	B	M
	2.E.	Afectación infraestructura petrolera	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	2.G.	Sismicidad y tectonismo	Medio	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	2.H.	Amenaza Geotécnica	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Ocasional	A	MB	MB	M
	2.I.	Inundación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB
	2.J.	Avenida Torrencial	Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo	Ocasional	B	MB	B	MB
	2.K.	Incendio Forestal	Medio	Muy Bajo	Medio	Bajo	Ocasional	B	MB	B	MB
	2.L.	Vendavales, vientos huracanados	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	2.M.	Tormentas eléctricas	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB
	2.N.	Riesgo Biológico	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB
	2.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	Muy alto	Medio	Bajo	Alto	Frecuente	A	M	B	A
	2.O.	Delincuencia común	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Frecuente	B	B	B	B
	2.P.	Acciones de protesta social	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Ocasional	MB	MB	MB	B
Construcción de Túneles	3.A.	Incendios / Explosiones	Medio	Bajo	Medio	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	3.C.	Accidentes laborales	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Permanente	MA	B	B	A
	3.E.	Afectación infraestructura petrolera	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	3.F.	Abatimiento del nivel freático	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	3.G.	Sismicidad y tectonismo	Medio	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	3.H.	Amenaza Geotécnica	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Ocasional	A	MB	B	M
	3.I.	Inundación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB
	3.J.	Avenida Torrencial	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	B	MB	MB	MB
	3.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Frecuente	A	B	B	A

ELEMENTO VULNERABLE	ESCENARIO	AMENAZA	NIVEL DE AMENAZA				EXPOSICIÓN	NIVEL DE RIESGO			
			Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen		Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen
	3.O.	Delincuencia común	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Frecuente	B	B	B	B
Cuerpos de agua	5.B.	Derrames	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	5.E.	Afectación infraestructura petrolera	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	5.F.	Abatimiento del nivel freático	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	5.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	Muy Bajo	Alto	Bajo	Alto	Frecuente	MB	A	B	A
Fauna	6.A.	Incendios / Explosiones	Medio	Medio	Medio	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	6.B.	Derrames	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	6.E.	Afectación infraestructura petrolera	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
Cobertura vegetal	7.A.	Incendios / Explosiones	Muy Bajo	Medio	Medio	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	7.B.	Derrames	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	7.E.	Afectación infraestructura petrolera	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
Suelos	8.A.	Incendios / Explosiones	Muy Bajo	Medio	Medio	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	8.B.	Derrames	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	8.E.	Afectación infraestructura petrolera	Muy Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
Aire	9.A.	Incendios / Explosiones	Muy Bajo	Medio	Bajo	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	9.E.	Afectación infraestructura petrolera	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
Vida y Salud Humana	10.A.	Incendios / Explosiones	Medio	Medio	Medio	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	10.B.	Derrames	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	10.C.	Accidentes laborales	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Permanente	MA	B	B	A
	10.D.	Accidentes de tránsito	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Permanente	MA	B	B	A
	10.E.	Afectación infraestructura petrolera	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	10.N.	Riesgo Biológico	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	A	MB	MB	MB
	10.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Frecuente	A	B	B	A

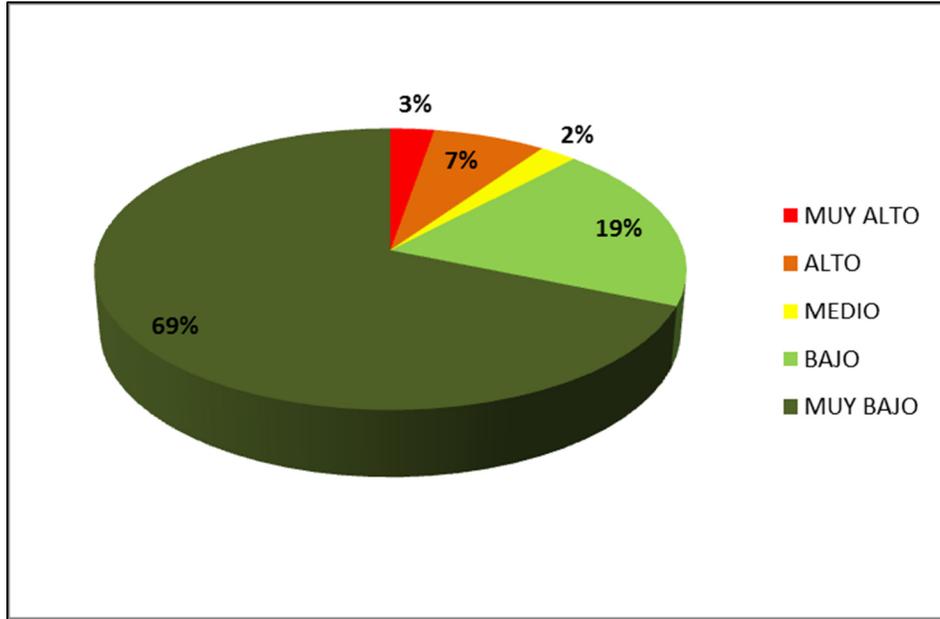
ELEMENTO VULNERABLE	ESCENARIO	AMENAZA	NIVEL DE AMENAZA				EXPOSICIÓN	NIVEL DE RIESGO			
			Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen		Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Imagen
	10.O.	Delincuencia común	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Frecuente	B	B	B	B
Infraestructura, bienes y servicios de la comunidad.	11.A.	Incendios / Explosiones	Muy Bajo	Muy Bajo	Medio	Medio	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	11.B.	Derrames	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	11.D.	Accidentes de tránsito	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Permanente	B	A	B	B
	11.E.	Afectación infraestructura petrolera	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	11.F.	Abatimiento del nivel freático	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Esporádico	MB	MB	MB	MB
	11.Ñ.	Hurto de maquinaria y material de labor	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Frecuente	MB	B	B	M
	11.P.	Acciones de protesta social	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Ocasional	MB	MB	MB	MB

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.1.13 Análisis de riesgos

En la Figura 11.10 se observa la distribución porcentual de los escenarios y niveles de riesgo analizados. Se evidencia que el 88% de los escenarios se localizaron con un nivel de riesgo muy bajo o bajo. El 2% de los escenarios localizados en un nivel de riesgo medio corresponden en su mayoría a potenciales afectaciones a la imagen de la compañía por la manifestación de amenazas relacionadas con hurto de maquinaria o amenaza geotécnica y accidentes de tránsito durante la construcción del trazado y el túnel, que puedan ocasionar fatalidades y por ende se vean afectadas las estadísticas de accidentalidad de la compañía. Adicional, debido a procesos desencadenados por el hurto de maquinaria y material de labor, se podría presentar daño ambiental asociado a eventuales derrames o afectación de coberturas.

**Figura 11.10 Distribución porcentual de los escenarios de riesgo**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

El 7% de los escenarios se calificaron bajo un nivel de riesgo alto. Corresponden a lesiones personales que puedan generarse por la amenaza de riesgo biológico, amenaza geotécnica y hurto de maquinaria o material de labor durante la pre-construcción, construcción del trazado y el túnel, con eventual afectación a la vida y salud humana de terceros y afectación a la infraestructura, bienes y servicios de la comunidad. Dentro de este porcentaje se incluyen adicionalmente dos escenarios en los cuales debido a accidentes de tránsito se pueden generar daños ambientales por derrame de productos peligrosos propios de la compañía; así mismo, se estimó escenarios con nivel de riesgo alto relacionado a la afectación de la imagen de la compañía por la manifestación de amenazas relacionadas con accidentes laborales o de tránsito que afecten principalmente la integridad de personas y hurto de maquinaria y material de labor.

Los escenarios identificados bajo un nivel de riesgo muy alto corresponden en su totalidad a la manifestación de amenazas relacionadas con accidentes laborales o de tránsito que se presenten durante la etapa constructiva e involucren fatalidades en personal de la empresa o terceros y por ende se vea afectada adicionalmente la imagen de la compañía.

De acuerdo a los riesgos identificados, las principales amenazas corresponden a accidentes vehiculares y laborales por lo cual se deben diseñar e implementar medidas orientadas hacia la seguridad industrial durante el proceso de construcción y mantenimiento y medidas de tránsito, incluyendo señalización y demarcación adecuada de las áreas intervenidas, con el fin de evitar daños principalmente sobre el personal y terceros.

A pesar de que los riesgos relacionados con el daño ambiental en su mayoría no se hayan

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

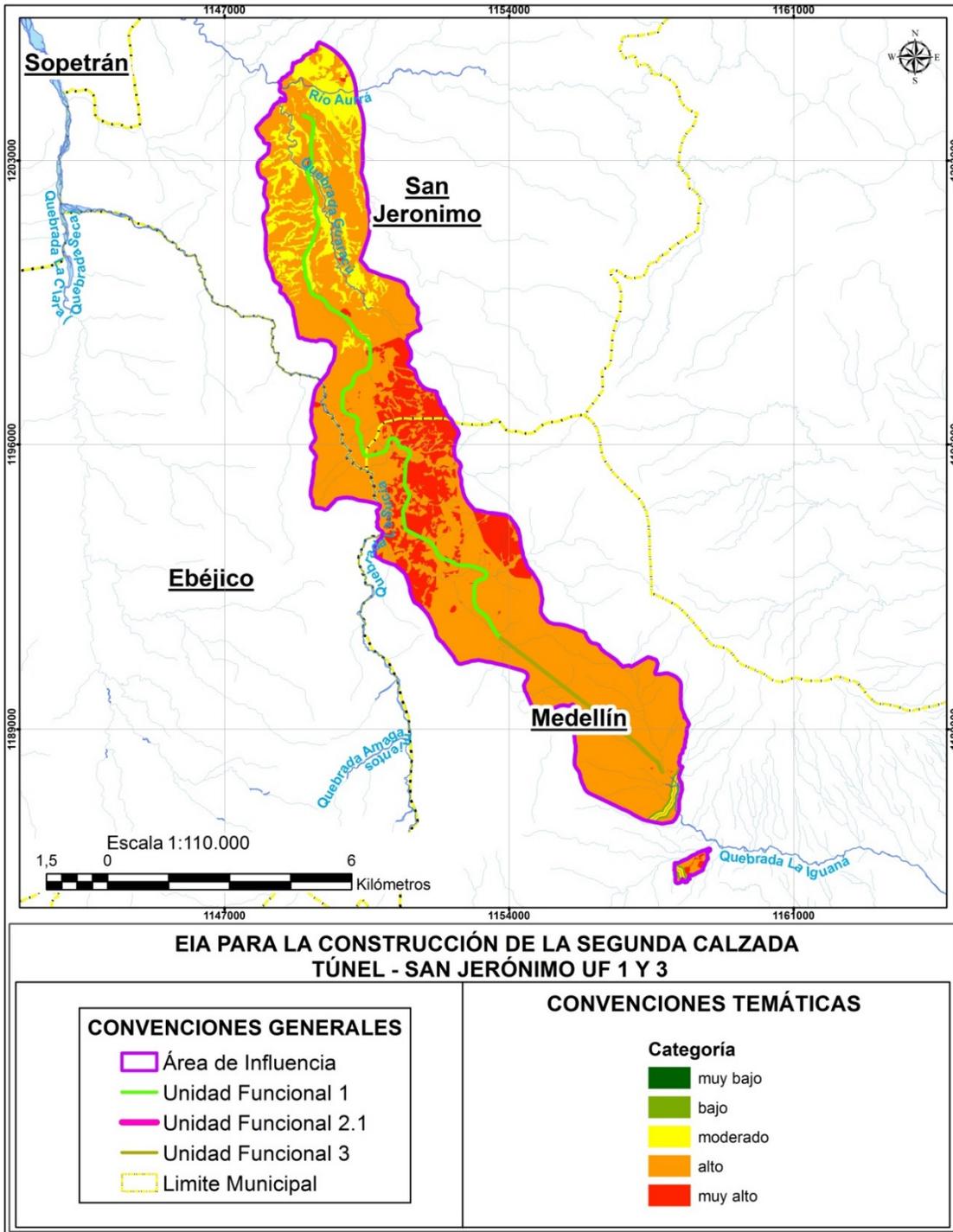
ubicado en niveles de riesgo considerables, se debe tener muy presente el trazado existente de ductos de hidrocarburos en cercanías al trazado del proyecto, principalmente en la fase de construcción, con el fin de no intervenir áreas que tengan esta infraestructura y puedan presentarse fisuras en los mismos y por ende derrames, incendios o explosiones con el potencial de afectar significativamente el ambiente, la infraestructura o la vida y la salud humana.

Los escenarios de riesgo relacionados con procesos de amenaza geotécnica, generaron únicamente dos (2) relaciones con un nivel de riesgo alto relacionado al potencial de generar fatalidades en procesos constructivos del trazado o el túnel. Por lo tanto, se requerirá que se designen responsables que estén constantemente revisando los sistemas de alertas relacionados a este tipo de amenaza en las diferentes etapas del proyecto.

Los riesgos asociados al abatimiento del nivel freático que se pueda llegar a presentar en la etapa de construcción de túneles son muy bajos, debido a las secuencias que presentan las formaciones de la zona caracterizadas por una permeabilidad predominantemente baja a muy baja y al no tener porosidad primaria. Debido a las formaciones metamórficas presentes no se puede definir el abatimiento del nivel freático de manera específica.

A modo complementario del análisis, debido a que no todas las amenazas incluidas en el marco del mismo pueden ser espacializadas, en la Figura 11.11 se puede observar el mapa de riesgos establecido con base en las amenazas espacializables (sismicidad, inundación, incendios forestales, amenazas geotécnicas y avenidas torrenciales) y los elementos vulnerables del área asociado a la sensibilidad e importancia de los componentes abiótico, biótico y social (Figura 11.12, Figura 11.13 y Figura 11.14).

**Figura 11.11 Mapa de riesgos**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Los atributos relevantes que caracterizan las categorías de los niveles de riesgo para el área

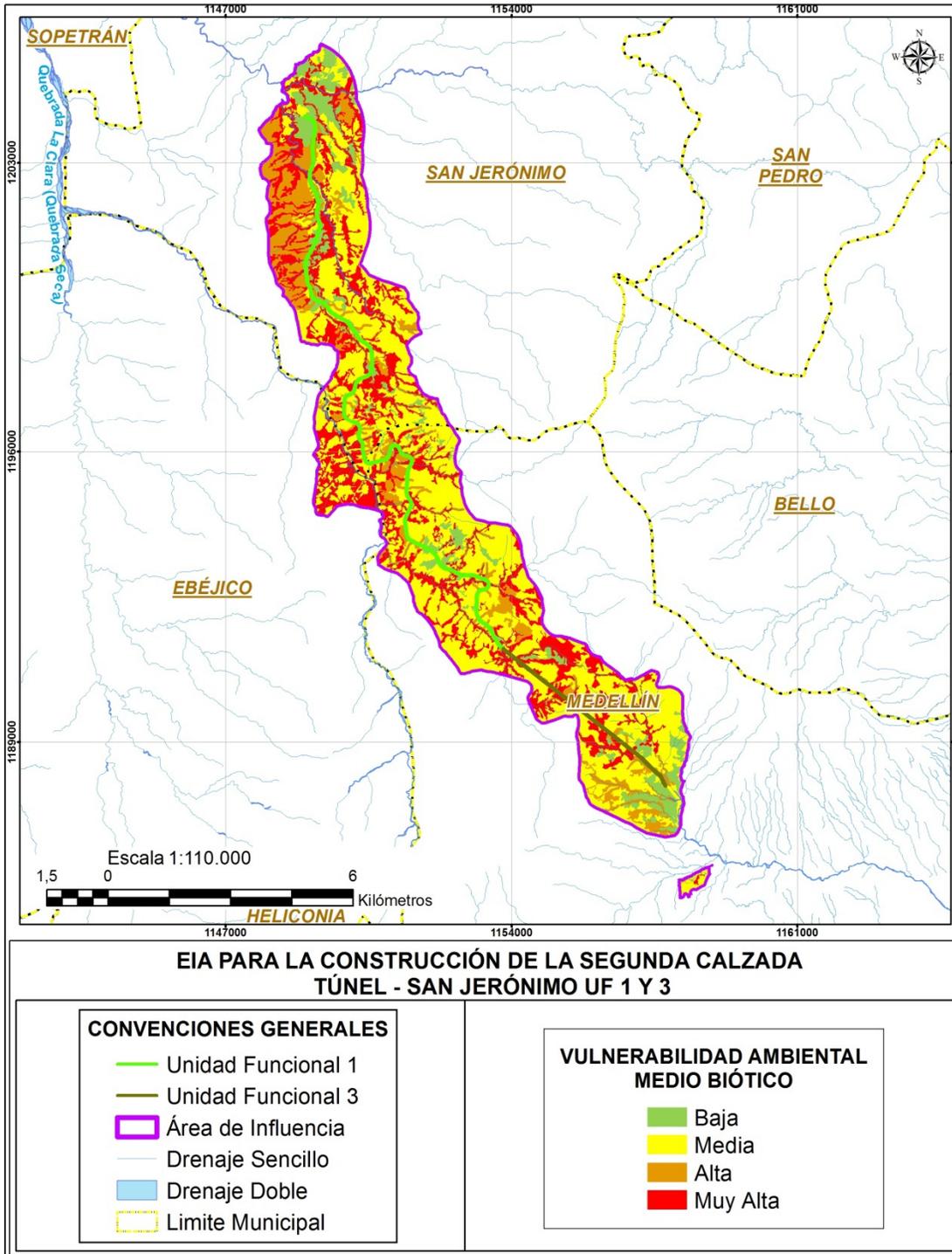
de estudio del proyecto se muestra en la Tabla 11.43.

**Tabla 11.43 Descripción riesgos naturales según mapa de riesgos**

Categoría	Descripción
<b>Muy Alto</b>	Zonas en las cuales se presenta una torrencialidad entre media y alta, amenaza entre moderada y muy alta a incendios y frente a los aspectos geotécnicos presentan amenaza relativa entre moderada y muy alta. La inundación en estas zonas es de media a baja y la sismicidad también se considera baja.
<b>Alto</b>	Zonas en las cuales se presenta una torrencialidad entre media y alta, la amenaza por incendios puede variar entre muy bajo a muy alta y frente a los aspectos geotécnicos la amenaza relativa puede estar entre baja y muy alta. La amenaza por inundación sería de baja a media y la amenaza por sismicidad baja.
<b>Moderado</b>	Zonas en las cuales se presenta una torrencialidad media, la amenaza por incendios puede variar entre muy bajo a muy alto y frente a los aspectos geotécnicos la amenaza relativa puede estar entre baja y muy alta. Baja amenaza por sismicidad y de media a baja amenaza por inundación.
<b>Bajo</b>	Zonas en las cuales se presenta una torrencialidad alta, pero una baja amenaza por inundaciones, la amenaza por incendios puede variar entre muy bajo a alta y frente a los aspectos geotécnicos la amenaza relativa puede estar entre baja y moderada.
<b>Muy Bajo</b>	Zonas en las cuales se presenta una torrencialidad alta, pero una baja amenaza por inundaciones, de baja a nula amenaza por licuación, baja amenaza sísmica, la amenaza por incendios puede variar entre muy bajo a muy alta y frente a los aspectos geotécnicos la amenaza relativa puede estar entre baja y muy alta.

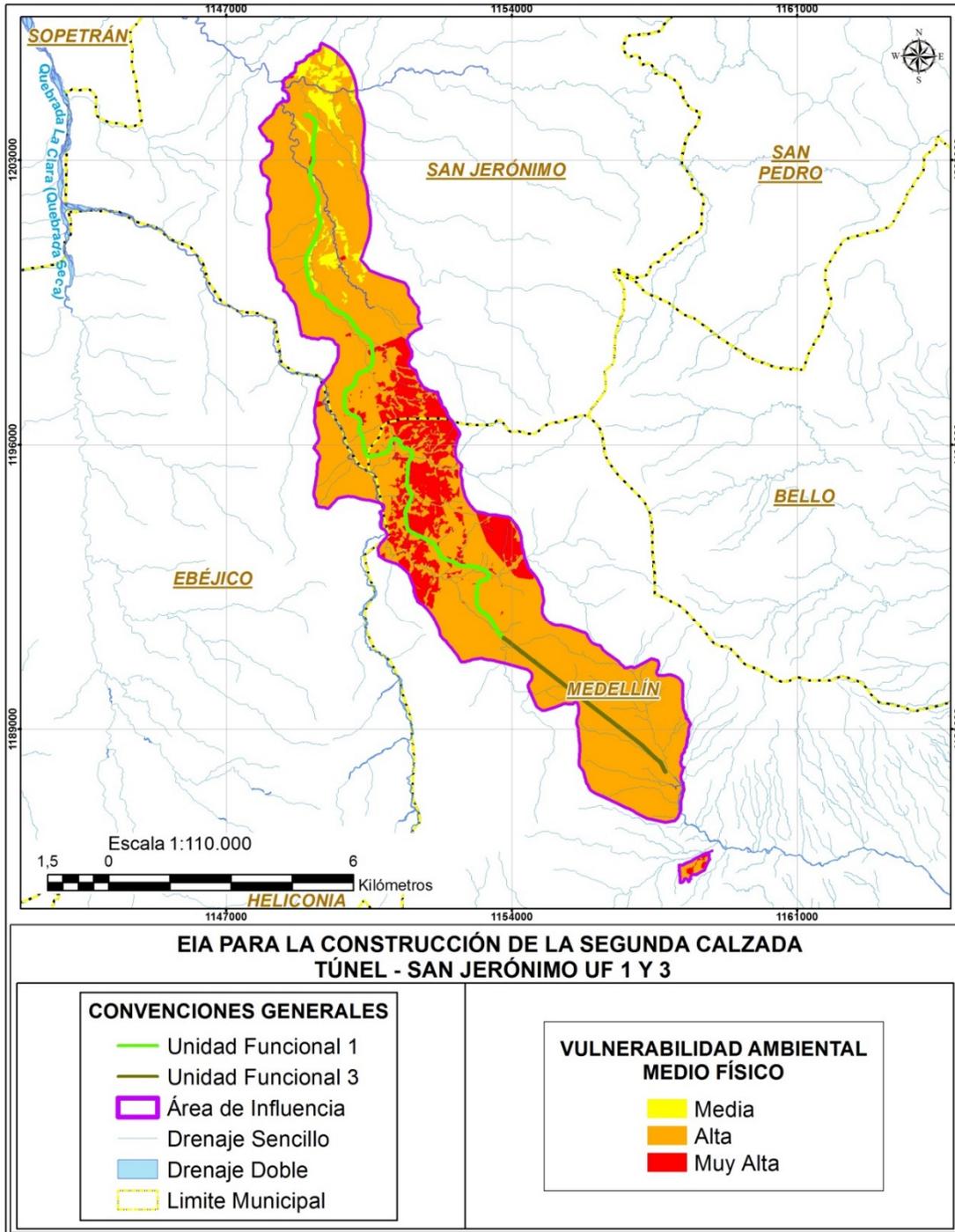
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Figura 11.12 Mapa de vulnerabilidad biótica**



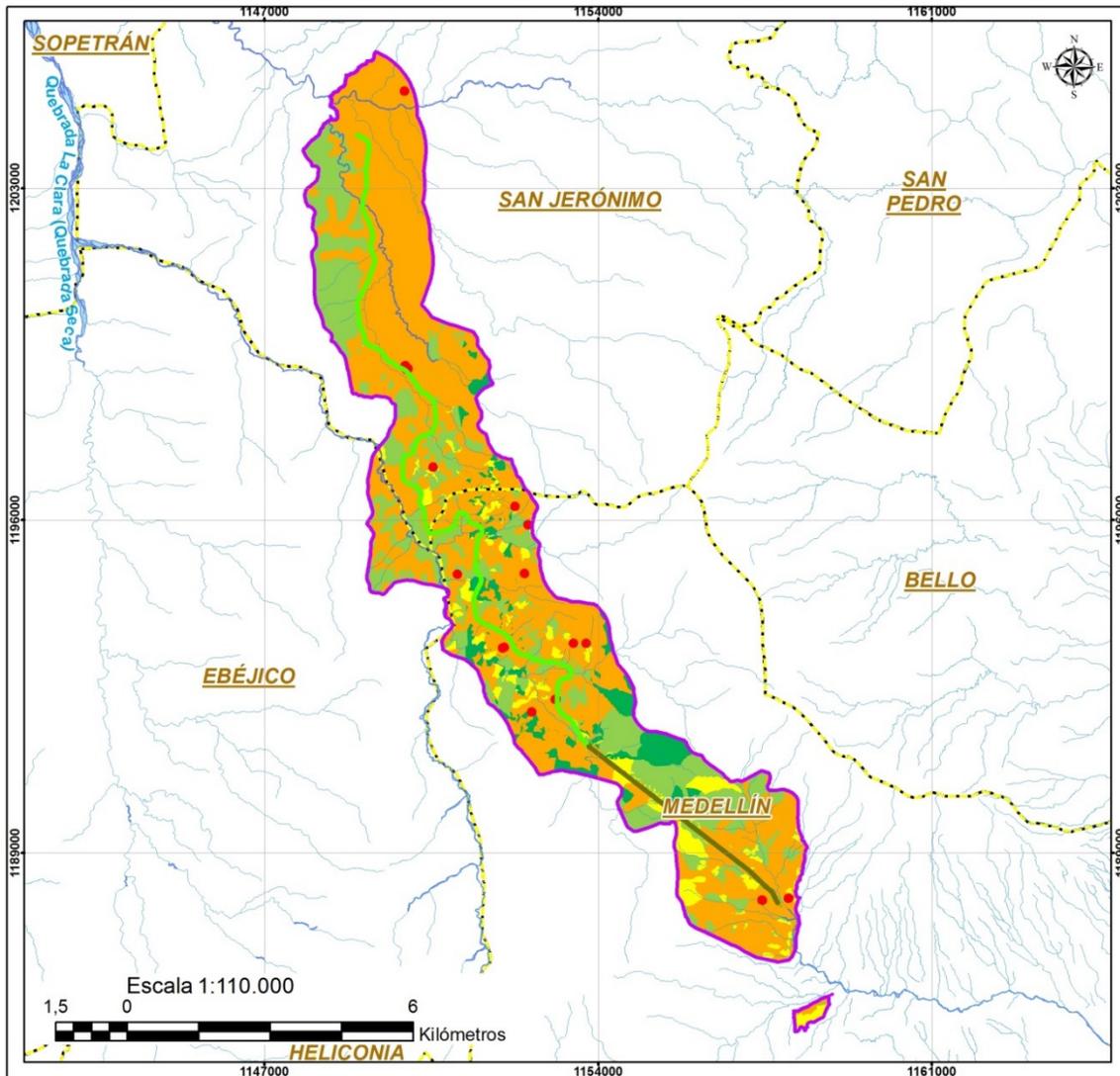
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Figura 11.13 Mapa de vulnerabilidad abiótica**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Figura 11.14 Mapa de vulnerabilidad socioeconómica**



**EIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA  
TÚNEL - SAN JERÓNIMO UF 1 Y 3**

CONVENCIONES GENERALES	VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIO SOCIOECONÓMICO
Unidad Funcional 1	Muy Baja
Unidad Funcional 3	Baja
Área de Influencia	Media
Drenaje Sencillo	Alta
Drenaje Doble	Muy Alta
Limite Municipal	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**11.1.3.4.14 Aceptabilidad de los niveles de riesgo**

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Los riesgos tienen un rango de aceptabilidad, en la Tabla 11.44 se describen los rangos propuestos para implementar en la vía. La valoración dada a los niveles de riesgo se describe a continuación:

- **Muy Bajo:** Corresponde a riesgos que se controlan con base en los diseños, la organización normal del proyecto, los programas de capacitación y entrenamiento en los procedimientos de trabajo, la utilización de personal capacitado y las acciones normalmente desarrolladas en la ejecución de este tipo de proyectos. Los eventos que ocasionan esta vulnerabilidad generalmente son de control por parte de los ejecutores del proyecto y los orígenes son de tipo interno.
- **Bajo:** Aunque existen los riesgos, la prevención, los procedimientos normalmente establecidos para los diferentes procesos y actividades, hacen que los eventos incluidos en este rango, no ocasionen retrasos, pérdidas o daños importantes que afecten el desarrollo del proyecto o su operación.
- **Medio:** Se presentan riesgos que dependen de la ejecución y operación del proyecto (endógenos), siendo controlables a través de planes internos. Las consecuencias de los eventos son controladas, pero es posible que se ocasionen daños a niveles localizados o pérdidas limitadas que no afectan el desarrollo del proyecto, de manera normal. No hay suspensiones de las actividades del proyecto y los daños son reparables a nivel local.
- **Alto:** Corresponde a riesgos por fenómenos naturales o situaciones de orden público, que no dependen en su totalidad de la ejecución y operación del proyecto. Las consecuencias de los eventos son controladas principalmente a través del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Contingencia. Se ocasionan daños y pérdidas que pueden afectar el normal desarrollo del proyecto.
- **Muy Alto:** Se presenta debido a la situación política y social del país, por eventos exógenos o endógenos y por fenómenos naturales de gran magnitud, difícilmente previsible, o cuyos efectos no son controlados por los diseños. Las consecuencias se pueden controlar a través del Plan de Contingencia. Los daños y pérdidas ocasionados pueden afectar considerablemente el desarrollo, ejecución u operación del proyecto.

**Tabla 11.44 Rangos de aceptabilidad del riesgo**

	Lesiones personales	Daño ambiental	Pérdidas económicas/materiales	Imagen de la empresa
<b>MUY BAJO</b>	No requiere procesos adicionales a los propios de inducción, notificación de riesgos, entrega de EPP e inspecciones pre operacionales, se debe contar con equipos de atención de emergencias básicas.	No requiere procesos adicionales a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo.	No requiere procesos adicionales al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales.	No requiere procesos adicionales a las buenas prácticas.
<b>BAJO</b>	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Adicional a la toma de medidas preventivas para no potencializar el riesgo, se debe contar con preparación para la atención del evento dañino.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad.
<b>MEDIO</b>	La actividad se puede llevar a cabo implementando los procesos y procedimientos básicos de seguridad, es precisa la implementación de permisos de trabajo y una previa inspección del lugar de trabajo.	Se debe contar con medidas de prevención e identificación de riesgos para la atención de emergencias y contingencias. Incluyendo capacitación en atención a los posibles riesgos que se puedan presentar.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad. Adicional, se debe manejar y monitorear el riesgo utilizando el sistema de gestión.
<b>ALTO</b>	La actividad se puede llevar a cabo, previo proceso de verificación e inspección, es precisa la implementación de permisos de trabajo, adicionalmente deben verificarse las condiciones para el traslado del personal.	Debe contarse con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo.	Adicional al seguimiento de los procedimientos constructivos u operacionales se debe contar con los recursos que garanticen el restablecimiento de la actividad dentro de los días subsiguientes.	Se debe contar con protocolos de comunicación y procedimientos para el restablecimiento de la actividad, adicionalmente se debe poder proponer acciones correctivas inmediatas.
<b>MUY ALTO</b>	Implementar medidas de control que ayuden a mitigar las consecuencias del evento dañino, adicionalmente se debe verificar que es entendido y funciona el plan de contingencias y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias.	Adicional a contar con equipos para la atención de emergencias y contingencias apropiados conforme a la magnitud del riesgo, se debe contar con los protocolos de ayuda externa al proyecto.	Previo al inicio de la actividad se debe verificar que es entendido y funciona el plan de contingencias y que se cuenta con los equipos para la atención de emergencias, así como contar con protocolos para el restablecimiento de la operación.	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Las medidas establecidos para responder a los diferentes escenarios de riesgo comprendidas en esta sección son sugeridas, deben ser revisadas y acotadas de acuerdo a las necesidades determinadas previo al proceso constructivo del proyecto.

#### **11.1.3.4.1.15 Condiciones que tienden a disminuir la exposición del proyecto a riesgos endógenos y exógenos**

Las acciones preventivas y de control de fallas tienen un rol fundamental en la prevención de riesgos. Estas deben ser tenidas en cuenta durante todas las fases del proyecto.

Muchos de los eventos, siniestros o accidentes que ocurren en las vías no pueden describirse estadísticamente dado a su naturaleza o falta de un sistema unificado de información. Debido a esto, la descripción de la incertidumbre de los eventos, los peligros o amenazas y los riesgos asociados a estos eventos no se puede formular de forma precisa con base en la definición de un valor probabilístico, sino con una apreciación subjetiva de ésta (lo cual es válido en la teoría de las probabilidades). Esto ha conllevado a establecer una apreciación de tipo posibilístico, dada por rangos de posibilidad de ocurrencia, sin definir exactamente valores, sino calificativos lingüísticos.

Algunos de los escenarios como derrames, accidentes, fallas en el proceso operativo de equipos, procesos de remoción en masa, atentados, entre otros, pueden no ser asociados a valores estadísticos y los métodos implementados en los análisis no pueden garantizar la prevención de estos eventos; sin embargo los criterios de diseño, los procedimientos y medidas HSEQ a implementar durante la construcción y operación, deberán velar por la prevención, reducción y control de los riesgos y por tanto las consecuencias de estos eventos a lo largo de la operación del proyecto.

Desde los diseños del corredor vial se deben contemplar los riesgos potenciales a raíz de amenazas endógenas o exógenas, con el fin de propender por la mínima afectación al medio, evitando la propagación o contacto de áreas sensibles con las amenazas. De esta forma, se tuvo previsto en el diseño los parámetros requeridos para garantizar que dependiendo del grado de maniobrabilidad en la vía se genere el menor grado de accidentalidad.

Así mismo, durante el proceso constructivo, el coordinador de las actividades debe tener en cuenta todas las posibilidades de ocurrencia de un evento, ya sea de origen antrópico o natural, que pueda poner en juego la integridad del proyecto, comprometer la integridad física de algún trabajador o el equilibrio normal de los recursos naturales presentes en el área de intervención, de tal forma que se pueda prever el control y la no propagación del efecto.

Como aspecto relevante, en el suceso de presentarse abatimiento del nivel freático por la ejecución del proyecto a pesar de las consideraciones sobre permeabilidad (asociadas a baja



Agencia Nacional de Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

y muy baja) presentes en la formación se considera bajo. Sin embargo, en el caso de presentarse este suceso que conlleve a la afectación de la comunidad aledaña por disminución en la captación de agua, se puede atender la emergencia con abastecimiento de agua por medio de carrotaques en épocas de invierno.

De esta forma durante las actividades de construcción, operación o mantenimiento las acciones encaminadas a disminuir el riesgo podrían contemplar, entre otras:

- La capacitación del personal en temáticas de seguridad industrial y salud ocupacional para diferentes actividades de construcción.
- Capacitación del personal en atención de emergencias.
- Conformación de brigadas para la atención de emergencias.
- Desarrollo de simulacros y establecimiento de procesos de mejora continua con relación a la atención de emergencias.
- Contar con recursos (técnicos, financieros, físicos) adecuados para la prevención y atención de emergencias.
- La utilización de la señalización adecuada y demarcación de áreas operativas, de tal forma que se puedan identificar las condiciones de ingreso y las restricciones de las mismas.
- Patrones de conducción y transporte de materiales.
- Mantenimientos preventivos y correctivos.
- Procedimientos de identificación de equipos en mantenimiento y disponibilidad operativa de los mismos.
- Gestión con entes de asistencia a emergencias de centros poblados cercanos que brinden una atención rápida a una eventual emergencia.
- Limitar la presencia de personas entre trabajadores y visitantes, lo que disminuye la posibilidad de víctimas en caso de un siniestro.

#### **11.1.3.4.2 REDUCCIÓN DEL RIESGO**

##### **11.1.3.4.2.1 Estructura de respuesta**

###### **11.1.3.4.2.1.1 Clasificación de las emergencias**

De acuerdo a la magnitud potencial de la afectación, a raíz de la manifestación de una amenaza, y de los recursos técnicos y físicos requeridos para la atención de la emergencia, a continuación se propone la clasificación de las emergencias.

- **Emergencia Grado Menor:** Se trata de emergencias que no afectan la continuidad de operación pues no compromete más de un área o equipo específico, los daños a bienes inmuebles se pueden subsanar en sitio, no hay daño al medio ambiente que suponga medidas de atención a largo plazo y en cuanto a lesiones personales estas no generan al trabajador incapacidad. El personal de respuesta y el personal técnico pueden velar por la atención básica de la emergencia, el área de influencia del

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

evento no supera el corredor de la vía, o las áreas de servicios auxiliares.

- Emergencia Grado Medio: Este tipo de emergencias pueden afectar por corto plazo la continuidad de la operación, al comprometer más de un área o equipo, no es posible subsanar los daños a bienes inmuebles en sitio por lo que se pueden requerir repuestos no disponibles en el proyecto. Los daños generados al medio ambiente pueden requerir de reparación a mediano plazo y en cuanto a lesiones personales, estas tendrían el potencial de generar lesiones con incapacidad temporal en el trabajador. Para la atención de este tipo de emergencias se puede llegar a requerir de apoyo externo local aparte del personal de respuesta.
- Emergencia Grado Mayor: La emergencia afecta por largo plazo, o de manera indefinida la continuidad de la operación, los daños al medio ambiente podrían ser a largo plazo y cambiar las condiciones del terreno. En cuanto a lesiones personales, se podría generar en los trabajadores lesiones permanentes e incluso la muerte. Para la atención de la emergencia es preciso poner en marcha todos los recursos disponibles en el proyecto y se podría requerir apoyo externo local y regional.

#### 11.1.3.4.2.1.2 Estructura básica para el comando de las emergencias

La estructura de respuesta desarrollada para la atención de emergencias se estableció de acuerdo al Sistema Comando de Incidentes (SCI).

El SCI fue desarrollado en la década de 1970 por FIRESCOPE (*Fire Fighting Resources of Southern California Organized for Potential Emergencies*) a raíz de la necesidad de un nuevo enfoque para atender de forma oportuna y eficiente las emergencias generadas por incendios en California (Programa Regional de Asistencia para Riesgos de Desastres (RDAP), 2012).

El sistema fue concebido bajo los siguientes principios básicos (Stumpf, 1999):

- El sistema debe ser organizacionalmente flexible, con el fin de satisfacer las necesidades de cualquier tipo y magnitud del incidente.
- Las diferentes organizaciones que pueden dar respuesta a una emergencia deberán estar en la capacidad de usar el sistema como parte de su rutina diaria, pero también como mecanismo para afrontar una emergencia de gran magnitud.
- El sistema debe ser lo suficientemente estandarizado con el fin de permitir que personal de diferentes organizaciones y agencias de respuesta puedan fusionarse de forma rápida en una única estructura de manejo.
- El sistema debe ser costo efectivo.

En la Figura 11.15 se presenta la estructura general del SCI, que debe ser revisada y adaptada de acuerdo a las características propias del proyecto y a la estructura



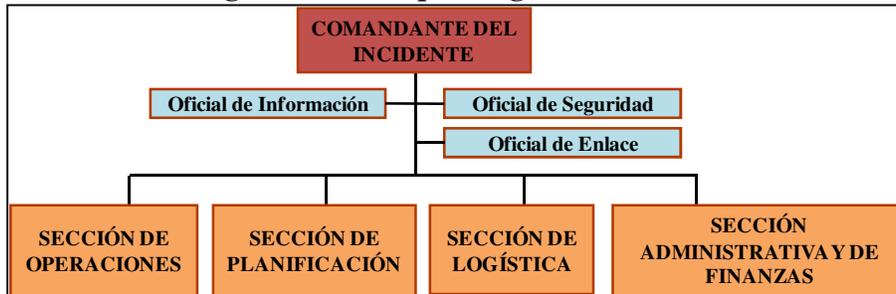
Agencia Nacional de Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

organizacional que se implemente en la fase constructiva.

**Figura 11.15 Esquema general del SCI**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2015 adaptado de (Incident Command System Training, 2008)

### 11.1.3.4.2.1.3 Responsabilidades

De acuerdo al esquema general del Sistema Comando de Incidentes, para la atención de emergencias en el marco del proyecto en la Tabla 11.45 se referencian las potenciales responsabilidades generales de los grupos de apoyo.

**Tabla 11.45 Responsabilidades en la atención de emergencias**

Grupo	Responsabilidades
DIRECCIÓN DEL PLAN	<p>No necesariamente se localiza en el frente de trabajo; se conforma generalmente por personal administrativo de alto orden jerárquico en la compañía.</p> <p>Entre las funciones principales se encuentran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Gestionar y canalizar los recursos administrativos y técnicos para el diseño y ejecución del plan.</li> <li>Establecer directrices, revisar y aprobar procedimientos, programas y actividades propias del plan de emergencias y contingencias.</li> <li>Ejercer control y seguimiento sobre el desarrollo y continuidad del plan de emergencias y contingencias.</li> <li>Revisar y transmitir la información que debe suministrarse a los medios de comunicación pública en caso de situaciones de emergencia de grado mayor.</li> </ol>
COMANDANTE DEL INCIDENTE	<p>Es la más alta función del Sistema Comando de Incidentes y consiste en administrar, coordinar, dirigir y controlar los recursos en la escena ya sea por competencia legal, institucional, jerárquica o técnica. Esta función la ejerce el Comandante del Incidente (CI) (U.S. Agency for International Development - USAid, 2012). Entre las funciones principales se encuentran:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Asumir el mando, asegurar la autoridad de acuerdo a la política y a los procedimientos de la institución.</li> <li>Establecer el Puesto de Comando (PC).</li> <li>Velar permanentemente por la seguridad en el incidente.</li> <li>Evaluar la situación.</li> <li>Determinar los objetivos de incidente, sus prioridades inmediatas, la(s) estrategia(s) y táctica(s) a seguir.</li> <li>Establecer el nivel de organización necesaria, monitorear continuamente la operación y la efectividad de la organización.</li> </ol>

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

Grupo	Responsabilidades
	g) Administrar los recursos. h) Elaborar y/o aprobar e implementar el Plan de Acción del Incidente (PAI). i) Coordinar las actividades del Staff de Comando y Secciones. j) Aprobar solicitudes de recursos adicionales o su desmovilización. k) Autorizar la entrega de información a los medios noticiosos. l) Aprobar la desmovilización de los recursos cuando sea apropiado. m) Asegurar que los reportes post-incidente estén completos. n) Presentar el Informe Final.
OFICIAL DE INFORMACIÓN	Hará las veces de punto de contacto con los medios de comunicación u otras organizaciones en busca de información directa sobre la emergencia o evento. Aunque varios organismos encargados de la atención pueden designar a miembros del personal como Oficiales de Información durante una emergencia o evento, solamente habrá un Oficial de Información. Los demás servirán como asistentes (Gobierno de la provincia de Neuquén, 2012).
OFICIAL DE SEGURIDAD	Analizar el peligro o situaciones inseguras y desarrollar medidas para mantener la seguridad del personal. Los incidentes con materiales peligrosos exigen la presencia de un oficial de seguridad. No obstante, el Oficial de Seguridad puede ejercer su autoridad en caso de emergencia para concluir las acciones si el personal se encuentra ante un inminente peligro de muerte. Solamente se asignará un Oficial de Seguridad ante la emergencia. El Oficial de Seguridad puede disponer de asistentes conforme a las necesidades, y los asistentes pueden representar a otras instancias o jurisdicciones (Gobierno de la provincia de Neuquén, 2012).
OFICIAL DE ENLACE	El Oficial de Enlace es el punto de contacto en una emergencia para el personal de las instancias que estén auxiliando o colaborando. Debe haber solamente un Oficial de Enlace por emergencia. Las emergencias de muy amplia magnitud podrían requerir asistentes (Gobierno de la provincia de Neuquén, 2012).
SECCIÓN DE OPERACIONES	Responsable del manejo táctico de las operaciones en un incidente. La necesidad de expandir la sección de operaciones es generalmente determinada por el número de recursos tácticos involucrados.  Las principales responsabilidades son (Incident Command System Training, 2008): a) Asegurar la seguridad en las operaciones tácticas. b) Gestionar las operaciones tácticas. c) Desarrollar la sección correspondiente a operaciones del Plan de Acción para el Incidente. d) Evaluar y solicitar, de ser necesario, los recursos para desarrollar las operaciones tácticas. e) Aprobar la liberación de los recursos previamente asignados a las tareas operacionales activas f) Realizar o aprobar cambios en el expediente del Plan de Acción para el Incidente. g) Mantener contacto con el Comando del Incidente, el personal de operaciones subordinado y otras agencias involucradas en el incidente.
SECCIÓN DE PLANIFICACIÓN	Responsable de proveer servicios de planificación para el incidente. Bajo la dirección de la sección de planificación, se colectará información sobre el estatus y los recursos utilizados, se evaluará y procesará la información para utilizarla en los informes requeridos. Las principales responsabilidades son (Incident Command System Training, 2008): a) Recopilar y manejar la información relevante relacionada con los datos operacionales. b) Supervisar la elaboración de los informes requeridos. c) Suministrar información que requiera la sección de operaciones o el comando del incidente. d) Recopilar e incorporar información relacionada a los planes médicos, de tráfico y comunicaciones, y otros de soporte en los informes requeridos. e) Desarrollar y facilitar reuniones de planificación. f) Re asignar personal en las diferentes áreas del sistema comando de incidentes. g) Compilar y visualizar información relacionada con el estatus del incidente. h) Establecer los requerimientos de información y los esquemas de reporte para las diferentes unidades involucradas en la atención de emergencias. i) Determinar la necesidad de recursos especializados.

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

Grupo	Responsabilidades
	j) Conformar y desagrupar los grupos de trabajo y los equipos de ataque. k) Establecer el sistema de recopilación de información especializada según sea necesario (Ej. Clima). l) Estructurar la información de estrategias de respuesta alternativas. m) Proveer reportes periódicos de las predicciones del potencial del incidente. n) Reportar cambios significativos en el estatus del incidente.
SECCIÓN DE LOGÍSTICA	Provee el soporte necesario para la atención del incidente, exceptuando las operaciones aéreas. Es responsable por proveer (Incident Command System Training, 2008): <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Instalaciones.</li> <li>b) Transporte</li> <li>c) Comunicación</li> <li>d) Insumos</li> <li>e) Equipo de mantenimiento y combustibles</li> <li>f) Servicios alimenticios para los respondientes</li> <li>g) Servicios médicos para los respondientes</li> </ul> Las principales responsabilidades de la dirección se la sección son: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Manejar toda la logística del incidente.</li> <li>b) Proveer la información logística requerida para la elaboración de los informes del incidente.</li> <li>c) Identificar y proveer anticipadamente servicios y soporte a requerir.</li> <li>d) Solicitar recursos adicionales según sea necesario.</li> <li>e) Supervisar la desmovilización de la sección de logística y los recursos asociados.</li> </ul>
SECCIÓN ADMINISTRATIVA Y DE FINANZAS	Es responsable de la gestión y manejo de todos los recursos financieros del incidente. No todos los incidentes requerirán de esta sección, únicamente cuando las agencias involucradas en la atención que tengan requerimientos adicionales por servicios financieros, la sección se activará.  Las principales responsabilidades de la dirección se la sección son (Incident Command System Training, 2008): <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Manejar los aspectos financieros de un incidente</li> <li>b) Proveer análisis financieros y de costos según sea requerido.</li> <li>c) Gestionar las compensaciones y las reclamaciones relacionadas al incidente.</li> <li>d) Recopilar información pertinente de las sesiones informativas con agencias responsables.</li> <li>e) Desarrollar un plan operativo para las finanzas y administración.</li> <li>f) Reunirse con los representantes de las agencias de cooperación y atención de emergencias según sea requerido.</li> <li>g) Mantener contacto diario con las oficinas principales de las agencias en temas relacionados con las finanzas.</li> <li>h) Asegurar que los informes del incidente requeridos son correctamente diligenciados y entregados.</li> <li>i) Realizar sesiones informativas administrativas cortas sobre temas financieros que requieren atención o seguimiento.</li> <li>j) Proveer información a los informes del incidente que sean requeridos.</li> </ul>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 tomado de (Incident Command System Training, 2008)

#### 11.1.3.4.2.1.4 Rutas de evacuación

Una evacuación es un conjunto de acciones mediante las cuales se pretende proteger la vida y la integridad de las personas que se encuentren en una situación de peligro, llevándolas a

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

un lugar de menor riesgo (Seguros de Riesgos Laborales SURAMERICANA S.A., 2015). Esta evacuación se da por rutas pre establecidas, que se caracterizan por ser un camino continuo y no obstruido de salida desde cualquier lugar del sitio de trabajo a un sitio seguro (United States Department of Labor, 2015), que generalmente se denomina Punto de Encuentro.

Las rutas de evacuación se deberán establecer y socializar a todo el personal del proyecto, incluido contratistas, una vez se localice el centro de operaciones y los frentes de obra. Las áreas afectadas se evacuarán por las rutas normales de acceso existentes y las más cercanas al sitio donde se encuentren ubicados.

#### **11.1.3.4.2.1.5 Señalización de emergencia**

Las salidas, rutas y puntos de encuentro se pueden señalar de acuerdo a la norma técnica NTC 1700. Algunos de los elementos de dicha norma son:

Las salidas y rutas por recorrer deben ser claramente visibles.

- Deben estar claramente indicadas las direcciones que deberán seguir las personas durante el proceso de evacuación.
- Las letras utilizadas para demarcar las señalizaciones, deberán estar escritas con características legibles no menores de 16 cm de alto y un trazo no menor de 2 cm de ancho y deberán iluminarse convenientemente.
- Los elementos de protección contra incendios y kits de emergencia deberán estar señalizados adecuadamente.

#### **11.1.3.4.2.1.6 Sitios de reunión final o Puntos de Encuentro**

Con el fin de verificar, luego de la evacuación, si todo el personal de las diferentes áreas evacuó, o si falta algún miembro del equipo, se designarán los denominados Puntos de Encuentro. Estos se localizarán en zonas donde se identifique la menor posibilidad de manifestación de amenazas, como caída de objetos, árboles o cerca de infraestructura que pueda colapsar. Así mismo, se debe evitar atravesar vías principales y rutas de acceso a la zona o área en emergencia.

En estas zonas los brigadistas encargados realizarán, luego de la emergencia, el conteo de personal y reportarán los hallazgos; luego de este conteo, el personal deberá esperar una nueva orden con el fin de retomar las actividades o abandonar totalmente el área.

#### **11.1.3.4.2.1.7 Programa de socialización divulgación, capacitación, entrenamiento y simulacros**

Se deberán establecer cronogramas de divulgación del plan de contingencia entre el

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

personal del proyecto, entes externos y comunidad en general según sea necesario. Luego de la asignación de responsabilidades se deberán determinar los requerimientos de capacitación y ejecutar las mismas de acuerdo a las necesidades de las diferentes áreas y brigadas. Todo personal nuevo que ingrese a laborar en el proyecto, deberá ser capacitado por el departamento de HSEQ o el supervisor de área correspondiente.

#### 11.1.3.4.2.1.7.1 *Divulgación*

Se podrá realizar la divulgación del Plan de Contingencia por medio de talleres participativos a todo el personal de la empresa (involucrados activamente o no en el plan), y a la comunidad del área de influencia, para que conozcan el plan e identifiquen la forma de proceder en caso de una emergencia. En la Tabla 11.46 se relaciona el programa tentativo de dicha divulgación.

**Tabla 11.46 Contenido del programa de divulgación**

CONTENIDO
Sensibilización de la importancia de evaluar los riesgos
Marco Normativo
Metodología para el análisis de riesgos
Actividades del proyecto evaluadas en el análisis de riesgos
Análisis de riesgos desarrollado
Plan de Contingencia priorizando las estrategias de respuesta

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Las divulgaciones podrán ser realizadas anualmente o cuando se efectúen modificaciones en la identificación de las amenazas.

#### 11.1.3.4.2.1.7.2 *Capacitación y entrenamiento*

Las capacitaciones van desde charlas especializadas al personal involucrado del plan, hasta presentaciones informativas sobre estrategias de respuesta en caso de emergencia. Las charlas especializadas podrán ser dirigidas o asistidas por representantes de entes de socorro o atención de emergencias como la Cruz Roja, Bomberos, Defensa Civil, entre otros; que pueden brindar información sobre la forma de actuar en caso de emergencias.

Entre las capacitaciones especializadas se podrían relacionar las siguientes: Capacitación protocolo básico de primeros auxilios (RCCP), de evacuación y rescate, métodos de control y prevención de escapes, derrames, incendio o explosión, control de incendios, identificación y manejo de sustancias peligrosas, entre otras.

Como parte del proceso de entrenamiento de las brigadas de emergencia y del personal operativo del proyecto se deberán realizar simulacros. Consisten en escenarios preestablecidos en los que se presenta una emergencia controlada que se podría presentar

	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN</b> <b>JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

en el desarrollo del proyecto, con el fin de medir, mejorar y consolidar el nivel y estado de respuesta de la empresa ante una emergencia, así como del accionar de las entidades de apoyo y la comunidad, de ser necesario.

Estos deberán ser planificados, considerando aspectos como el alcance de los mismos, los recursos humanos y técnicos a involucrar, los tipos de amenaza a afrontar, entre otros elementos.

#### **11.1.3.4.2.1.8 Metodología para evaluar la eficiencia del plan de contingencia**

Para evaluar la eficiencia del plan de contingencias, el (los) Contratista(s) deberán establecer un procedimiento o Plan de seguimiento y mejora continua del plan de contingencia, que permita identificar los riesgos inherentes al desarrollo de las actividades constructivas y operativas del proyecto y verificar que los esquemas de respuesta sean efectivos.

Algunos de los elementos con los cuales podría contar al plan de seguimiento y mejora continua son los siguientes:

- Definición de sistemas de comunicación eficientes.
- Ajuste de los esquemas y procedimientos de respuesta de acuerdo a la experiencia en campo.
- Revisión de la asignación de roles y responsabilidades.
- Estrategias de seguimiento al desempeño del comité de emergencias.
- Evaluación del conocimiento relacionado a las responsabilidades a las partes involucradas en la atención y respuesta ante una emergencia.
- Revisión periódica de las temáticas y cronogramas de capacitación y entrenamiento.
- Revisión y ajuste de las estrategias de documentación y recopilación de información estadística, causa y respuesta de las emergencias presentadas.
- Revisión y ajuste del panorama de riesgos.

#### **11.1.3.4.3 PLAN OPERATIVO**

El Plan Operativo establece los procedimientos básicos de la operación del plan y define los lineamientos y mecanismos de notificación, organización y funcionamiento del mismo.

Adicionalmente, busca organizar la interacción entre los grupos internos destinados a la atención de emergencias y los grupos de apoyo externo, de ser requeridos.

##### **11.1.3.4.3.1 Sistema de alarmas**

Una vez definidas las instalaciones temporales y de servicios auxiliares durante la construcción y operación, se deberán establecer mecanismos de alerta, principalmente mediante el uso de un elemento sonoro que sea activado con el fin de poner en conocimiento del personal una eventual emergencia.



Agencia Nacional de  
Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN</b> <b>JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

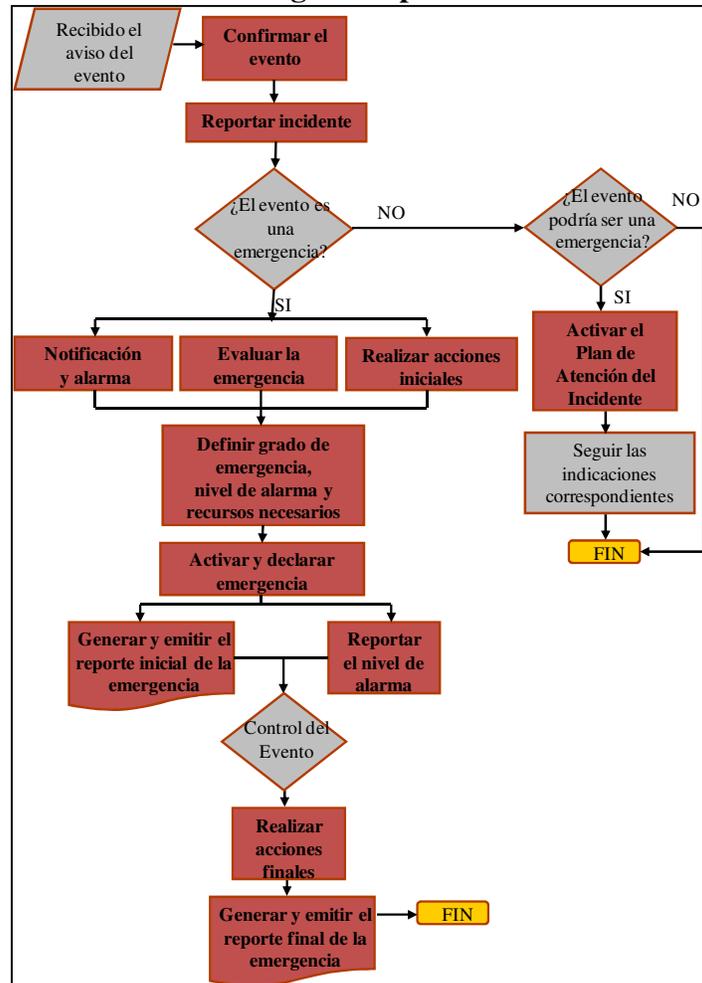
Dicho mecanismo deberá ser socializado previamente y deberá ser relacionado con las acciones a seguir por parte del personal. En términos generales se deberán tener en cuenta las siguientes características en el uso de señales acústicas (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1997):

- La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto.
- No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
- El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.
- No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.
- Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

#### Líneas de acción general para la atención de emergencias

La línea de acción es una herramienta que permite sistematizar de forma general el proceso de atención de emergencias; de esta forma los grupos de respuesta tienen una guía para realizar una serie de procedimientos secuenciales para la atención de las emergencias. En la Figura 11.16 se plantea la línea de acción general para la atención de cualquier tipo de emergencia presentada en el proyecto.

**Figura 11.16 Línea de acción general para la atención de emergencias**



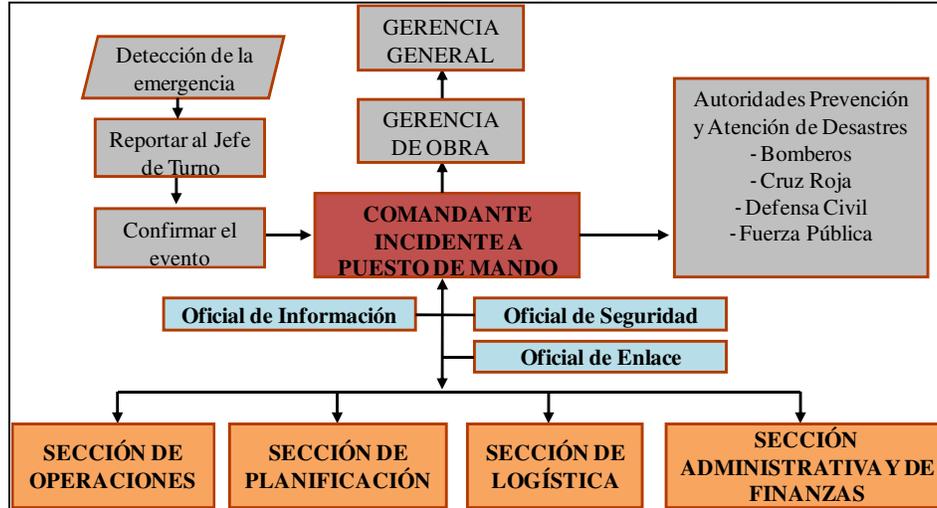
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 adaptado de (ECOPETROL, Responsabilidad Integral Dirección de HSE y Gestión Social, 15 de Marzo de 2012)

### 11.1.3.4.3.2 Líneas de activación, reporte y procedimientos de acción

Las líneas de activación tienen como objetivo optimizar el proceso de flujo de información entre las diferentes áreas pre establecidas de la compañía para poder notificar al grupo de respuesta sobre la emergencia y activar la movilización de recursos para su correspondiente atención.

En la Figura 11.17 se observa el esquema de activación propuesto para la atención de emergencias.

**Figura 11.17 Línea de activación general para la atención de emergencias**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En términos generales todo trabajador o contratista que detecte una emergencia en el área del proyecto está en la obligación de reportar de inmediato al encargado o jefe en turno el cual confirmará el evento antes de proceder con la activación de la alarma, notificación al comandante del incidente y los grupos operativos y de soporte.

Una vez confirmado el evento y activada la alarma, el Ingeniero Residente o Asistente de Campo, puede ocupar el cargo de Comandante del Incidente, el cual se encargará de reportar al Gerente de la Construcción y/o al Gerente de la compañía, dependiendo de la magnitud del evento. Así mismo, se encargará de activar las brigadas operativas, de soporte y, de ser el caso, realizará los contactos con las autoridades externas de apoyo.

En la Tabla 11.47 se describen de forma general las acciones de respuesta que deben ser dirigidas por los coordinadores de área para la atención de emergencias.

**Tabla 11.47 Acciones generales de respuesta**

EVENTO	PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN
SISMO	ANTES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar los riesgos inherentes al desarrollo del proyecto y minimizarlos en la medida de lo posible</li> <li>- Capacitar a los brigadistas y personal general</li> <li>- Establecer los puntos de encuentro y las rutas de evacuación</li> <li>- Identificar recursos necesarios para atender el evento y para atender lesionados en caso de presentarse</li> <li>- Desarrollar esquemas de comunicación, atención y respuesta</li> <li>- Planear y desarrollar simulacros</li> </ul>

EVENTO	PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN
	<b>DURANTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las personas deben mantener la calma, permanecer en los sitios identificados como seguros dentro y fuera de las instalaciones, manteniéndose alejados de ventanas, espejos, estantería, etc.</li> <li>- Si se encuentra en un edificio permanezca donde esté, no traté de utilizar ni los elevadores ni las escaleras durante el sismo</li> <li>- Los operarios y personal general deberá interrumpir adecuadamente las operaciones aplicando los protocolos pre establecidos</li> <li>- Preste ayuda a quien lo necesite (desmayados, lesionados, etc.)</li> <li>- Dado el caso que se decida evacuar y si en la vía de salida existe un riesgo inminente, desvíe el tráfico de personas a otras salidas de acuerdo a las rutas de evacuación pre establecidas.</li> </ul>
	<b>DESPUÉS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si existen evidentes indicios de daños a las estructuras del campamento y/o demás edificaciones asociadas al proyecto (paredes, techos, columnas, etc.), tome usted la decisión de evacuar presuntivamente la zona y notifíquelo al jefe de emergencias o al jefe de intervención por los medios que tenga a su alcance</li> <li>- Vaya hasta el sitio de reunión final y verifique la salida del grupo. En caso de alguna anomalía, notifíquela a la Brigada de Evacuación y Rescate o al Cuerpo de Bomberos Revisar el listado de personal asignado a las diferentes áreas y puntos de encuentro</li> <li>- Repórtese con el jefe de emergencias en el sitio de reunión final</li> <li>- La brigada correspondiente deberá elaborar el análisis de heridos y el proceso de remisión, de ser necesario, a un sitio de atención médica</li> <li>- Bloquee la entrada al área afectada e impida que las personas regresen</li> <li>- Espere instrucciones del Comandante del incidente, o la persona encargada, y transmítalas cuando ello sea procedente</li> </ul>
<b>INUNDACIÓN Y AVENIDA TORRENCIAL</b>	<b>ANTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar seguimiento a los pronósticos oficiales del tiempo y tomar las acciones preventivas adecuadas</li> <li>- Estar atento a las alertas realizadas por el Comité Local o Regional para la Prevención y Atención de Desastres</li> <li>- Ser preventivo al momento de realizar el almacenamiento de sustancias peligrosas</li> <li>- Ubicar los puntos críticos y definir los mecanismos de vigilancia, alerta máxima y evacuación</li> <li>- Realizar un inventario de recursos humanos, técnicos, económicos, en equipos, instalaciones e insumos de emergencia</li> <li>- Preparar los operativos para una posible evacuación</li> <li>- Informar a la comunidad sobre los sistemas de aviso en caso de emergencia</li> <li>- Establecer alistamiento de equipos y personal</li> <li>- Coordinar alojamiento temporal, de ser requeridos</li> <li>- Revisar planes de emergencia, incluyendo las actividades en salud, transporte, remoción de escombros, adecuación vial</li> <li>- Cuando se dé el aviso de que una inundación eminente, se deben desconectar los servicios de energía eléctrica, gas y almacenar adecuadamente sustancias como</li> </ul>

EVENTO	PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN
	combustibles, aceites, etc.
	<b>DURANTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la emergencia e implementar los protocolos previamente acordados</li> <li>- Ante todo se debe conservar la calma y estar pendiente de los avisos oficiales, manteniéndose alerta y en sintonía con la radio</li> <li>- Debe primar la integridad de las personas antes que los bienes materiales</li> <li>- Respetar las indicaciones de las autoridades</li> <li>- Prepararse para el traslado a un lugar seguro si llegara a ser necesario; se debe identificar la ubicación de los albergues establecidos</li> <li>- Evitar caminar por sectores inundados, o cruzar cauces de ríos y quebradas. Aunque el nivel de agua sea bajo, puede aumentar rápidamente y desarrollar velocidades peligrosas</li> <li>- No se debe utilizar vehículos o maquinaria a menos que sea indispensable</li> <li>- Si un vehículo llegara a quedar atrapado, se debe dar instrucciones para que el personal salga de él y busque un refugio seguro en un lugar alto, hasta que sea rescatado</li> </ul>
	<b>DESPUÉS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar afectación a personal, infraestructura, equipos y maquinaria, y determinar pérdidas</li> <li>- Determinar si se requiere restringir el acceso a áreas con potencial de generar amenazas</li> <li>- No consuma alimentos ni bebidas que hayan estado en contacto con el agua que produjo la inundación</li> <li>- Revisar si los sistemas de desagües están en funcionamiento o si requieren de acciones correctivas para su adecuado funcionamiento</li> <li>- Realizar la limpieza del área</li> </ul>
<b>INCENDIO / EXPLOSIÓN</b>	<b>ANTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los coordinadores de área tomarán los registros del personal asignado a cada área</li> <li>- Identificar amenazas</li> <li>- Instalar elementos para la extinción de incendios de acuerdo a las amenazas identificadas, o extintores multipropósito</li> <li>- Capacitar al personal</li> <li>- Se deberán estructurar y socializar los procedimientos de interrupción en la operación y desconexión de equipos correspondientes.</li> <li>- Se deberá recordar a las personas cuál es la salida a utilizar y donde está ubicado el punto de reunión final</li> <li>- Realizar simulacros</li> </ul>
	<b>DURANTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evacuar</li> <li>- Impedir el regreso de personas</li> <li>- Los coordinadores de área deberán mantener contacto verbal con su grupo a cargo con el fin de mantener la calma</li> <li>- Se deberá evitar comportamientos incontrolados por parte del personal que esta evacuando</li> <li>- Los brigadistas auxiliarán oportunamente a quien lo requiera (desmayados, lesionados, etc.)</li> </ul>

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

EVENTO	PROCEDIMIENTOS DE ACCIÓN	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si se encuentra bloqueada la vía de evacuación establecida, se deberá adoptar salidas alternas previamente establecidas y comunicarlas a las personas</li> <li>- En caso de no poder salir, lleve a su grupo a un lugar seguro. Solicite inmediatamente auxilio por los medios que tenga a su alcance</li> <li>- Los coordinadores deberán verificar que el personal haya abandonado el área</li> </ul>	
	<b>DESPUÉS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vez en el punto de encuentro se deberá verificar si el personal del área correspondiente logró evacuar</li> <li>- En caso de no estar todo el personal correspondiente en el área, se deberá comunicar al grupo operativo de emergencias, especializado en evacuación y rescate o al cuerpo de bomberos</li> <li>- Se deberá mantener comunicación constante con el Comandante del incidente, o la persona encargada, y notificar cualquier novedad</li> <li>- En caso de no requerirse la evacuación total del área, las personas deberán permanecer en el punto de encuentro, o lejos del sitio de riesgo y estar atentos a la orden de retomar sus puestos de trabajo</li> <li>- Si el coordinador de la emergencia así lo considera, se deberá proceder con la evacuación total del área del proyecto y las personas evacuadas regresarán a sus hogares</li> <li>- Una vez que el personal se haya desplazado a sus hogares, el grupo de vigilancia informará sobre la decisión tomada a quien solicite la información (familiares, etc.)</li> </ul>	
<b>TORMENTAS ELÉCTRICAS</b>	<b>ANTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalar pararrayos en áreas de trabajo</li> <li>- Capacitar el personal sobre la forma de actuar frente este tipo de fenómenos</li> </ul>	
	<b>DURANTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En áreas abiertas, de no encontrar donde resguardarse, vaya a un lugar bajo</li> <li>- No se ubique bajo un pararrayos natural, cómo arboles altos y aislados en áreas abiertas</li> <li>- Evite cobertizos aislados y otras estructura pequeñas en áreas abiertas</li> <li>- Manténgase alejado de elementos de metal tales como vehículos, maquinaria, tubos de metal, rieles, etc.</li> <li>- Si se encuentra en un área abierta dentro de un vehículo, evite salir de el mismo</li> </ul>	
	<b>DESPUÉS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar si hay lesionados y prestar la atención correspondiente</li> <li>- Evaluar si se generaron daños en la infraestructura, maquinaria, equipos</li> </ul>	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016, adaptado de (Gobierno de la provincia de Neuquén, 2012)

En adición a los procedimientos descritos anteriormente, en la Tabla 11.48 se referencian algunos lineamientos para afrontar otro tipo de emergencias que podrían presentarse en el área de influencia del proyecto. Estos lineamientos deben ser revisados y acotados de acuerdo a las políticas de la compañía constructora y operadora.

**Tabla 11.48 Lineamientos de acción**

EVENTO	LINEAMIENTOS DE ACCIÓN
--------	------------------------

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

EVENTO	LINEAMIENTOS DE ACCIÓN
INCIDENTE VIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se verificará en primer lugar si en el accidente hay involucradas víctimas (heridos o muertos), si hubo atropellamiento de personas y la severidad de las lesiones ocasionadas</li> <li>- De presentarse el incidente en vías privadas de la compañía, se debe informar al grupo de primeros auxilios; este evaluará la gravedad de las lesiones y de ser necesario se remitirá al lesionado(s) a los centros de salud más cercanos</li> <li>- De presentarse el incidente en vía pública, se informará a las autoridades de tránsito y de ser necesario se solicitará la presencia de ambulancias en el sitio del evento</li> <li>- Los vehículos de la entidad deberán tener en el interior, en un lugar visible, un instructivo relacionado al procedimiento a seguir en caso de accidente, y el listado de teléfonos de las entidades de emergencia y del personal de la compañía, en caso de que un vehículo propio se accidente y sea un tercero quien dé el aviso</li> </ul>
ACCIDENTES LABORALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evaluará la gravedad del incidente lo más pronto posible, valorando a la(s) persona(s) afectadas, por parte del personal médico, de enfermería o de primeros auxilios, según el lugar donde haya ocurrido la emergencia, y su magnitud</li> <li>- En caso de lesiones leves y consecuencias menores se dará el tratamiento correspondiente a nivel interno, o si el grado de severidad lo amerita, se decidirá si es necesario el traslado de personal a los centros de salud o de atención médica especializada</li> <li>- Se deberá reportar el accidente a la ARL y a nivel interno al departamento de HSEQ</li> </ul>
RIESGOS BIOLÓGICOS (mordeduras o picaduras)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El campamento principal deberá contar con personal de enfermería capacitado para ofrecer de manera inmediata y eficaz los primeros auxilios requeridos para responder a las emergencias de mordeduras o picaduras. En la enfermería se debe contar con suero antiofídico que responda a mordeduras de diferentes especies de serpientes que se presenten en el área</li> <li>- Los trabajadores en general deberán estar capacitados para atender y transportar a la persona afectada y cada frente de trabajo deberá por tanto contar con un botiquín de primeros auxilios y camilla que facilite el traslado del afectado a la enfermería</li> <li>- Una vez la víctima haya recibido atención primaria se dará el traslado inmediato al centro de salud más cercano.</li> </ul>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En referencia al evento de presentarse abatimiento del nivel freático, especialmente en la construcción de túneles se contempla el procedimiento de atención descrito en la Tabla 11.49.

**Tabla 11.49 Estrategias para la prevención y atención al abatimiento del nivel freático**

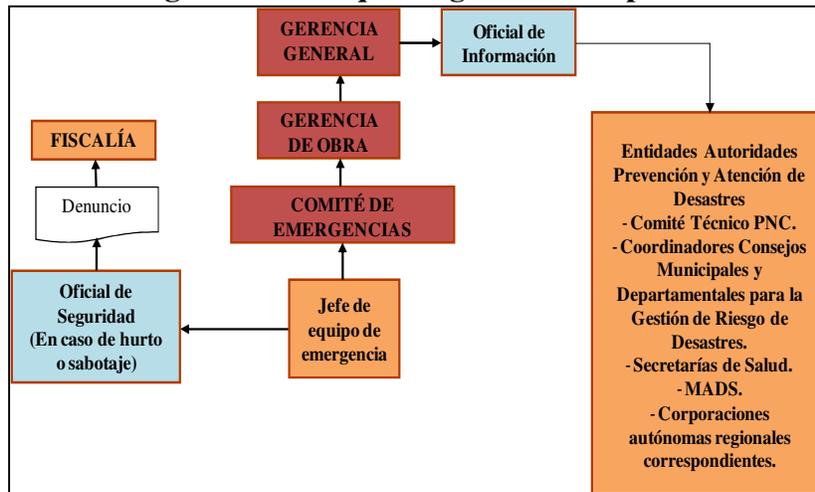
Evento	Estrategias preventivas	Estrategias operativas
ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar sistema de pre-inyecciones.</li> <li>• Plan de monitoreo y seguimiento de las fuentes de agua que sean alimentadas por el acuífero para evidenciar con anticipación la variación de los niveles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notificar al comité de emergencias</li> <li>• Gestionar el envío de carro tanques con agua para suplir la ausencia del recurso de los predios y/o viviendas que se vean afectados por esta amenaza durante el lapso de tiempo que demore la inclusión de una fuente alterna que permita suplir la demanda</li> </ul>

Evento	Estrategias preventivas	Estrategias operativas
		del recurso hídrico. • Implementar sistema de inyecciones.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Figura 11.18 se presenta el esquema general de reporte de una emergencia comprendida en el área de influencia del proyecto.

**Figura 11.18 Esquema general de reporte**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

#### 11.1.3.4.4 PLAN INFORMÁTICO

El Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, mediante la Ley 9 de Enero 24 de 1979, en su artículo 127 estableció la exigencia a los lugares de trabajo para que cuenten con las facilidades y recursos necesarios para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores. Adicionalmente, en la Resolución 1016 de 1989, en el artículo 10 numeral 7, se establece que como un sub programa de medicina preventiva se debe organizar e implantar un servicio oportuno y eficiente de primeros auxilios.

Sin embargo, no se cuenta con una directriz clara que reglamente los equipos e insumos que se deberían tener como mínimo para la atención de emergencias. Sin embargo, en la Tabla 11.50 se presenta el listado de los equipos y materiales sugeridos para que estén a disposición en el proyecto. Vale la pena resaltar que dichos elementos son para una atención inicial y temporal mientras se remiten los lesionados al centro de atención de salud.

**Tabla 11.50 Elementos básicos de primeros auxilios**

Fase	Detalle
PRIMEROS AUXILIOS	POLITRAUMATISMOS - Camilla rígida - Juegos de inmovilizadores para extremidades (cervical y extremidades superiores e

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

Fase	Detalle
	<p>inferiores)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de respiración (bala de oxígeno con manómetro, humidificador cánulas, resucitador manual)</li> <li>- Compresas</li> <li>- Gasas estériles en empaque individual</li> <li>- Vendas de gasa</li> <li>- Vendas elásticas</li> <li>- Vendas de algodón</li> <li>- Parches oclusores (ojos)</li> <li>- Vasos desechables</li> <li>- Jabón quirúrgico</li> <li>- Alcohol antiséptico</li> <li>- Esparadrapo</li> <li>- Micropore</li> <li>- Curas</li> <li>- Tela limpia</li> <li>- Frascos de suero fisiológico</li> </ul> <p><b>QUEMADURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasa vaselinada o tela limpia y vaselina (para humectar la piel)</li> </ul> <p><b>LESIONES OSTEOMUSCULARES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablillas y férulas de diferentes tamaños</li> <li>- Baja lenguas</li> </ul> <p><b>OTRAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sales de rehidratación oral</li> <li>- Guantes desechables</li> <li>- Tapa bocas</li> <li>- Gafas de protección</li> <li>- Tijeras</li> <li>- Termómetro</li> <li>- Tensiómetro</li> <li>- Botiquín tipo morral / mochila</li> <li>- Linterna y pilas de repuesto</li> <li>- Bolsas rojas</li> <li>- Manual de primeros auxilios</li> </ul>
<b>CONTRA INCENDIOS</b>	<p>Oficinas / Campamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extintores Solkaflan (equipos electrónicos)</li> <li>- Extintores A, B, C, - A B C</li> <li>- Arena</li> <li>- Canecas con agua</li> <li>- Baldes / canecas / recipientes</li> </ul> <p>Frentes de obra: (Incendios forestales):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Batefuegos</li> <li>- Maruyama (Motobomba lanza agua) según viabilidad presupuestal)</li> </ul> <p>Equipos a motor / vehículos / Maquinaria:</p>

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

Fase	Detalle
DERRAMES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extintores A, B, C, - ABC</li> <li>- Elementos absorbentes adecuados para los productos manejados (barreras , materiales y paños)</li> <li>- Palas plásticas antichispa</li> <li>- Guantes multipropósito</li> <li>- Tapabocas y mascarillas para prevenir la inhalación de vapores</li> <li>- Gafas de seguridad</li> <li>- Canecas para la recolección de suelo afectado y para la recuperación de producto</li> <li>- Bolsas rojas para disponer los productos empleados en la recolección del producto derramado</li> <li>- Cinta de precaución para señalización</li> </ul>
EVACUACIÓN	Señalización según código de colores NTC 1461 (Forma, color símbolo): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficinas</li> <li>- Campamentos</li> <li>- Líneas de trabajo</li> <li>- Zonas de parqueo</li> <li>- Puntos de encuentro</li> <li>- Cintas reflectivas y delimitadoras</li> <li>- Paletas de Pare Siga</li> </ul> Sistemas de alarma: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pitos</li> <li>- Sirenas</li> <li>- Radios de Comunicación</li> </ul>
TRABAJO EN ALTURAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arnés</li> <li>- Casco de seguridad</li> <li>- Descendedor</li> <li>- Cuerda estática</li> <li>- Mosquetones de seguridad</li> <li>- Guantes para rappel</li> <li>- Mono gafas</li> <li>- Linterna manos libres</li> </ul>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

La lista presentada anteriormente fue elaborada a partir del Manual para la Elaboración de Planes Empresariales de Emergencia y Contingencias y su Integración con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (Dirección de Prevención y Atención de Desastres -DGPAD- y Consejo Colombiano de Seguridad -CCS-, 2003) y las directrices de la Resolución de la Secretaría Distrital de Salud 0705 DE 2007.

Son elementos opcionales y deberán ser revisados y ajustados una vez se instalen los campamentos, oficinas temporales y permanentes.

#### 11.1.3.4.1 Recursos de apoyo externo

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

A continuación en la Tabla 11.51, Tabla 11.52 y Tabla 11.53, se presentan los teléfonos de contacto de las principales entidades externas que se podrían requerir para la atención de una emergencia en el proyecto.

**Tabla 11.51 Datos de contacto para la atención de emergencias – Mpo. Ebéjico**

Entidad	Datos de contacto
<b>Ambulancia</b>	Tel. (057) + (4) 856 2022
<b>Bomberos</b>	Capitán Santiago
	Celular: 3146577373
<b>Policía Nacional</b>	CAI
	Tel. (057) + (4) 8562040 - 8562213
<b>Hospital San Rafael</b>	Teléfono Sede Principal: (4) 856 2681
	Sede Sevilla: (4) 857 7033
	Sede Brasil: (4) 856 3414
<b>Alcaldía Municipal</b>	Alcalde Jorge Iván Vásquez Arboleda
	Teléfono: (57+4) 8562190 - (57+4) 856 20 16 Fax:(57+4)8562190 Correo electrónico: contactenos@ebejico-antioquia.gov.co Dirección: Carrera 20 N° 20 - 11
<b>Corporación Autónoma Regional de Antioquia</b>	Dirección: Carrera 65 N° 44A-32 PBX: (57-4) 4 93 88 88 FAX: (57-4) 4 93 88 00 Línea Gratuita 01 8000 41 22 30

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Tabla 11.52 Datos de contacto para la atención de emergencias – Mpo. San Jerónimo**

Entidad	Datos de contacto
<b>Ambulancia</b>	Teléfono: (057) + (4) 858 20 20 - 858 25 45
<b>Bomberos</b>	Leónel Ramos Baena Teléfono: (057) + (4) 8580096 / 8582283 / 3122150185
	Correo electrónico: Bomvosj-1@hotmail.com
<b>Policía Nacional</b>	Teléfono: (057) + (4) 8582040 8583841
<b>Hospital San Luis Beltran</b>	Dirección: Cra 10 N.23-08
	Teléfono: : (057) + (4) 858 20 20 - 858 25 45
	Correo: e.s.e.hospital@sanjeronimo-antioquia.gov.co
<b>Alcaldía Municipal</b>	Onaldo Fernan Vivares Gallego
	Tel. (57) (4) 8582024 Ext 114
	Correo: alcaldia@sanjeronimo-antioquia.gov.co
	Carrera 11 No. 18 - 132. Código postal 051070135
<b>Corporación Autónoma Regional de Antioquia</b>	Dirección: Carrera 65 N° 44A-32
	PBX: (57-4) 4 93 88 88 FAX: (57-4) 4 93 88 00
	Línea Gratuita 01 8000 41 22 30

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

**Tabla 11.53 Datos de contacto para la atención de emergencias – Ciudad Medellín**

ENTIDAD	DATOS DE CONTACTO
<b>Ambulancia</b>	Tel. (057) + (4) 235 3001 / 265 2200 / 125



Agencia Nacional de Infraestructura



MinTransporte  
Ministerio de Transporte

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

ENTIDAD	DATOS DE CONTACTO
<b>Bomberos</b>	Emergencias 125
	Bomberos (Directos) 119
	Estación Central Sur Guayabal (057) + (4) 285 3220
	Subestaciones Alarma Caribe (057) + (4) 257 6881
	Campoalves (057) + (4) 212 4444
	Salvador (057) + (4) 217 3333
	Libertadores (057) + (4) 512 6634 -119
	Rionegro (057) + (4) 561 0878 - 261 5839
<b>Ejercito</b>	Brigadier General Nicasio De Jesús Martínez Espinel
	Teléfono: (057) + (4) 4261499 - (057) + (4) 4261487- (057) + (4) 230 6154 EXT. 121 – 122 - 123 152
<b>Policía Nacional</b>	Wilson Snehider Pardo Salazar
	Comandante Departamento de Policía Antioquia
	Calle 71 # 65 - 20 Barrio el Volador
	Teléfono: (057) + (4) 4939382 - 4939341 Fax: 4376125
	Email: deant.coman@policia.gov.co
	SIJIN (057) + (4) 343 6887 / 341 6911
<b>Hospital</b>	Centro regulador de urgencias y emergencias C.R.U.E. Metrosalud Teléfono: (057) + (4) 5132277
	Hospitalización Por Urgencias 125
	Urgencias Hospital San Vicente De Paul Teléfono: (057) + (4) 263 0111 - 263 5333
	Urgencias Hospital General De Medellín Teléfono: (057) + (4) 232 1000
	Información Nocturna Y Urgencias Teléfono: (057) + (4) 385 6204
	Hospital Pablo Tobón Uribe Teléfono: (057) + (4) 445 9771 4415252
<b>Clínica</b>	Itagüi Materno Infantil Teléfono: (057) + (4) 374 1414
	Envigado Teléfono: (057) + (4) 276 0774
	Urgencias Infantiles Teléfono: (057) + (4) 263 5455 263 3737
	Urgencias I.S.S. León XIII Teléfono: (057) + (4) 212 9977 - 212 5360
	Bello Teléfono: (057) + (4) 452 3333
<b>Alcaldía Municipal</b>	Federico Gutiérrez Zuluaga
	Dirección: Calle 44 N 52 – 165 Centro Administrativo la Alpujarra – Palacio Municipal / Piso 12.
	Teléfono: (057) + (4) 385 52 08
	Correo: atencion.ciudadana@medellin.gov.co
<b>Corporación Autónoma Regional de Antioquia</b>	Dirección: Carrera 65 N° 44A-32
	PBX: (57-4) 4 93 88 88 FAX: (57-4) 4 93 88 00
	Línea Gratuita 01 8000 41 22 30
<b>Cruz Roja</b>	Teléfono: (057) + (4) 235 3001 / 265 2200 / 125

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN</b> <b>JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</b>	 <b>Devimar</b>
	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 0.1</b>	

ENTIDAD	DATOS DE CONTACTO
<b>Defensa Civil</b>	Teléfono: (057) + (4) 285 2018
	FAX: 361 1776 - 361 2986 - 361 2987

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016