

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(55)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Camila Andrea Márquez Uribe Esteika Yesnith Mejía Contreras		
FACULTAD	Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Plan de Estudio de Ingeniería Ambiental		
DIRECTOR	Juan Carlos Rodríguez Osorio		
TÍTULO DE LA TESIS	Zonificación del riesgo por transporte de mercancías peligrosas, por medio de herramientas SIG, en la vía de primer nivel San Andrés - Ocaña del municipio de Río de Oro, Cesar; como insumo para la atención de emergencias		
TITULO EN INGLES	Risk zoning for the transport of dangerous goods, by means of GIS tools, on the first level road San Andres - Ocaña in the municipality of Rio de Oro, Cesar; as an input for emergency response.		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>El presente trabajo se centra en la zonificación del riesgo puntual sobre la vía nacional del tramo perteneciente al casco urbano de Rio de Oro, esto como una estrategia preventiva y de mitigación antes situaciones de riesgo ocasionadas por el transporte de mercancías peligrosas; una actividad muy común por este sector. Producto de esto, se crearon unas estrategias para la gestión del riesgo a nivel del tramo en cuestión, todo esto como insumo básico para la atención de emergencias</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>This work focuses on the zoning of the specific risk on the national road in the section belonging to the urban area of Rio de Oro, as a preventive and mitigation strategy before risk situations caused by the transport of dangerous goods; a very common activity in this sector. As a result, risk management strategies were created for the section in question, as a basic input for emergency response.</p>			
PALABRAS CLAVES	Gestión del riesgo, transporte, mercancías peligrosas, atención de emergencias		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Risk management, transportation, dangerous goods, emergency care		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 55	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 2	CD-ROM: 1



**ZONIFICACIÓN DEL RIESGO POR TRANSPORTE DE MERCANCÍAS
PELIGROSAS, POR MEDIO DE HERRAMIENTAS SIG, EN LA VÍA DE PRIMER
NIVEL SAN ANDRÉS - OCAÑA DEL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO, CESAR; COMO
INSUMO PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**

Autoras

CAMILA ANDREA MÁRQUEZ URIBE

ESTEIKA YESNITH MEJÍA CONTRERAS

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingenieras

Ambientales

Director

Ing. JUAN CARLOS RODRÍGUEZ OSORIO, Esp.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Julio, 2021

Índice

Capítulo 1. Zonificación del riesgo por transporte de mercancías peligrosas, por medio de herramientas SIG, en la vía de primer nivel San Andrés - Ocaña del municipio de Río de Oro, Cesar; como insumo para la atención de emergencias	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones.....	6
1.5.1 Geográfica	6
1.5.2 Conceptual.....	7
1.5.3 Temporal.....	7
1.5.4 Operativo	8
Capítulo 2. Marco referencial	9
2.1 Marco histórico.....	9
2.1.1 Historia de la zonificación.....	9
2.1.2 Historia del sistema nacional para la atención y prevención de desastres	11
2.1.3 Historia de los sistemas de información geográfica	13
2.2 Marco conceptual	13
2.3 Marco teórico.....	16

2.3.1 Zonificación de amenaza y riesgo	16
2.3.2 Análisis del riesgo	17
2.4 Marco legal	18
Capítulo 3. Diseño metodológico	21
3.1 Tipo de investigación	21
3.2 Población	21
3.3 Selección de la muestra	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información	22
3.4.1 Revisión de fuentes documentales.....	23
3.4.2 Observación directa	24
3.4.3 Encuesta.....	24
3.4.4 Entrevista	24
Capítulo 4. Administración del proyecto.....	25
4.1 Recursos humanos	25
4.2 Recursos financieros.....	26
Capítulo 5. Informe de resultados.....	27
5.1 Elaborar el diagnóstico de la situación actual del municipio	27
5.2 Realizar el inventario y las zonas de riesgo y vulnerabilidad	35
5.3 Formular lineamientos generales para la atención de emergencias.....	37
Capítulo 6. Conclusiones.....	40
Capítulo 7. Recomendaciones.....	41
8. Referencias	42

Lista de tablas

Tabla 1 Cronograma.....	25
Tabla 2 Recursos financieros	26
Tabla 3 Estratigrafía región norte de la cordillera oriental	29

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica.....	7
Figura 2. Mapa de amenazas Municipio de Rio de Oro	33

Resumen

A través de la presente investigación se buscó tocar un tema poco tratado, o al menos no con el rigor necesario: El riesgo por mercancías peligrosas en el municipio de Rio de Oro. Basándose en una metodología tipo exploratoria, se llevó a cabo la construcción del diagnóstico situacional del transporte de mercancías en el sector, encontrando que, el municipio tiene identificado los riesgos más apremiantes a nivel general, sin embargo, se queda corto a la hora de puntualizar en mercancías peligrosas.

Dentro de este contexto, se encontraron ciertas dificultades en incumplimiento de la normatividad legal vigente, inexistencia de mecanismos para respuesta, crecimiento de la urbanización sobre zonas de alto riesgo y demás aspectos relacionados. Por otra parte, el municipio tiene priorizados riesgos por diversos temas, pero, es insuficiente en el ámbito del transporte de mercancías peligrosas. Por ello, se establecieron lineamientos centrados en participación ciudadana, uso de recursos disponibles y gestión de cooperación con entes competentes para el fortalecimiento de la atención de emergencias en el municipio.

Introducción

El panorama actual de las actividades humanas, es un constante replanteamiento y adaptación a los nuevos cambios fomentados por los avances tecnológicos y por el mismo cambio en el planeta. Producto de esto, se generan riesgo contra la integridad de las personas, los bienes materiales y el medio ambiente, pues cada actividad conlleva la presión contra un medio en específico, en el caso del transporte de mercancías peligrosas, su presión se traduce en riesgos latentes contra los vecinos de la vía por donde se realiza esta actividad.

En este sentido, en el contexto del municipio de Rio de Oro este tema no ha sido tocado con la significancia del caso, siendo indispensable un mayor protagonismo dado los riesgos presentes en el casco urbano por cuenta de la vía nacional que cruza al municipio. En este sentido, se hace necesario la identificación de los riesgos específicos presentes, las amenazas, así como las vulnerabilidades que presenta el contexto de la zona para hacer frente a esta situación.

Por ello, la presente investigación centra su atención en el estudio de estas variables en el municipio, con el fin principal de contribuir al conocimiento del riesgo por transporte de mercancías peligrosas y al establecimiento de lineamientos para la atención de emergencias en el municipio de Rio de Oro, Cesar.

Capítulo 1. Zonificación del riesgo por transporte de mercancías peligrosas, por medio de herramientas SIG, en la vía de primer nivel San Andrés - Ocaña del municipio de Río de Oro, Cesar; como insumo para la atención de emergencias

1.1 Planteamiento del problema

En la cotidianeidad de las actividades productivas, el transporte de materias primas y mercancías, es un proceso fundamental para el buen desarrollo de las dinámicas de la industria. En este sentido, es oportuno pensar en los riesgos potenciales a la salud humana, el medio ambiente y los bienes materiales que acarrea esta actividad; sobre todo, cuando se trata de transporte de sustancias químicas (AIChE, 2000). Estos riesgos, vienen dados por las características intrínsecas de las sustancias, las cuales son, según Pérez (2007) de tipo explosivas, oxidantes, corrosivas, inflamables o tóxicas, dónde el principal peligro es la pérdida y/o escape de la sustancia del recipiente que la contiene; provocado éste, por eventos fortuitos durante el transporte.

Las situaciones inesperadas mencionadas, son provocadas en la mayoría de los casos por choques, imprudencias del conductor y fallas del vehículo según lo plantea López, Fernández, Cruz, y Durán (2010). Así mismo, las condiciones de la vía juegan un papel importante, así lo expone Aristizábal, Gómez y Londoño (2008), los cuales manifiestan que una vía que no cuente con barreras de contención, tiende a aumentar la vulnerabilidad de las construcciones y entornos aledaños a sufrir daños, producto de un accidente. Esto, es particularmente significativo, teniendo en cuenta las condiciones estructurales de la red vial nacional, así como la morfología y el relieve del territorio colombiano, y más concretamente del departamento Norte de Santander.

Con base a lo anterior, es importante resaltar que, en el contexto local, en los últimos años se ha presentado eventos relacionados con accidentes de cisternas transportadoras de mercancías peligrosas. En el año 2015 por ejemplo, un carrotanque cargado con hidrocarburos se vio inmerso en un accidente en la vía Ocaña – Ábrego, dando como consecuencia del volcamiento, un derrame de crudo sobre el río Algodonal; fuente abastecedora de agua para consumo humano del municipio de Ocaña. Este suceso, obligó a la suspensión del servicio de agua potable por varios días, dejando al descubierto la baja respuesta que tienen las autoridades de la zona para atender una emergencia de este tipo. Recientemente, ocurrió un hecho similar dónde afortunadamente, no fue de la magnitud del presentado en el año 2015.

El municipio de Rio de Oro, Cesar, no es ajeno a los riesgos producidos por el transporte de sustancias químicas. Por ejemplo, la cabecera municipal es cruzada por la vía nacional denominada San Andrés-Ocaña, que comunica al departamento Norte de Santander con el sur del Cesar y demás territorio colombiano (hacia el centro, norte del país y viceversa), dónde diariamente pasa un flujo significativo de carro tanques con diversidad de mercancías de tipo peligroso; estando Rio de Oro sobre esta importante arteria vial. En este sentido, cabe destacar la mención a los accidentes de tránsito con riesgos potenciales por el transporte de sustancias peligrosas en el Plan Departamental para la Gestión del Riesgo en el Cesar, dónde se reconoce la existencia de estos riesgos; sin embargo, la prioridad en las acciones está enfocadas a situaciones de avalanchas, remoción en masa y vendavales (Gobernación departamental del Cesar, 2012a). Así mismo, en el diagnóstico del plan de desarrollo municipal 2016-2019, se expone la inexistencia de secretaría de tránsito, lo cual ha suscitado el bajo control a escenarios riesgos sobre las vías principales del municipio, exponiendo de esta manera a la población vecina. Por otra parte, cabe resalta que las acciones tomadas en el tema de gestión del riesgo son

mayoritariamente correctivas, dejando de lado la prevención (Alcaldía Municipal de Río de Oro, 2016a).

A raíz de esto, surgió una inquietud, relacionada con las posibles zonas que presentan riesgos potenciales en el transporte de mercancías peligrosas dentro del municipio de Río de Oro, la magnitud y consecuencias producto de la ocurrencia de un evento de este tipo y los daños colaterales en la salud, el medio ambiente y los bienes materiales del área de influencia del accidente.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las posibles zonas de riesgo, y los efectos colaterales en la salud humana, el medio ambiente y los bienes materiales por cuenta del transporte de mercancías peligrosas dentro del municipio de Río de Oro, Cesar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Zonificar el riesgo por transporte de mercancías peligrosas, por medio de herramientas SIG, en la vía de primer nivel San Andrés - Ocaña del municipio de Río de Oro, Cesar; como insumo para la atención de emergencias

1.3.2 Objetivos Específicos

Elaborar el diagnóstico de la situación actual del municipio para la atención de emergencias por transporte de mercancías peligrosas; incluyendo, además, la caracterización de las condiciones físicas de la vía de primer nivel San Andrés – Ocaña, comprendida dentro del área urbana del municipio de Río de Oro

Realizar el inventario y las zonas de riesgo y vulnerabilidad que están situadas en el municipio por mercancías peligrosas transportadas por la vía de primer nivel San Andrés – Ocaña, del municipio de Río de Oro, Cesar, utilizando herramientas SIG.

Formular lineamientos generales para la atención de emergencias por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas, dentro del casco urbano del municipio de Río de Oro, Cesar.

1.4 Justificación

En Colombia, según cifras de la ANLA (2013), la mayor causa de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas, es el volcamiento del vehículo, con un 55% de los casos presentados. No obstante, choques y en general, accidentes viales representan un 16% de los eventos con este tipo de mercancías. En este sentido, en el territorio colombiano, el transporte de mercancías peligrosas representaba para 2004 el 6,86% de la totalidad de la carga. De estas, el 43,55% eran productos químicos. Igualmente, estudios realizados han demostrado que el 81% de los accidentes con mercancías peligrosas, han ocurrido en el transporte; dónde el 96% de estos casos ha sido por vía terrestre Hernández (Cómo se citó en Bastidas y Monsalvo, 2011).

En este orden cronológico, según cifras del Ministerio de Transporte (2013), la participación de mercancías peligrosas en los viajes realizados entre el 2002 y el 2009, fue del 6,50%; dónde la mayor cantidad se movilizó por tractocamiones (79,77%). De la misma forma, en este intervalo de tiempo, el petróleo, el ACPM y la gasolina, fueron las mercancías peligrosas con mayor participación, con un 68,17% en conjunto. Cabe resaltar, que, para este mismo periodo, los ácidos tuvieron una participación del 1,21%. Por otra parte, en este intervalo entre 2002-2009, de acuerdo con la clasificación de las Naciones Unidas para este tipo de mercancías, los líquidos inflamables tuvieron una participación del 81,9% y un 13,5% para gases; el 4,6%

restante se distribuye para sustancias comburentes, corrosivas, peróxidos orgánicos y demás categorías.

Por otra parte, Forigua (2014) sostiene que en el país no se conoce exactamente la tasa de accidentes dónde están presentes vehículos transportadores de mercancías peligrosas, no obstante, estima que esta asciende al 8% anual, lo que representa 1300 accidentes por año. Por otro lado, Alfaro (2011), afirma que en el país no se han hecho modelaciones y análisis de riesgo por transporte de mercancías peligrosas. No obstante, Fernández (2015), realizó un aporte significativo en la materia, a través de su estudio llevado a cabo en Pereira, Dosquebradas y la Virginia, en el departamento de Risaralda. En esta investigación, se pudo concluir que, en este tipo de accidentes, las mercancías peligrosas que mayor inciden en la integridad de las personas son: Ácido nítrico, ácido clorhídrico, amoníaco y Acetona. Así mismo, concluye que la afectación depende del grado de exposición y cercanía a la vía; dónde, además, menciona que los vientos nocturnos ayudan magnificar las consecuencias del accidente.

Río de Oro, Cesar, posee las características necesarias, para desatar una catástrofe por cuenta de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas. La alta densidad poblacional aledaña a la vía, dentro del casco urbano, somete a riesgos potenciales a los residentes de la zona. Por ende, la población se encuentra constantemente expuesta a estos eventos resultantes del transporte de sustancias químicas. Así mismo, la comunidad no conoce clara y concretamente esta situación; ignorando las consecuencias de una eventual emergencia por accidente de vehículos que transportan mercancías peligrosas dentro del casco urbano del municipio.

Estos efectos, dependen del evento en cuestión, sea este, explosiones, exposición a radiación térmica, fuga de sustancias peligrosas; que ocasionan desde daños leves a

construcciones, hasta la destrucción total de estas, así mismo, la salud de la población puede verse afectada hasta el escenario de muerte (Castro y Arcos, 1998).

En este sentido, dentro del Plan de desarrollo municipal, en su versión 2016-2019, se menciona la existencia de la oficina de prevención y atención de desastres, la cual tiene como funciones la coordinación de actividades de prevención y manejo de desastres, así como también la elaboración del plan de contingencias municipal. No obstante, sólo se mencionan riesgos por remoción en masa, por incendios y por inundaciones; pero, en no se hace clara mención a riesgos por transporte de mercancías peligrosas (Alcaldía Municipal de Río de Oro, 2016b).

Como se ha evidenciado, existen claros vacíos de información en lo que respecta al transporte de mercancías peligrosas y sus riesgos asociados. Es por ello que esta investigación, se realiza con el fin de generar el conocimiento sobre el tema, permitiendo tener el insumo necesario para la formulación de medidas de gestión, para manejar y reducir los riesgos; a través de una primera etapa consistente en el conocimiento del riesgo. Esto permitirá, la preparación ante emergencias tanto de los cuerpos de socorro como de la población en general; propendiendo por el aseguramiento de la integridad humana, el medio ambiente y los bienes inmuebles.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Geográfica

El proyecto de investigación, se llevará a cabo en el municipio de Río de Oro, Cesar. Por otra parte, el proyecto estará delimitado como centro de estudio, la vía principal del municipio, la cual a su vez hace parte de la arteria vial Nacional, tal y como se ilustran en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica. Fuente: Autoras 2020

1.5.2 Conceptual

Para una mejor comprensión del objetivo y razón de ser de esta investigación, es oportuno tener claros los conceptos descritos a continuación: Amenaza, Análisis y evaluación del riesgo, Conocimiento del riesgo, Conocimiento del riesgo, Sistemas de Información Geográfica, riesgo ambiental.

1.5.3 Temporal

Para el abordaje completo de todos los objetivos de la presente investigación, y llevar a buen término el proyecto, se estimó una duración de cuatro (4) meses a partir de la aprobación del ante proyecto.

1.5.4 Operativo

Para el desarrollo de este proyecto, se emplearán herramientas SIG, como lo es el análisis espacial, que permitirá el manejo y análisis de la información levantada en campo y la obtenida de las entidades e instituciones consultadas (Alcaldía municipal, CORCESAR, Bomberos, Defensa civil). Este manejo de datos permitirá la generación de resultados, para dar cumplimiento a los objetivos planteados. La investigación se centrará en el análisis espacial de riesgos por transporte de mercancías peligrosas.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

2.1.1 Historia de la zonificación

La zonificación se consagró a través del tiempo como uno de los instrumentos urbanísticos más poderosos que, desde el punto de vista de la regulación constructiva, fuese capaz de operar sobre un territorio precisamente acotado, a partir del concepto de división en zonas, para potenciar las propiedades intrínsecas de los diferentes fragmentos resultantes (Tella, 2010).

La ciudad del siglo XIX es producto de la Revolución Industrial. Los efectos del abandono de las áreas rurales y de las condiciones extremas de hacinamiento fueron los temas centrales a los cuales se buscó dar respuesta. El problema de la ciudad era su concentración poblacional y su celeridad de crecimiento. La pobreza históricamente ha sido un mal endémico, pero se redimensionó cuando miles de ricos tomaron contacto con millones de pobres (Tella, 2010).

Mediante un viraje en los sistemas y formas de producción, surgió en Inglaterra un movimiento filosófico-social en torno a la figura de *Adams Smith*, padre del *laissez faire* y de la economía capitalista liberal; en el que la industria quedaba consagrada como el sistema autorregulador del equilibrio social e individual, basado en la división del trabajo y en la producción en serie. A poco de ponderar sus bondades, comenzaron a evidenciarse los efectos negativos producidos por el modelo, ya consagrado en toda Europa central (Tella, 2010).

Las ciudades crecían con la misma intensidad con que una fábrica realizaba su producción seriada. En busca de fuentes de trabajo, la población rural se trasladó masivamente a las áreas urbanas en breve lapso, y ello generó crecimientos sin planificación previa, con altos índices de

hacinamiento e insalubridad urbana, con propagación de enfermedades infecto-contagiosas y parcelamientos sin infraestructuras ni condiciones de asoleamiento (Tella, 2010).

Las penosas situaciones a las que llegó la Europa industrializada en menos de cincuenta años dieron origen a fuertes conflictos sociales. El proletariado apareció como fuerza organizada a la que el propio capital que lo había creado llegó a temer. Ese temor impulsó a reformar las viejas ciudades y a mejorar los “infectados” suburbios (Tella, 2010).

A mediados del siglo XIX comenzaron a evidenciarse los signos de deterioro producidos por la segunda fase de la industrialización europea: tanto la opresión y la desigualdad social como el hacinamiento y la insalubridad urbana habían resultado situaciones no contempladas, pero ya instaladas en el seno mismo de la ciudad (Tella, 2010).

En Buenos Aires, las incesantes migraciones del campo a la ciudad en busca de fuentes de trabajo produjeron en las áreas centrales un severo incremento de las densidades, con el consiguiente colapso de los sistemas higiénico-sanitarios. Asimismo, la venta financiada de lotes junto con la expansión de las redes de transporte (con tarifa reducida) permitieron adosar al casco tradicional franjas cada vez más amplias, e indujeron a la generación del primer anillo de conurbación metropolitano (Tella, 2010)

En pleno apogeo de la ciudad industrial, insalubre y hacinada, emergieron propuestas utopistas que articulaban de modo autosuficiente la relación entre el campo y la ciudad. En ese marco, son los higienistas quienes advierten acerca de los perjuicios instalados en la ciudad y los que lanzan las primeras leyes sanitarias con las que posteriormente se construirá la legislación urbanística contemporánea (Tella, 2010).

2.1.2 Historia del sistema nacional para la atención y prevención de desastres

De acuerdo con la información recopilada hasta la fecha sobre la ocurrencia e impacto de los fenómenos naturales a través de la historia de nuestro país, se considera que Colombia es un país expuesto a casi la totalidad de dichos fenómenos sin contar con aquellas amenazas de tipo antrópico. Sin embargo, el impacto socioeconómico que han generado estas amenazas en la población, no había sido evaluado de tal manera que a partir de estas experiencias se pudieran establecer lineamientos para así en un futuro, lograr tomar acciones con respecto a prevención y respuesta ante la eventual ocurrencia de estos eventos.

Solo fue hasta el 13 de Noviembre de 1985 con el desastre ocurrido por la avalancha provocada por la activación del Volcán del Ruiz, el cual afectó a los departamentos de Tolima y Caldas, provocando 25.000 víctimas y pérdidas económicas alrededor de los 211.8 millones de dólares, de acuerdo con cifras suministradas por el PNUD, que se detectó como necesidad prioritaria para el país contar con un Sistema que coordinará todas las acciones encaminadas a la prevención y atención de desastres en todo el territorio nacional. En consecuencia, se crea el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres - SNPAD como red institucional para el cumplimiento de esta función.

A partir de este momento se da inicio a toda la gestión y organización a nivel interinstitucional para la determinación de lineamientos y directrices claros con respecto a la prevención y atención de desastres (Ley 46 de 1988 – Decreto Ley 919 de 1989), los cuales enmarcan las funciones y responsabilidades de cada uno de los actores del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres. Posteriormente y con el fin de establecer y regular las acciones del Sistema, se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres - PNPAD mediante Decreto 93 de 1998.

Al ser el PNPAD un esquema esencial para el desarrollo sostenible a nivel nacional, se determina mediante el Documento CONPES 3146 de 2001: Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, un conjunto de acciones prioritarias para mejorar el desarrollo del Plan con respecto a elementos tales como el conocimiento, la incorporación del tema en la planificación, el fortalecimiento institucional del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres y el mejoramiento de los programas de educación y divulgación entre otros.

En este sentido se determinó como estrategia, el manejo de la gestión del riesgo como componente importante de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes de Desarrollo Sectorial (PDT), configurados como instrumentos de planificación en el corto y mediano plazo y a su vez herramienta para la toma de decisiones sobre el futuro económico y social de los municipios, departamentos y nación.

Con el fin de dar continuidad al manejo de la prevención y atención de desastres a nivel nacional, regional y local, se adoptó mediante la Ley 812 de 2003 Plan Nacional de Desarrollo: “Hacia un Estado Comunitario” criterios claros con respecto a la ejecución del PNPAD en temas específicos tales como:

- a) Profundización del conocimiento en riesgos naturales y su divulgación
- b) Inclusión de la prevención y mitigación de riesgos en la planificación de la inversión territorial y sectorial y
- c) Reducción de la vulnerabilidad financiero del Gobierno ante desastres.

De esta manera se viene consolidando el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres como un mecanismo para la toma de decisiones en respuesta al impacto y repercusión de las amenazas naturales y antrópicos en el territorio colombiano (UNGRD, 2014)

2.1.3 Historia de los sistemas de información geográfica

El primer sistema de información geográfica computarizado fue desarrollado en los años 1960s, pero su real utilización empezó en los años 1970s. El primer SIG empleado para zonificar los deslizamientos, fue reportado por Newman y otros (1978) para un trabajo en California.

Posteriormente, se han reportado en la literatura centenares de casos que usan diferentes técnicas y concepciones teóricas. La mayoría de estos casos, corresponden a investigaciones relacionadas con la zonificación cualitativa de amenazas, con énfasis en la entrada de información geomorfológica y con modelos muy sencillos pero reales.

La utilización de SIGs para el análisis de susceptibilidad a los deslizamientos, ha sido reportada en varias ocasiones por el U.S. Geological Survey (Brabb 1978, 1984, 1995). Estos estudios tuvieron en cuenta otros factores como geología, pendientes y deslizamientos activos. Posteriormente, se realizaron trabajos basados en el análisis estadístico multivariado especialmente por Carrara, en Italia. Recientemente, se ha popularizado la utilización de SIGs para modelos determinísticos, con el uso de factores de seguridad (Suárez, 2013, p.531).

2.2 Marco conceptual

El gobierno Nacional a través de la ley 1523 del año 2012, reglamentó la gestión del riesgo de desastres en el país. En este marco, se definen los siguientes conceptos, de acuerdo a (Ley 1523, 2012):

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

bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (p.16).

Análisis y evaluación del riesgo: Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación (p.16).

Conocimiento del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre (p.17).

Emergencia: Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general (p.17).

Igualmente, en la citada ley de la república, se define el concepto de riesgo de desastres, la cual textualmente dice:

Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socionatural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (p.19).

En este sentido, la citada ley, define la vulnerabilidad, como la susceptibilidad y/o fragilidad que posee una comunidad a ser afectada y sufrir los efectos resultantes de la materialización de un hecho físico de connotaciones peligrosas. Estos efectos, están asociados a pérdidas y daños, ya sea a nivel material o en la integridad de la población (Ley 1523, 2012).

Dentro del contexto normativo nacional, más concretamente, el decreto 1609 del año 2002, por la cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre de mercancías peligrosas; se definen las anteriormente mencionadas así:

Materiales perjudiciales, que, durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa, o radiaciones ionizantes en cantidades que pueden afectar la salud de las personas que entran en contacto con éstas, o que causen daño material (Decreto 1609, 2002, p.5).

Por otra parte, entrando a los Sistemas de Información Geográfica, Puerta, Rengifo y Bravo (2011), definen un SIG de la siguiente manera:

Es un conjunto de “hardware”, “software”, datos geográficos y personal capacitado, organizados para capturar, almacenar, consultar, analizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Un SIG es una base de datos espacial (p.8).

Por último, se denomina riesgo ambiental a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o a una acción humana. El riesgo ambiental representa un campo particular dentro del más amplio de los riesgos, que pueden ser evaluados y prevenidos

2.3 Marco teórico

2.3.1 Zonificación de amenaza y riesgo

La ocurrencia de los deslizamientos es el producto de las condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas y la modificación de éstas por procesos geodinámicos, vegetación, uso de la tierra y actividades humanas, así como la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad (Suárez , 2013, p. 527).

La presencia de deslizamientos es un fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre, debido a que los éstos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, etc., y el valor del factor de seguridad, puede no ser confiable, debido a que no tiene en cuenta la incertidumbre de la ignorancia con respecto a la confiabilidad de los datos para el análisis, las incertidumbres de los modelos matemáticos y las incertidumbres humanas (Morgenstem, 1997, p.15). Cuando existe incertidumbre sobre la posibilidad o no, de la ocurrencia de un fenómeno, generalmente se toman decisiones equivocadas de diseño. El costo de un proyecto puede resultar muy alto o se tienen que asumir riesgos de características y magnitudes no determinadas (Suárez , 2013, p. 528).

La zonificación de amenazas y riesgos permite evaluar, parcialmente, esa incertidumbre y es una herramienta muy útil para la toma de decisiones, especialmente, en las primeras etapas de planeación de un proyecto. La zonificación consiste en la división del terreno en áreas

homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas de acuerdo con el grado real o potencial de amenaza o de riesgo (Suárez , 2013, p. 528).

El mapeo puede realizarse sobre un área donde se tiene información de la ocurrencia de deslizamientos o se tiene un inventario de estos eventos, o sobre áreas en las cuales no se tiene conocimiento de deslizamientos en el pasado, pero se requiere predecir la posibilidad de amenazas hacia el futuro. En el primer caso, se trabaja con una metodología de mapeo directo con base en la experiencia y en el segundo, una de mapeo indirecto con base en los factores que contribuyen a su ocurrencia (Suárez , 2013, p. 528).

Se debe diferenciar entre técnicas de análisis relativo y técnicas de análisis absoluto. El análisis relativo presenta la posibilidad diferencial de ocurrencia de deslizamientos sin dar valores exactos y en el análisis absoluto, se presentan factores de seguridad o probabilidad real de ocurrencia de movimientos (Suárez , 2013, p. 528).

La zonificación de amenazas generalmente es imprecisa debido a que la inestabilidad de los taludes y las laderas es un problema de alta complejidad y todavía muy poco entendido. El mapeo de zonas de riesgo todavía es una evaluación tipo ejercicio y aunque es indispensable en muchos casos, comúnmente no provee información suficiente para el diseño de las soluciones (Leroi, 1996, p.36). Sin embargo, esta herramienta es útil para la planeación, sobre la localización de obras o asentamientos humanos (Suárez , 2013, p. 528).

2.3.2 Análisis del riesgo

El análisis de riesgo y los conceptos de seguridad y confiabilidad, sin duda, han sido aportes notables de la ingeniería para el estudio de la probabilidad de fallo de un sistema. Las técnicas de convolución probabilista, los árboles de fallo y la modelización estocástica han sido

utilizados para estudiar problemas complejos donde existe la interacción de múltiples componentes este tipo de enfoques sumados a los conceptos de fuentes y parámetros de incertidumbre, han contribuido al entendimiento del riesgo desde una perspectiva cuantitativa. A este enfoque algunos le han llamado análisis de riesgo objetivo. Muchos estudios de amenaza se han podido realizar utilizando el análisis probabilista, lo que ha permitido respaldar estimaciones que de otra forma podrían calificarse como simples especulaciones o apreciaciones.

Antes de revisar aspectos como la evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo mismo, es necesario hacer claridad acerca del uso de la palabra “riesgo”, la cual en muchos casos se ha utilizado como un sinónimo de “probabilidad”. Para ingenieros y expertos en estadística la palabra riesgo no es más que otra forma de referirse a la probabilidad de ocurrencia de un suceso. Por ejemplo, cuando se utiliza como “el riesgo (i.e la probabilidad de ocurrencia) de tormenta es del 20%”. Pero para la mayoría de las personas el suceso tiene otro significado que causa preocupación: la posibilidad de daño o efectos adversos (Stewart y Melchers 1997). Es decir, tiene más bien la connotación de “estar en riesgo” o sea de: consecuencias, que es la manera como se interpreta desde el punto de vista de la industria del seguro. Es importante indicar que desde la perspectiva de los desastres es aún más amplio su significado, pues se le asocia además con las “implicaciones” de los daños, lo que hace que la lectura sea definitivamente más amplia que la que se tiene desde el punto de vista de la ingeniería. Podría decirse que existen niveles de análisis de riesgo (BVPAD, 2020).

2.4 Marco legal

En el marco legal, se referencia las normas y leyes por las cual se rige el presente proyecto de grado, destacando las siguientes:

2.4.1 Constitución colombiana de 1991

En su Artículo 79, la Constitución Nacional (CN) consagra que: “ 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 ”.

2.4.2 Ley 99 de 1993

La ley 99 de 1993 crea el Ministerio del Medio Ambiente, en ella se plantea en el numeral 9 del artículo 1, que: —La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.

2.4.3 Ley 1523 de 2012

Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que se concentra en responsabilidades, principios y definiciones básicos; además se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

2.4.4 Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978 ley 154 de 1976 del medio ambiente

Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 154 de 1976 en cuanto a protección del paisaje. 2.4.5 Decreto No. 919 de 1989. Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.

2.4.6 Decreto No.93 de 1998

Aquí se definen los objetivos del Plan, los Principios Generales, y Estrategias Generales.

También se definen los programas del plan de riesgos.

2.4.7 Documento CONPES 3146 de 2001

—Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres —PNPAD- en el corto y mediano plazo¹⁵.

2.4.8 Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de 2012

MUNICIPIO DE OCAÑA, Departamento Norte de Santander. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD) 41

2.4.9 Decreto 1974 DE 2013

Por el cual se establece el procedimiento para la expedición y actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo.

2.4.10 Decreto 1807 de 2014 (Septiembre19)

Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación seleccionada es de un enfoque cuantitativo “tipo exploratorio” que según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p.4), usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Desde su diseño metodológico involucra como terreno estratégico de trabajo el estudio de caso, a partir del cual el investigador pudo reconocer y describir situaciones, comprender la realidad social y conocer los eventos asociados al fenómeno de estudio; tal y como lo describe Yin (1994 en (Jiménez, 2012), los estudios de caso permiten la realización de un análisis al fenómeno objeto de estudio, donde es de gran relevancia el uso de diferentes fuentes de información. (p.142).

3.2 Población

La población comprende a toda la comunidad de Rio de Oro ya que según Morles (1994) “La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p.22).

Tamayo y Tamayo (2004), define esta como: “La totalidad de fenómenos a estudiar en donde las unidades poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.81).

3.3 Selección de la muestra

Se considera a toda la comunidad de rio oro ya que Según Sudman (1976) estable que “La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población para seleccionar la muestra deben delimitarse las características de la población” (p. 262).

Hurtado (2007) la define “como el conjunto de operaciones o procedimientos que se realizan para seleccionar a los integrantes de la muestra” (p.104)

Tamayo y Tamayo (2007) describe el muestreo “como un instrumento de gran validez en la investigación, con el cual el investigador selecciona las unidades representativas a partir de las cuales se obtendrán los datos que permitirán extraer inferencias de la población sobre el cual se investiga” (p.104).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para llevar a cabo la realización de este proyecto es de tener en cuenta que al consistir se llevaran a cabo entrevistas, encuestas, monitoreos entre otros, teniendo disponibilidad y acceso para la recolección de toda la información existente.

Sabino (2007) la define como “un instrumento de recolección de datos cualquier recurso metodológico del que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos estudiados y atraer de ellos la información necesaria para analizarla” (p.107).

Según Tamayo y Tamayo (2007) estable que la recolección de datos tiene que ver con el planteamiento de una buena metodología adecuada, ya que es de gran importancia porque permite garantizar las relaciones que se establecen y los resultados o los nuevos conocimientos obtenidos que tengan el máximo grado de exactitud y confiabilidad para la investigación. (p.107).

Palella & Martins (2006) define la encuesta como una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesen al investigador, para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos quienes, en forma anónima las responden por escrito. La encuesta permite el conocimiento de las motivaciones, las actitudes y las opiniones de los individuos en relación con su objetivo de investigación (Palella et al, 2006, p.11).

3.4.1 Revisión de fuentes documentales

Se realizará una búsqueda de cada una de las bases datos existentes en línea (internet) que arrojen información, que ayuden al conocimiento teórico, histórico, funcionamiento y realización de una zonificación del riesgo, también que aporten una recopilación de información válida que sea provechoso para realización de este estudio. Posteriormente a esto se analizará la información recolectada comparada con los objetivos de investigación logrando así implementar la zonificación del riesgo por transporte de mercancías peligrosas. Por lo tanto, para el desarrollo de este ejercicio analítico empleado se requieren de fuentes documentales en las que se reconocen las siguientes:

- a) Recolección de información sobre el transporte de mercancías peligrosas, analizando todos los datos recolectados en cada una de las etapas de los procesos que se realizan dentro de éste, también la revisión visual del área de estudio.
- b) Consolidación de información existente, todo ello en relación directa con los objetivos específicos
- c) Obtención de resultados y análisis, para lo cual se utilizan herramientas de tipo mixto – vinculado elementos de orden cuantitativo y cualitativo, en donde se determina la

utilización de software especializado que facilitan el manejo significativos de todos los datos recolectados, por tal razón se utilizan en la ejecución de este estudio: la utilización de tablas de Excel para la realización de formatos, matrices de evaluación de impacto ambiental, para la tabulación de las encuestas a realizar al grupo poblacional a encuestar; el manejo del software ArcGIS en el campo de sistemas de información geográfica que permite recopilar, analizar información geográfica para la investigación presente.

3.4.2 Observación directa

Esta técnica es empleada como herramienta donde se tiene contacto directo con los elementos donde se presenta el área que se pretende investigar, lo cual es muy útil para los resultados estadísticos.

3.4.3 Encuesta

Según Visauta (1989) determina que la encuesta trata de conseguir de manera sistemática y ordenada, la información requerida para las variables que intervienen en una investigación sobre una muestra o población establecida.

3.4.4 Entrevista

Taylor & Bodgan (1986) comprenden la entrevista como aquella que reúne un conjunto de frecuentes encuentros cara a cara con el entrevistador y su entrevistado, estos van siendo dirigidos hacia la comprensión de las expectativas que tienen los informantes acerca de sus experiencias o situaciones. Por otro lado, Alonso (1994) establece que la entrevista se forma mediante un discurso enunciado, especialmente por el entrevistado y que a su vez este comprende las intervenciones de su entrevistador y cada uno con un sentido establecido. Por ello se incluye la entrevista como eje fundamental en este trabajo de investigación para la recopilación de datos y resultados.

Capítulo 4. Administración del proyecto

4.1 Recursos humanos

Investigadoras

Camila Andrea Márquez Uribe

Esteika Yesnith Mejía Contreras

Director

Juan Carlos Rodríguez Osorio

Para el desarrollo del proyecto y sus etapas, se ha determinado un cronograma de actividades en el cual, se exhibe un listado de las actividades a ejecutar y un tiempo considerado para su ejecución.

Tabla 1

Cronograma

Actividad Semanas	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas	■															
Amenazas del transporte de mercancías peligrosas		■														
Evaluación de la amenaza			■													
Probabilidad de ocurrencia				■												
Periodo de retorno de las amenazas					■											
Parámetros de análisis						■										
Utilización de SIG para realización de mapeo							■									
Factores geológicos								■								
Cálculo del coeficiente de certeza									■							
Análisis de equilibrio límite													■			

Fuente: Autoras (2020)

4.2 Recursos financieros

Tabla 2

Recursos financieros

Recursos Financieros para Trabajo de Grado		
Descripción	Contrapartida	Total
Papelería	\$260.000	\$260.000
Transporte	\$450.000	\$450.000
Equipos	\$75.000	\$75.000
Personal	\$100.000	\$100.000
Adiestramiento Software	\$200.000	\$200.000
Recurso técnico	\$1600.000	\$1600.000
Salidas de campo	\$700.000	\$700.000
Materiales bibliográficos	\$350.000	\$350.000
Total		\$3735.000

Fuente: Autoras (2020)

Capítulo 5. Informe de resultados

5.1 Elaborar el diagnóstico de la situación actual del municipio para la atención de emergencias por transporte de mercancías peligrosas; incluyendo, además, la caracterización de las condiciones físicas de la vía de primer nivel San Andrés – Ocaña, comprendida dentro del área urbana del municipio de Rio de Oro

A continuación, se presentan las actividades ejecutadas para el continuo desarrollo del presente objetivo específico:

5.1.1 Características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas

5.1.1.1 Geología. En el departamento del Cesar afloran rocas ígneas metamórficas y sedimentarias, con edades que varían desde el Precámbrico hasta el reciente, distribuidas estratégicamente en 51 unidades geológicas.

Estructuralmente, el Departamento del Cesar presenta dos sistemas de fallas principales que marcan el zócalo de la Sierra nevada de Santa Marta, al norte, y el de la serranía del Perijá, al oriente, fallas caracterizadas por altos ángulos de inclinación e importantes desplazamientos laterales. Los dos sistemas de fallas enmarcan amplios pliegues, poco tectonizados.

Los más importantes recursos minerales del Cesar corresponden a los extensos yacimientos de carbón en la parte central y oriental del departamento; actualmente en la explotación intensiva. Posee igualmente importantes reservas de cinc, cobre, baritina y materiales para la construcción (arenas, gravas, calizas y arcillas). En cuanto a recursos hídricos, el departamento presenta buenas perspectivas para la utilización de aguas subterráneas para el consumo humano, con capacidad de suplir la escasez y la contaminación del agua superficial.

En cuanto a amenazas geológicas que pueden afectar el departamento, la principal la constituyen las inundaciones que se presentan periódicamente por el desbordamiento del río cesar y sus principales afluentes en épocas de invierno, debido a sus consecuentes flujos torrenciales, los cuales pueden afectar aproximadamente a una quinta parte de la población.

La región de la Sierra Nevada de Santa Marte en el Departamento del Cesar fue estudiada por Tschanz et al. (1969), quienes la denominaron como la Provincia III. Comprende la parte sur de la Sierra Nevada, y se localiza al noroccidente de la ciudad de Valledupar. En ella se encuentran los picos nevados de mayor altitud del país como es el pico Simón Bolívar con 5.775 msnm. En esta región afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, las más abundantes son las primeras, mientras que las últimas están restringidas a la parte más sur de la Sierra. La edad de las rocas varía desde Precámbrico hasta el Reciente.

La región norte de la Cordillera Oriental, Comprende el área meridional del Departamento del Cesar, que se prolonga desde el Municipio de Rincón Hondo hacia el sur hasta el límite con Departamento de Santander, geológicamente corresponde a la parte más septentrional del Macizo de Santander. En esta región es conocida la presencia de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias cuyas edades varían del Pre cámbrico hasta el Reciente; las rocas que presentan mayor cobertura son las ígneas, tanto intrusivas como volcánicas, seguidas por las metamórficas y, en menor proporción, se encuentran las rocas sedimentarias; las últimas constituyen, principalmente, la parte plana del departamento.

Tabla 3*Estratigrafía región norte de la cordillera oriental*

Región	Tipo de Roca	Unidades
Sierra Nevada de Santa Marta	Metamórfica	Neis de Bucaramanga (P€b). Ortoneis (P€o) Unidad Metasedimentaria de La Virgen (PZmv)
	Ígneas	Tonalita (Tt) Granito (Jg) y Cuarzomonzonita (Jc) Unidad intrusiva -efusiva (Jcr) Riolitas (Jr)
	Sedimentarias	Formación Floresta (Df) Formación Bocas (Jb) Formación La Quinta (Jq) Unidad Conglomerática de Arenal (Jsa) Formación Tablazo (K1t) Formación Simití (K1s) Formación La Luna (K2l) Formación Umir (K2u) Grupo Real (N1r) Formación Algodonal (N1a)

Fuente: Mapa geológico generalizado del departamento del Cesar, Memoria Explicativa, INGEOMINAS, 1999.

Depósitos recientes en los cuales se describen los sedimentos que conforman las partes planas del Departamento del Cesar, que por su composición y características se consideran de edad cuaternaria. Ellos son: terrazas (Qt), abanicos aluviales (Qcal), morrenas (Qm), depósitos de pendiente (Qp), llanuras aluviales (Qlla), aluviones (Qal) y depósitos fluviolacustres (Qfl).

5.1.1.2 Geomorfología. Para entender la génesis de los suelos y la formación de los paisajes donde se encuentran distribuidos, es necesario tener en cuenta que, además de los movimientos tectónicos que culminaron con el plegamiento de los estratos y elevación de las cordilleras, han ocurrido en el tiempo otros fenómenos que han ejercido profunda influencia en el relieve y naturaleza de los suelos del departamento. Estos son: cambios climáticos, actividad volcánica, glaciaciones, erosión y movimientos en masa en las zonas montañosas. En las zonas planas acumulación de materiales finos, medios y gruesos provenientes de los ríos Magdalena y Cesar, sus afluentes y los relieves más fuertes y adyacentes.

Desde el punto de vista de las formas de la tierra, los suelos se han formado en unidades genéticas de relieve dominadas por paisajes montañosos y colinados denudativos y estructural denudativos, planicies o llanuras aluviales de piedemonte y desborde, piedemontes y altillanuras lacustres y fluviales degradadas. Las formas altas y onduladas han sido modeladas por procesos glaciáricos y tectodinámicos endógenos (plegamiento y fracturamiento), procesos morfodinámicos exógenos como la acción fluvio-gravitacional y la erosión, que actúan sobre los anteriores, ya sea modificándolos o modelándolos.

Las partes bajas han sido modeladas por procesos agradacionales producto de la acción de procesos geomorfológicos diluviales, coluviales, eólicos, aluviales o fluviales.

En las zonas montañosas del departamento, específicamente en la Sierra Nevada de Santa Marta, la actividad glaciárica ha sido muy importante por el modelado del paisaje y el aporte de materiales y cenizas volcánicas, los cuales han dado origen a suelos con características muy particulares y fertilidad muy baja.

Los fenómenos de glaciación, los cuales se hicieron sentir en los Andes, han producido varias formas del relieve como morrenas, circos y valles glaciales, los cuales se extienden desde

los 3500 msnm hacia los picos nevados. Son formas denudativas de origen ígneo, modeladas por erosión glaciárica que afecta las laderas largas e irregulares en clima de páramo y las laderas largas y rectilíneas en clima muy frío, en relieves escarpados.

Las geoformas están afectadas por tres procesos degradacionales específicos: escurrimiento superficial del agua, manifiesto en el arrastre de capas delgadas de suelo por disgregación y transporte de materiales (erosión laminar y erosión en cárcavas originando erosión remontante); flujos subsuperficiales de agua ocasionando arrastre de partículas bajo la cobertura vegetal (escurrimiento difuso); y remoción en masa tipo desplazamientos múltiples y movimiento de materiales rotacional y traslacionalmente por acción del agua y la gravedad. En el clima de páramo, en proximidades al cinturón de nieve, la gelifracción causa el fracturamiento de rocas acentuando los desprendimientos de materiales y depositación de arenas en las partes bajas. Dichos procesos se presentan en las laderas de alta montaña, en la parte nor-occidental del municipio de Valledupar.

Montañas denudativas: Se distribuyen desde los 2800 msnm hasta alturas inferiores a los 800 m, en ambientes climáticos periglaciares fríos, medios y cálidos húmedos y cálidos secos en materiales ígneo-metamórficos y sedimentarios en el sector de la Sierra Nevada y, en rocas sedimentarias y/o metamórficas en clima templado y cálido húmedo, en la Serranía del Perijá.

En el relieve quebrado a escarpado, el drenaje de las corrientes de agua que nacen en las partes altas de las montañas denudativas de la Sierra Nevada y la Serranía del Perijá, han modelado, por acción de la gravedad, el paisaje originando actualmente laderas irregulares con cimas agudas y/o redondea l área de clima frío en límites con el templado en la Sierra Nevada, está afectada por complejos procesos de degradación. En general es una zona donde la erosión superficial se observa en todo lugar; al norte de esta geoforma, en la cuenca media del río

Guatapurí, se observan desprendimientos y caída de rocas y suelos por efecto de la gravedad, escurrimiento difuso y concentrado y erosión inducida por efecto del pisoteo del ganado en suelos de materiales de baja cohesión (erosión en caminos de ganado o “patas de vaca”).

En la Serranía del Perijá, en clima templado húmedo y seco, municipios de Río de Oro y González, los procesos degradacionales han afectado y transformado severamente los ecosistemas naturales y la calidad de vida de la población local. Simultáneamente, dada la pérdida total de la vegetación natural, la topografía y el clima, se produce escurrimiento superficial del agua evidenciándose en erosión laminar, en surcos y cárcavas, en grado moderado a severo, produciéndose flujos subsuperficiales de agua (escorrentía difusa y concentrada) en las zonas de escasa cobertura o donde no hay cubrimiento multiestrata de ésta. En el área son evidentes los procesos de remoción en masa como deslizamientos traslacionales, derrumbes, flujo de detritos y suelo por acción de las aguas de escorrentía y la gravedad.

5.1.1.3 Amenazas del transporte de mercancías peligrosas.

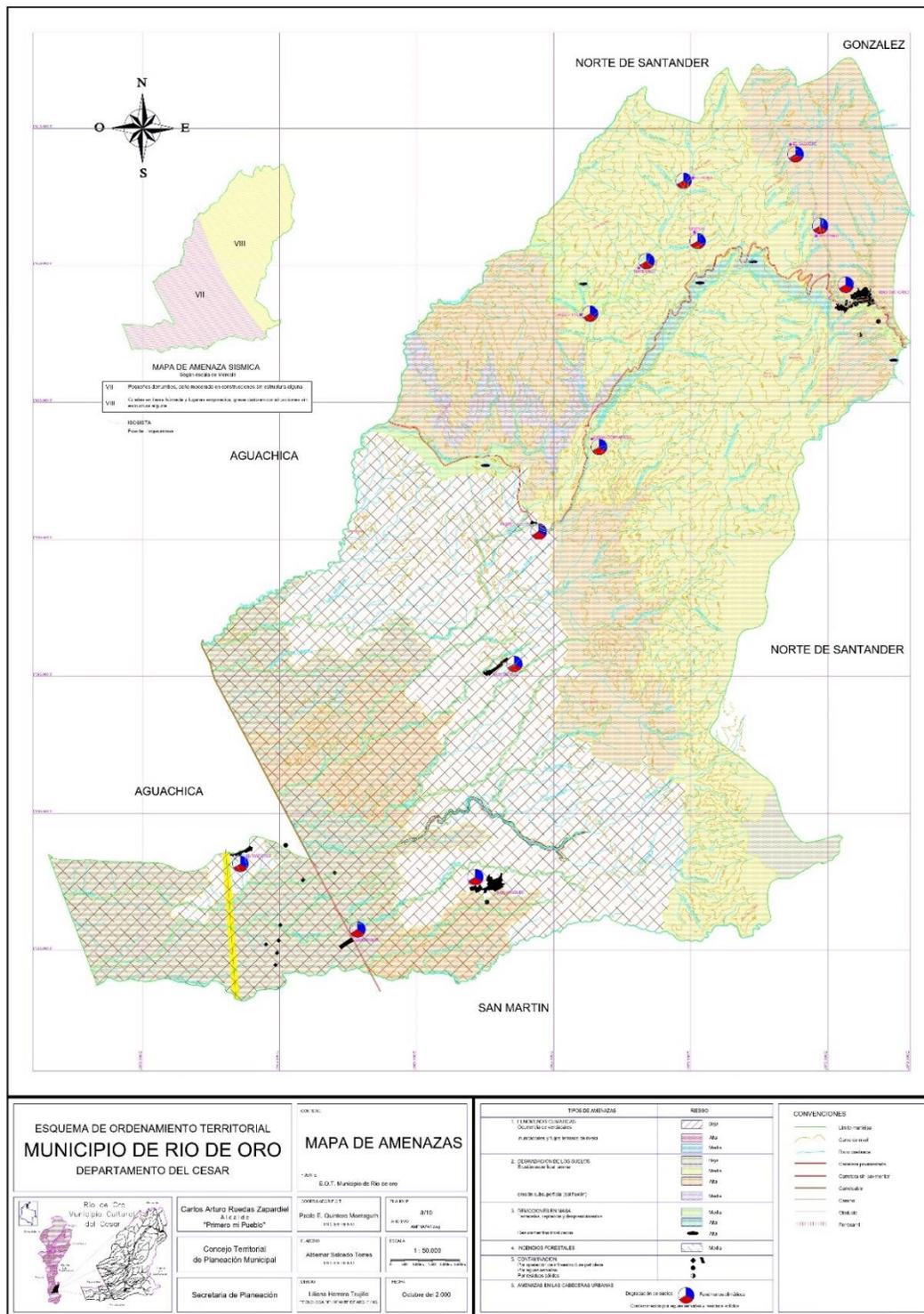


Figura 2. Mapa de amenazas Municipio de Río de Oro. Fuente. Alcaldía municipal Río de Oro.

Para el desarrollo de la presente actividad, debido a la contingencia sanitaria por la cual padece el país, se procede a buscar información secundaria con la cual se pide a la alcaldía del Municipio de Rio de oro dicha información para lo cual, según la Figura 2 se logra evidenciar los puntos críticos de amenazas que se toman similitud con la vulnerabilidad, el riesgo y las amenazas de mercancías peligrosas las cuales se pueden presentar.

5.1.1.4 Evaluación de la amenaza. Una de las amenazas que se han podido identificar son:

- Incumplimiento de la normatividad legal vigente
- Posibilidad ante la generación de riesgos sin ningún mecanismo para contrarrestarlos
- Las inundaciones por crecientes súbitas por parte del rio, Rio de oro las cuales afectaran las urbanizaciones que ocupan la mayor parte de su terraza aluvial.
- Los movimientos de vertiente, deslizamientos, desplomes y remoción en masa de menor proporción, pero significativos y activos durante la época durante la época de invierno, son especialmente peligrosos cuando afecta asentamientos humanos y restringe las zonas de uso urbano y rural
- El aumento de las urbanizaciones en zonas permitidas como en zonas de alto riesgo, la perdida de la cobertura de protección de laderas y la inexistencia de prácticas adecuadas de construcción, acompañado de la degradación del suelo por la sobreexplotación, los monocultivos, y por deforestación

5.2 Realizar el inventario y las zonas de riesgo y vulnerabilidad que están situadas en el municipio por mercancías peligrosas transportadas por la vía de primer nivel San Andrés – Ocaña, del municipio de Rio de Oro, Cesar, utilizando herramientas SIG.

Para la subregión sur se priorizaron: Inundación por desbordamiento de los ríos Magdalena, San Alberto y otros afluentes afectando los municipios de Aguachica, Gamarra, González, La Gloria, Pelaya, Rio de oro, San Alberto y san Martin. Deslizamientos afecta medianamente a la población y el territorio en más del 50% de los municipios. Vendavales principalmente se presentan en los municipios de González, Rio de Oro y zonas bajas. Accidentalidad vial se presenta a lo largo de las vías principales por choques vehiculares con pérdidas de vida e involucra materiales peligrosos.

El escenario de deslizamiento en la subregión sur presenta ocurrencia de eventos a causa de saturación de agua en los suelos en las temporadas de lluvias, la deforestación y la agricultura ya que los suelos son arenosos poco cohesivos con baja estabilidad estructural, la ocurrencia de deslizamientos en la subregión sur se presentaron en mayor proporción en la temporada de lluvias y por causa del fenómeno de la niña 2010 – 2011 en los municipios de Aguachica, González (corregimientos de Burbura, La Floresta y Bujaravita, veredas de Mata de Fique y Vijagual), La Gloria, Pelaya, Rio de Oro (se presentan en la carretera Nacional en el tramo Rio de Oro Aguachica a la altura de las veredas piletas y la especial, en el corregimiento La Palestina) y San Alberto con afectaciones en establecimientos educativos, la economía y taponamiento de vías.

5.2.1 Identificación de Escenarios de Riesgo Según el Criterio de Fenómenos

Amenazantes

5.2.1.1 Escenarios de riesgo asociados con fenómenos de origen hidrometeorológico.

Riesgo por:

a) Inundaciones por corrientes súbitas en las márgenes hídricas del río, Río de Oro en la parte rural y urbana y la Quebrada los llanos parte plana.

b) Sequias que afectan el área Urbana y rural del municipio de Río de Oro especialmente en el fenómeno del niño

Escenarios de riesgo asociados con fenómenos de origen geológico

Riesgo por:

a) Movimientos en masa en las zonas de laderas en la vía que conduce de Río de Oro – Aguachica por la apertura agrícola de cultivos transitorios sobre los derechos de vía.

b) Sismos con una clasificación de amenaza intermedia al encontrarse una ramificación de la falla Bucaramanga - Santa Martha que atraviesa el municipio en cordillera occidental.

5.2.1.2. Riesgo asociado con la actividad minera.

Riesgo por:

a) Acumulación de escombros

b) Transporte de productos tóxicos

c) Incremento del flujo vehicular

5.3 Formular lineamientos generales para la atención de emergencias por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas, dentro del casco urbano del municipio de Río de Oro, Cesar.

Acción participativa. El Plan Nacional de Contingencia implica una serie de responsabilidades y compromisos de orden sectorial, local, regional y nacional para autoridades e industria, por lo cual debe manejarse con criterios de participación y concertación.

Utilización de recursos estratégicos disponibles. Por diferentes vías, todos los insumos necesarios para la puesta en marcha del Plan Nacional de Contingencia han sido de una u otra forma desarrollados por entes estatales o privados, y presentan diferentes niveles de avance: El Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres provee el sistema de coordinación a través de los Comités Técnicos y Operativos Nacionales, el Ministerio del Medio Ambiente como entidad coordinadora del Sistema Nacional Ambiental, la cual desarrolla instrumentos jurídicos e institucionales, el Consejo Colombiano de Seguridad - CCS - como miembro coordinador de la Comisión de Riesgos Industriales y Tecnológicos aporta el apoyo en la formulación de programas de implementación de sistemas de control de emergencias en la Industria entre otros.

Descentralización táctica y operativa. La Coordinación del Plan Nacional de Contingencia aporta sistemas de apoyo y fortalecimiento de la capacidad de respuesta en casos: a) Cuando las capacidades locales y los sistemas regionales hayan sido desbordadas por la magnitud y severidad de la emergencia, y b) Cuando la emergencia sea causada en y por situaciones fuera de jurisdicción local o regional.

Organización y coordinación. El Plan Nacional de Contingencia es una herramienta de coordinación de prevención y atención de emergencias de orden local o regional que actúa con

niveles de respuesta Establecidos dentro de sus esquemas estratégicos y en el contexto de prevención y atención de derrames de Mercancías Peligrosas, derivados y sustancias nocivas.

Planes de contingencia locales y planes de ayuda mutua. Las industrias del sector petrolero y químico deben contar con planes de contingencia locales y planes de ayuda mutua actualizados.

Responsabilidad de atención del derrame. Para casos de derrames de Mercancías Peligrosas, derivados o sustancias nocivas que puedan afectar cuerpos de agua, el responsable de la instalación, operación, dueño de la sustancia o actividad de donde se originó el derrame, lo será así mismo integralmente de la atención del derrame. En su defecto las entidades que conozcan de la ocurrencia del derrame y no sean responsables o las personas que tengan entrenamiento en la atención de este tipo de autónomos, operativos, suficientes y adecuadamente equipados, divulgados y participativos para enfrentar el máximo nivel de riesgo probable. Los Comités Locales y Regionales para la Prevención y Atención de Desastres apoyarán complementariamente las actividades de respuesta.

Apoyo a terceros. Los estamentos operativos (operadores de Mercancías Peligrosas, derivados y sustancias nocivas) y de coordinación del Plan Nacional de Contingencia deberán prestar apoyo a terceros por cualquier tipo de emergencias e igualmente estarán dispuestos para atender emergencias primarias de derrames sin responsable definido. Los costos y gastos derivados de la atención de derrames a terceros deberán ser reembolsados por el responsable del derrame previo la presentación de las respectivas facturas avaladas por el Comité Técnico Nacional del Plan Nacional de Contingencia.

Entrenamientos y simulacros del plan nacional de contingencia. Todas las personas y entidades involucradas en el Plan Nacional deberán participar en los entrenamientos y simulacros, para la adecuada implementación del Plan Nacional. La periodicidad de los entrenamientos y simulacros se establecen en los planes de emergencia de acuerdo con el nivel de activación, ya sea local, regional o nacional.

Capítulo 6. Conclusiones

Se logró realizar el diagnóstico de la situación actual en el Municipio de Rio de Oro, Cesar con respecto a la atención por mercancías peligrosas, condiciones físicas de la vía entre San Andrés – Ocaña, realizando y describiendo las características geológicas, geomorfológicas, las amenazas del transporte por mercancías peligrosas, evidenciados en un mapa de amenazas del municipio de Rio Oro, entre las cuales las más relevantes son: incumplimiento de la normatividad legal vigente, posible generación de riesgos y amenazas y sin ningún mecanismo para contrarrestarlo.

Por otro lado, en el inventario de zonas de riesgos se toma información secundaria para situar las zonas de riesgo y vulnerabilidad que son comprendidas en el tramo de la vía San Andrés – Ocaña, que las principales identificadas son: inundaciones, sequías, movimientos de tierra, sismos e incremento de flujo vehicular pesado y transporte de productos peligrosos.

Por último, en la formulación de los lineamientos generales para la atención de emergencias, por el transporte de dichas mercancías, en donde se logró por medio de información base secundaria, plantear la acción participativa por el plan nacional de contingencia, la utilización de recursos estratégicos disponibles, organización y coordinación, apoyo a terceros, entrenamientos y simulacros del plan nacional de contingencia entre otros.

Capítulo 7. Recomendaciones

Se recomienda dictar capacitaciones a los entes de control encargados de la atención de amenazas y riesgos del municipio de rio de oro, con respecto al transporte de mercancías peligrosas.

Se recomienda implementar simulacros con el plan nacional de contingencias, para así disminuir el riesgo y amenazas.

Se recomienda actualizar el diagnóstico actual geológico y geomorfológico por parte del gobierno departamental.

8. Referencias

- Alcaldía Municipal de Río de Oro. (2016a). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019*. Recuperado de <https://www.riodeoro-cesar.gov.co>
- Alfaro, J. (2011). Transporte terrestre de mercancías peligrosas y su respuesta en caso de emergencias. *Revista Tecno Esufa-Ciencia y Tecnología Aeronáutica*, 15, 31-40. Recuperado de <https://www.publicacionesfac.com/index.php/TecnoESUFA/article/view/246/369>
- AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS [AIChE]. (2000). *GUIDELINES FOR Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2013). Derrames transporte de mercancías peligrosas. Bogotá, Colombia.
- Aristizabal, E., Gómez, J., y Londoño, G. (2008). Mapa de riesgo químico y por transporte de sustancias peligrosas en el Valle de Aburrá. *Universidad Eafit*, 44(150), 64-76. Recuperado de <http://www.redalyc.org/>
- Bastidas, G.E., y Monsalvo, F.A. (2011). *Análisis de riesgos para el transporte terrestre de mercancías peligrosas en la ciudad de Barranquilla* (Tesis de Pregrado). Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Recuperado de <http://docplayer.es/901404-Analisis-de-riesgos-para-el-transporte-terrestre-de-mercancias-peligrosas-en-la-ciudad-de-barranquilla.html>

- BVPAD. (07 de 02 de 2020). *Gestión del riesgo colectivo*. Obtenido de Capítulo 2. Identificación del riesgo: <http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/maestria-grd/documentos/GPR/identificacion-del-riesgo.pdf>
- Castro, R., y Arcos, P. (1998). El riesgo de desastre químico como cuestión de salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 72(6), 481-500. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/>
- Congreso de la República. (Abril del 2012). Artículo 4 [Capítulo I]. *Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo*. [Ley 1523 de 2012]. DO: 48.411
- Fernández, C.C. (2015). Determinación de zonas expuestas a la ocurrencia de accidentes por transporte de mercancías peligrosas en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 18(1), 29-43. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/44923/51439>
- Forigua, J.H. (2014). *Metodología para la integración de la seguridad en la planeación de la distribución y transporte de mercancías peligrosas por carretera en Colombia* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/46247/1/79666276.2014.pdf>
- Gobernación Departamental del Cesar. (2012a). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo Cesar*. Recuperado de <https://www.cesar.gov.co/>
- Gobernación Departamental del Cesar. (2012b). *Plan Departamental de Gestión del Riesgo Cesar*. Recuperado de <https://www.cesar.gov.co/>
- Leroi, E. (1996). *Landslide hazard – Risk maps at Proceedings of the Seventh International Symposium on landslides*. Trondheim: Symposium on landslides.

- López, L.G., Fernández, G., Cruz, M.J., y Durán, C. (2010). Integración de una Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP) 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(2), 99-112. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48215903005>
- Morgenstem, N. R. (1997). *Toward landslide risk assessment in practice*” *Proceedings of the International Workshop on landslide risk assessment*. Honolulu, Hawaii, USA.
- Ministerio de Transporte. (2013). *Caracterización del transporte terrestre automotor de carga en Colombia 2005-2009*. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/>
- Pérez, R. (2007). *Análisis cuantitativo del riesgo de transporte de mercancías peligrosas: Aplicación al polo químico de Huelva* (Tesis de Pregrado). Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Recuperado de <http://bibing.us.es/>
- Presidencia de la República. (31 de Julio de 2002). Artículo 3. [Capítulo I]. *Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera*. [Decreto 1609 de 2002]. DO: 44.892
- Puertas, R., Rengifo, J., y Bravo, N. (2011). *ArcGIS BÁSICO 10*. Tingo María, Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Recuperado de <https://portal.unas.edu.pe/>
- Suárez, J. (2013). *Zonificación de Susceptibilidad Amenaza y Riesgo*.
- Tella, G. (06 de 02 de 2010). *El primer escenario de la zonificación urbana*. Obtenido de <https://www.guillermotella.com/enfoques/el-primer-escenario-de-la-zonificacion-urbana/>

UNGRD. (2014). *HISTORIA DEL SISTEMA NACIONAL PARA LA ATENCIÓN Y*

PREVENCIÓN DE DESASTRES. Obtenido de

<http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=79>