INFORME DE ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 38 DE LA LEY 1523 DE 2012

REALIZADO POR:

ING. CARLOS ROBERTO AREVALO OROZCO
MP 54202-113227 NTS

PROYECTO:
REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN PARA PROTECCIÓN DE LA CALZADA SOBRE LA VÍA EN EL SECTOR DE LA CARRERA 12 No 13-72 DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, EN CUMPLIMIENTO DE LO ORDENADO, ORDENADO MEDIANTE ACCIÓN CONSTITUCIONAL REDICADO No.2024-00232 DEL JUZGADO SEGUNDO CIVIL DEL CIRCUITO DE OCAÑA.

OCAÑA, OCTUBRE DE 2025

RESUMEN

Este documento contiene el inventario y caracterización de los riesgos presentes sobre la intervención de la vía incluida en el proyecto denominado **"REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN DE LA CALZADA SOBRE LA VÍA EN EL SECTOR DE LA CARRERA 12 No. 13-42 DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, EN CUMPLIMIENTO DE LO ORDENADO, ORDENADO MEDIANTE ACCIÓN CONSTITUCIONAL REDICADO No.2024-00232 DEL JUZGADO SEGUNDO DEL CIRCUITO DE OCAÑA"**, en él se presentan los posibles riesgos de acuerdo a las actividades a realizarse, al personal utilizado, al material y características geotécnicas del proyecto además de las amenazas originadas por diferentes procesos exógenos, como fenómenos de remoción en masa, erosión, inundación y socavación, los cuales pueden generar inestabilidad y afectar el funcionamiento de la vía. Estos factores de riesgo se basaron en la información recolectada en campo durante la visita técnica teniendo en cuenta problemas como hundimientos, fracturamiento de losas, daños en tuberías de alcantarillado, que según el criterio de los especialistas pueden ser considerados como un riesgo para la transitabilidad sobre la vía.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ocaña es un municipio colombiano ubicado en la zona noroccidental del departamento de Norte de Santander. Sus coordenadas son 8º 14' 15 N 73º 2' 26 O. Está conectada por carreteras nacionales con Bucaramanga, Cúcuta y Santa Marta. Ocaña se encuentra sobre la cordillera oriental Cordillera de los Andes. La rodean montañas que alcanzan los 2.600 msnm, El área donde se encuentra Ocaña ésta tiene un área de 8.602 km².

Poblacionalmente se constituye como la segunda población del departamento después de Cúcuta con más de 100.000 habitantes incluida el área rural. Su extensión territorial es de 460 km², que representa el 2,2% del departamento. Su altura máxima es de 1.202 msnm y la mínima de 761 msnm.

La temperatura promedio de Ocaña es de 22 °C. Piso térmico templado, con una temperatura no menor a los 8 °C y no mayores a los 25 °C. Precipitaciones entre los 1.000 y 2.000 mm anuales, las lluvias durante el primer semestre son escasas

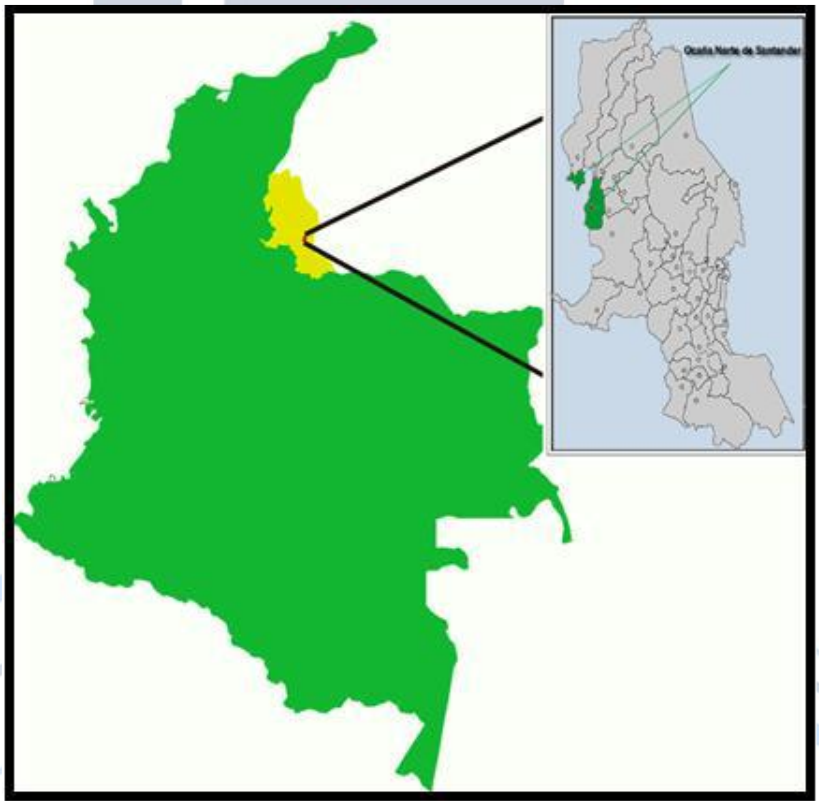


Figura 1. Localización del Municipio Ocaña

En el sector de estudio se encuentran una vía con un pavimento rígido con una afectación de inestabilidad en el talud superior, en donde inicialmente se encontraba construido un muro en mampostería confinada el cual colapsó debido a las fuerzas de empuje generadas por el talud, lo que pone en riesgo la vivienda y la transitabilidad del sendero vial, es por esto, que con el fin de garantizar la estabilidad del terreno y mitigar las actuales y futuras afectaciones, se plantea la construcción de un nuevo muro de contención en concreto reforzado, que

proporcione seguridad estructural y geotécnica a la zona de estudio, por lo que se toman datos de las áreas a intervenir (Diagnostico técnico del proyecto).

1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado dentro del casco urbano del municipio como se puede apreciar en el plano de localización general del proyecto (ver plano de localización anexo).

Mas exactamente en la carrera 12 No 13-72 barrio palomar.

2. GENERALIDADES

2.1. METODOLOGÍA

- Visita técnica al sitio de intervención del proyecto y a las zonas aledañas.
- Recopilación primaria y secundaria
- Análisis del estudio geotécnico del proyecto.
- Análisis del estudio topográfico del proyecto.
- Caracterización de los riesgos.
- Plan de contingencia.

2.2. OBJETIVOS

- Conocer las características Geológicas, Geomorfológicas, Topográficas, Hidrológicas a nivel regional y local del sector a intervenir.
- Realizar la caracterización de los riesgos que se pueden presentar en la ejecución del proyecto.
- Conocer los lineamientos del plan de contingencia para implementar en caso de emergencia.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

A partir de las investigaciones de geología regional (INGEOMINAS, 1978, 1980 y 1994) se han definido las unidades litológicas principales y la estratigrafía existente en la Ciudad de Ocaña, cuya síntesis se presenta a continuación.

- Cuaternario (Terrazas y aluviones).
- Terciario. Formación Algodonal.
- Jurásico Fm Girón (Complejo ígneo intrusivo, Fm Jordán (Batolito de agua blanca), Fm Bocas.
- Pre-Devónico: Fm Silgará, Diorita, Fm Bucaramanga, Ortoneis.

En cuanto a la geología urbana, en Ocaña se presentan:

Terraza Aluvial: Sedimentos cuaternarios inconsolidados, que afloran en una franja paralela a los ríos Tejo, Chiquito y Drenajes menores. Sobre el río tejo la franja oscila entre 100 y 300 mts, mientras que el río chiquito y los drenajes menores la franja no excede los 50 mts.

Depósitos Cuaternarios Recientes: Corresponde a materiales de origen Aluvial y Diluvial, acumulados por los flujos torrenciales generados en temporadas de invierno, a lo largo de los ríos Tejo, Chiquito y Drenajes menores. Estos materiales son susceptibles de remoción permanente.

Formación Algodonal: Rocas sedimentarias pocos consolidadas y altamente meteorizadas. Afloran en la mayor parte de la superficie del área urbana. Debido a su baja consolidación, son susceptibles a los procesos erosivos. Lo anterior es acelerado por la intervención del hombre al adecuar terrenos en alta pendiente para la construcción de sus viviendas.

Complejo intrusivo – extrusivo: Compuesto por Rocas ígneas félsicas, las cuales afloran en zonas de alta pendiente alrededor del perímetro Urbano, y en los cerros la primavera y Cristo Rey; se presentan con alto grado de meteorización y son susceptibles a los procesos erosivos.

Las rocas de la Formación Algodonal y Complejo Ígneo intrusivo – extrusivo, presentes en el área urbana de Ocaña, debido a su baja consolidación y el alto grado de meteorización, son propensos a los procesos morfo dinámicos caracterizados por erosión (laminar, en surcos y cárcavas localizadas) y movimientos en masa sectorizados (flujos de lodos y detritos granulares).

A continuación, se describen las formaciones superficiales presentes en Ocaña:

Saprolitos derivados del complejo ígneo intrusivo-extrusivo. Corresponden a las colinas oriente que rodean a la ciudad situadas tanto al oriente como al occidente. Los afloramientos de roca fresca son escasos y están prácticamente limitados a los cortes de la vía circunvalar y a las partes altas y de mayor pendiente de las colinas donde la cubierta de meteorización tiene menor espesor.

Saprolitos y suelos derivados de las rocas estratificadas pertenecientes a la Formación Algodonal, en general conserva la geoforma de mesas con superficie inclinada suavemente hacia el eje del valle y se encuentran rellenando las zonas topográficamente más bajas.

Depósitos aluviales asociados al río Tejo. La morfología de la parte alta del río Tejo (zona de producción de agua y sedimentos) corresponde a la de una cuenca torrencial. Existe un cambio de inclinación en el gradiente del cauce del río en la zona de Ocaña, lo que determina que allí se presenta una zona de depositación aluvial, expresado en dos terrazas aluviales y la llanura de inundación que en algunos sitios alcanza hasta 100 m de ancho.

La formación geológica que aflora en la región de Ocaña es conocida como la Formación Algodonal (Tpa), como de ambiente continental aluvio-fluvial, es decir su formación corresponde a ambientes de sedimentación típicamente continentales, sin aporte en condiciones ambientales marinas, pero con influencia fluvial, lo que significa que una corriente hídrica aportó sedimentos. La Formación está constituida por conglomerados con fragmentos de roca y cuarzo de color amarillo y gris, con intercalaciones de areniscas arcillosas de color verde y gris y arcillolitas gris verdosa y amarillenta. La edad de la formación es incierta, pero se estima del Cenozoico tardío, específicamente del Plioceno, complejo extrusivo-intrusivo.

3.2. GEOLOGÍA LOCAL

De acuerdo a una inspección visual detallada y observando que el sitio de estudio se encuentra en la zona geológica de rocas sedimentarias poco consolidadas de la formación algodonal altamente meteorizada, la edad de la roca es plio - pleistoceno.

Las características del material de suelo encontrado pertenecen a los depósitos sedimentarios de la formación algodonal (Tpa).

3.3. TOPOGRAFÍA REGIONAL Y LOCAL.

En la región se presentan topográficas de pendientes altas, patrón predominante de la zona de estudio, la zona de ladera en general disminuye su altura en dirección Oriente, las altas pendientes topográficas del sector son originado por el material de Formación el cual puede generar esa topografía abrupta típica de la topografía de montaña, por lo cual los fenómenos de remoción en masa, son frecuentes, evidenciados y activados en temporada de invierno.

Este tipo de topografía origina patrones de drenaje de 2 y 3 órdenes, llevando las aguas superficiales ladera abajo hasta ser interceptadas por los afluentes de los ríos Chiquito y Tejo.

Aunque algunas de las corrientes hídricas pueden ser intermitentes, y solo conducir grandes flujos en temporada de invierno, estas no tienen incidencia directa dentro del comportamiento de los materiales que conforman la zona a intervenir.

3.4. HIDROLOGÍA

El territorio del municipio está regado por el Río Catatumbo: por el Río Tejo y por varias quebradas. El Catatumbo: nace con el nombre de Oroque, en la serranía de Jurisdicciones,

en una rama de la Cordillera Oriental del municipio de Ábrego en una finca llamada antiguamente "Muela de Perro", hoy denominada "La María" donde está la laguna "Pan de Azúcar" de la que parte. dos corrientes, la oriental llamada de "Las Doradillas" que se convierte en el Río Oroque y la occidental o de "Las Chorreras", que da vida al Río Frío.

Ambas descienden por vertientes abruptas con rumbo sur-norte. Antes de Abrego, en las veredas del "Otro Lado" y Soltadero" se unen las dos vertientes tomando el nombre de río de "Los Carates" que al recibir las aguas de la quebrada de "Los Pozos" recibe el nombre de Algodonal para atravesar la Llanada de Abrión, pasa por el boquerón de Angostura, precipita en la depresión de Ocaña donde recibe al río Tejo; cambia su rumbo hacia el noroeste y sigue bordeando las faldas de la sierra de Teorama, el nombre de algodonal lo conserva hasta el puente del Carreteables que une los municipios de Teorama y San Calixto. Continúa para recibir más adelante la quebrada del Banco unida a la Búrbura; sigue su curso nordeste hasta recibir la quebrada Tiradera o Cartagena, y allí describe un arco en cuyo fin recoge las aguas del Tarra: después de esta afluencia el Catatumbo toma dirección Norte y describe otra gran curva hasta recibir las aguas del río San Miguelito y traza otro arco nuándrico hasta la desembocadura del Río de Oro, luego de lo cual penetra en territorio venezolano y vierte finalmente sus aguas al lago de Maracaibo. Tiene una longitud de 45 Km desde su nacimiento hasta su desembocadura. Como Algodonal tiene una longitud de 40 kilómetros.

El Río Tejo. De seis y media leguas de largo, 20 km, recoge todas las aguas de la depresión ocañera e irriga el municipio. Durante varios siglos fue la principal fuente de agua potable de los ocañeros.

Las quebradas son numerosas, pero por lo general se secan en determinadas épocas del año. Son de relativa Importancia: La Cagona que también se denomina del Mal Nombre o del Enol porque recibe las aguas negras de Ocaña, desemboca en el Río Chiquito, con extensión de 4 Km; también de aguas negras, que rinde su caudal al río Tejo. (Actualmente varias de ellas canalizadas). La quebrada del Estanco que forma en su recorrido una serie de cañones angostos que no permite que sus aguas sean utilizadas para la agricultura. La Quebrada de Venadillo con extensión de 5 km, La de La Vaca con 3 km y La Quebrada Seca con 2 km.

3.5. PRECIPITACIÓN

El estudio del régimen pluviométrico o distribución temporal de las lluvias complementa el de la distribución espacial. Como el resto de Colombia, Norte de Santander recibe los efectos de los vientos que influyen en el continente y que son los responsables del régimen pluviométrico del país; los vientos son los alisios del noreste, que soplan de diciembre a marzo, originando la época de sequía, especialmente en la región Caribe, y los alisios del sureste, que dejan sentir su influencia en julio y agosto, hasta los 8º de latitud norte, con mayor impacto en la vertiente exterior de la cordillera Oriental.

La precipitación media es 2854 mm anuales, las lluvias durante el primer semestre son escasas. Los meses de lluvia son septiembre y octubre, éste último es aprovechado para los cultivos semestrales.

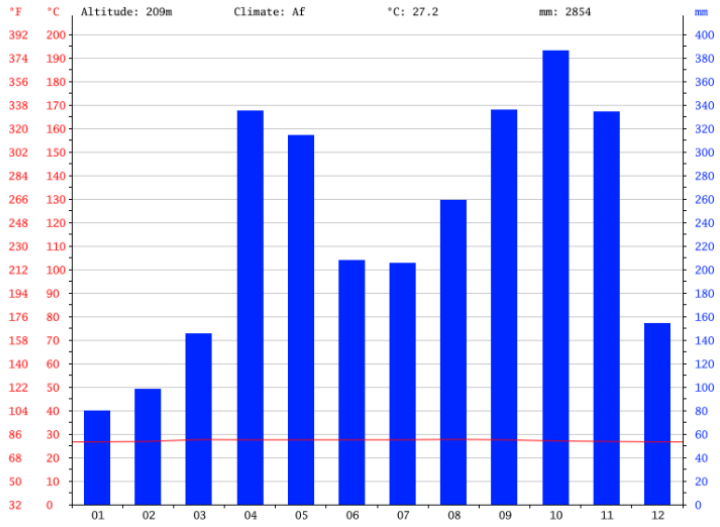


Figura 2. Climograma de Ocaña

3.6. USOS DEL SUELO

El suelo es un cuerpo natural que constituye la capa superficial externa de la corteza terrestre y es producto de la trasformación de rocas y sedimentos. En suelo se soportan los cultivos y vegetación típica y se desarrollan prácticamente todas las actividades de los seres humanos.

El uso predominante del suelo en el territorio del Norte de Santander lo constituyen los bosques naturales y primarios, ocupando un 63%, de la jurisdicción departamental. En este tipo de cobertura predominan las especies arboleas en más continuas pero heterogéneas en especies y su clasificación obedece al grado de intervención antrópica o sin esta, y sin que haya intervención antrópica para su establecimiento.

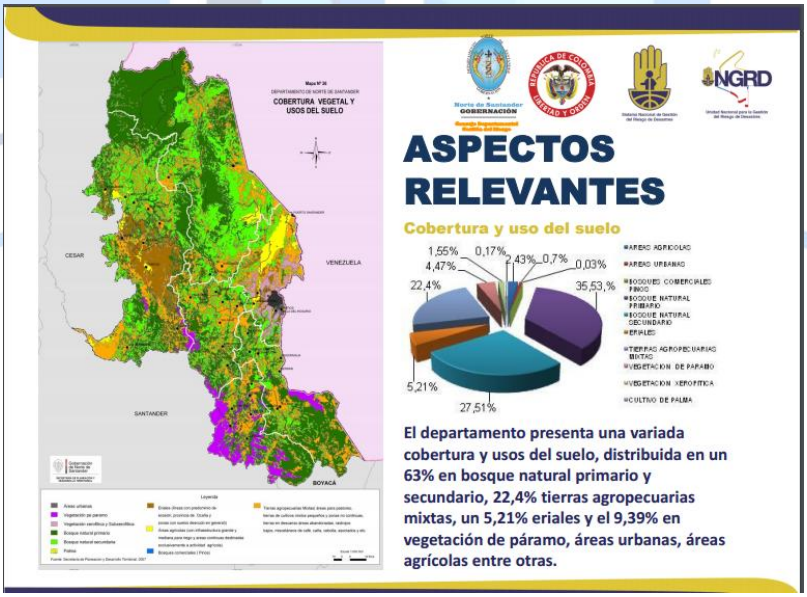


Figura 3. Cobertura Y Uso Del Suelo En El Departamento Norte De Santander

El departamento Norte de Santander presenta una variada cobertura y usos del suelo, distribuida en un 63% en bosque natural primario y secundario, 22.4% tierras agropecuarias mixtas, un 5.21% eriales y el 9.39% en vegetación de páramo, áreas urbanas, áreas agrícolas entre otras.

4. SISMICIDAD

Un sismo puede definirse como el movimiento o sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre, causado por una liberación repentina de energía en forma de ondas sísmicas, energía que hasta ese momento se había acumulado por la fricción en el borde de encuentro de placas tectónicas o litosféricas de la Tierra, o por las rupturas generadas por la deformación de la corteza terrestre en las zonas de fallas geológicas, o por procesos volcánicos e incluso ser producidos por el hombre como efecto de detonaciones nucleares subterráneas.

Al norte del país se encuentra el bloque triangular de Maracaibo limitado por tres grandes fallas de rumbo: Oca de dirección EW, Santa Marta Bucaramanga de dirección NNW y Boconó de azimut NE. El movimiento conjugado de estas dos fallas genera la extrusión relativa del bloque de Maracaibo hacia el norte.

Norte de Santander se encuentra en la esquina sur de este bloque caracterizado por una deformación compresiva que se absorbe, en particular, a lo largo del Macizo de Santander, donde se han localizado los epicentros de dos grandes sismos históricos que destruyeron sucesivamente las poblaciones de Pamplona (1644, I=IX) y Cúcuta (1875, I=X), o generaron grandes daños en las poblaciones de Arboledas, Salazar y Cucutilla (1950, I=IX).

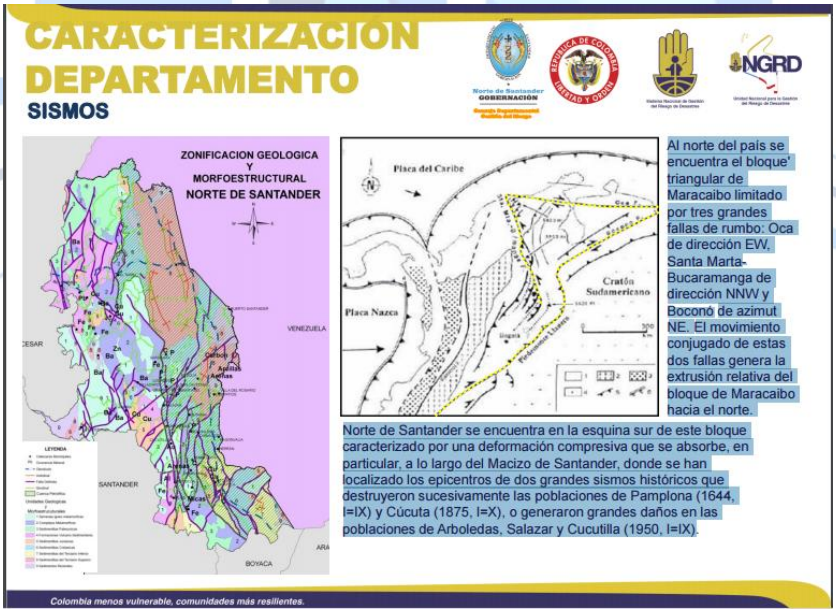


Figura 4. Zonificación de las amenazas por sismos en Norte de Santander

4.1. CARACTERIZACIÓN SISMICA DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

Tomando como referencia la norma sismo- resistente NSR-10, el municipio de Ocaña está clasificada dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia, con coeficientes de aceleración sísmica de Aa=0.20 y Av=0.15. Es de gran importancia destacar la cercanía de esta ciudad con la falla geológica que atraviesa la mesa de los santos (Santander), pasa a dos kilómetros de la ciudad de Ocaña y termina en la ciudad de Santa Marta (Magdalena).
Por otro lado, el EOT del municipio de Ocaña, define la estructura geológica de la ciudad mencionando que las estructuras geológicas más importantes en la región tienen una dirección de NNW (N10W a N30W) y forman parte del sistema de fallas de Bucaramanga, el cual tiene importancia regional en el contexto tectónico del nororiente colombiano.

El sistema de fallas de Bucaramanga corre a lo largo del flanco occidental de la cordillera oriental. Al norte de Bucaramanga la falla se divide en dos trazas principales: la falla de Bucaramanga que va por el frente montañoso y la falla de El Carmen que penetra a la zona cordillerana y adicionalmente por otras fallas más cortas y subparalelas; el conjunto de fallas geológicas tiene un área de influencia y de formación sobre los macizos rocosos de varios kilómetros de ancho.

Las fallas tienen expresión geomorfológica clara a través de tramos rectilíneos nítidos, control de drenajes y son también observables en imágenes de satélite; resalta en esa imagen la traza rectilínea y de expresión geomorfología fuerte de la falla de Bucaramanga- El Carmen, que pasa muy cerca y al occidente de la ciudad de Ocaña, la cual es de tipo inverso y buzando al occidente. La otra traza del sistema, en la región de Ocaña, corre por el frente montañoso y pone en contacto rocas del macizo Santander con sedimentos de cuaternario, presentes en el valle del Magdalena. Para el municipio de Ocaña no se encuentran registros dentro del historial de sismos.



Figura 5. Sismicidad histórica de Colombia para Ocaña

Para lo cual tomamos como referencia los del municipio de Ocaña.

FECHA	HORA_UTC	LATITUD (grados)	LONGITUD (grados)	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD MI	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ESTADO
2002-09-01	02:40:11	8.320	-73.525	100.1	2.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2003-03-21	19:44:39	8.204	-73.402	0.0	2.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2003-11-24	07:57:32	8.399	-73.426	101.8	3.2	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2004-01-26	11:43:08	8.139	-73.389	95.4	2.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2004-07-01	05:53:04	8.012	-73.350	105.3	2.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2005-06-17	08:36:52	8.320	-73.469	99.7	2.4	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2005-07-26	18:43:15	8.118	-73.357	142.0	4.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2005-09-17	07:57:46	8.155	-73.312	105.8	2.3	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2005-10-12	01:17:37	8.377	-73.478	96.9	2.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2007-02-20	02:34:31	8.361	-73.478	92.0	2.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2007-03-17	14:22:36	8.127	-73.375	108.0	2.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2009-03-30	00:40:38	8.132	-73.340	20.1	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2009-04-07	23:29:14	8.196	-73.416	90.0	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-02-01	17:47:31	8.450	-73.423	105.3	2.3	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-03-22	04:24:57	8.064	-73.372	1.9	1.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-07-25	05:40:02	8.320	-73.502	100.8	1.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-07-28	18:23:38	8.169	-73.453	115.2	2.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-09-30	09:41:40	8.142	-73.401	118.0	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-11-29	19:51:34	8.145	-73.292	135.1	1.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2010-12-18	19:36:26	8.164	-73.429	112.4	2.3	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-01-12	05:48:32	8.174	-73.301	135.0	2.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-03-11	22:31:39	8.045	-73.375	110.4	1.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-03-29	03:50:24	8.153	-73.452	127.8	1.4	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-04-09	07:44:54	8.116	-73.333	122.0	1.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-04-10	15:31:57	8.087	-73.442	108.5	1.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-04-10	17:20:02	8.035	-73.321	3.2	1.3	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-04-18	08:00:48	8.313	-73.526	169.5	1.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-06-06	14:43:35	8.015	-73.342	121.4	1.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-06-22	21:02:43	8.166	-73.319	0.0	1.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-07-07	20:49:18	8.126	-73.326	124.4	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-08-12	21:43:37	8.340	-73.446	9.7	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-10-27	21:34:35	8.114	-73.294	132.4	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-10-29	03:28:03	8.152	-73.433	3.9	3.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-10-29	04:55:22	8.172	-73.448	4.0	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-10-29	07:05:58	8.173	-73.426	3.1	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-11-09	11:24:06	8.204	-73.442	20.0	1.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2011-12-28	03:22:05	8.173	-73.311	119.1	1.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-02-15	23:30:23	8.158	-73.364	116.6	1.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-03-02	06:50:55	8.193	-73.393	114.8	1.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-03-06	01:23:06	8.172	-73.317	114.2	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-04-11	13:03:45	8.105	-73.450	113.3	2.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-04-12	03:01:08	8.141	-73.345	122.2	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-06-19	05:52:14	8.338	-73.521	125.6	1.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-07-24	11:07:34	8.367	-73.548	104.6	1.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-09-04	10:33:22	8.152	-73.450	110.4	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-10-13	13:01:56	8.324	-73.493	97.0	2.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-10-14	15:35:16	8.351	-73.451	114.6	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-10-27	05:31:58	8.362	-73.534	100.7	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2012-11-25	16:16:39	8.380	-73.424	114.8	1.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-01-03	12:28:21	8.213	-73.351	119.2	1.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-01-09	06:11:49	8.382	-73.476	105.2	3.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-04-12	07:06:32	8.166	-73.419	121.2	1.4	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-04-29	20:22:13	8.343	-73.545	96.2	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-06-21	06:49:10	8.174	-73.457	111.5	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-07-03	12:30:30	8.179	-73.441	109.8	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-09-15	12:43:01	8.335	-73.524	89.7	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-10-03	04:44:18	8.008	-73.332	124.0	1.7	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-10-12	01:58:05	8.179	-73.460	0.6	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-10-24	01:57:58	8.386	-73.523	100.9	1.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2013-12-15	09:37:49	8.145	-73.421	109.8	1.3	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-01-17	07:45:22	8.410	-73.517	100.6	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-02-12	14:21:50	8.128	-73.469	113.5	3.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-04-03	22:02:40	8.327	-73.485	101.8	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-04-18	03:38:50	8.404	-73.467	112.0	1.4	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-04-21	16:23:11	8.384	-73.437	113.6	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-06-03	22:14:36	8.190	-73.323	4.0	1.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-06-15	08:06:16	8.447	-73.404	114.6	1.4	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2014-11-09	10:14:28	8.191	-73.458	105.1	1.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2015-05-25	20:49:16	8.163	-73.468	103.7	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2015-06-30	11:41:38	8.166	-73.488	108.2	2.0	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2015-07-22	12:39:26	8.115	-73.385	99.0	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2015-08-22	08:06:27	8.186	-73.441	110.4	2.9	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2016-01-15	09:44:44	8.260	-73.366	11.2	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2016-01-20	07:55:32	8.225	-73.348	116.5	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2017-02-03	02:13:06	8.197	-73.310	129.2	1.8	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2017-05-29	05:18:56	8.199	-73.373	98.8	1.6	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2017-06-19	16:13:16	8.212	-73.398	134.6	3.5	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2017-10-18	06:16:26	8.154	-73.414	94.0	1.2	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2017-12-16	03:45:25	8.229	-73.314	12.0	2.4	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2017-12-31	17:52:40	8.210	-73.322	118.3	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2018-01-26	20:14:21	8.136	-73.333	122.6	2.2	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado
2018-02-07	03:31:21	8.225	-73.297	121.2	2.1	NORTE DE SANTANDER	OCANA	Revisado

Figura 6. Historial de registro sísmico del municipio de Ocaña. Servicio geológico colombiano

5. CARACTERIZACIÓN DE RIESGOS ESPECIFICOS DENTRO DEL PROYECTO

La enorme diversidad de obras incluidas en el amplio concepto de “infraestructuras civiles” obliga a limitar el ámbito del estudio de manera que aquí se abordan aquellos tipos de obra que, incluidas dentro de la mencionada denominación genérica, creemos son más frecuentes en la cartera de seguros suscritos en el mercado nacional. Y excluyendo del mismo, aquellas obras que, por su singularidad, o especial complejidad, entendemos deben ser objeto de estudios muy específicos, citamos a modo de ejemplo, los puertos, aeropuertos, presas, oleoductos...

Inicialmente se pretende exponer conceptos técnicos relevantes tanto del entorno jurídico-administrativo de la obra como a nivel de proyecto y de técnicas habituales de ejecución. Conceptos estos que se intenta abordar evitando, en lo posible, la profusión de tecnicismos no necesarios y procurando al lector una exposición sencilla.

Antes de centrar el ámbito exacto que aborda este estudio, debemos advertir que el concepto de “infraestructura civil” es lo suficientemente amplio como para resultar, en ocasiones, ambiguo. De forma aproximada podemos definirla como un conjunto heterogéneo de elementos, de titularidad tanto pública como privada, realizados típicamente por empresas constructoras y cuyo objeto es prestar servicios distintos a la defensa nacional y a una pluralidad indeterminada de personas proporcionándoles una mejora en su calidad de vida o en las condiciones en que desarrollan actividades económicas. Las infraestructuras civiles pueden clasificarse en tres categorías: infraestructuras primarias, secundarias y terciarias.

Las **infraestructuras primarias** agruparían todas aquellas destinadas al transporte y la comunicación entre núcleos de población y a la garantía de suministros básicos: caminos rurales y carreteras, vías férreas, puertos y aeropuertos, líneas telegráficas y telefónicas, líneas de transporte de energía, embalses y presas, canales, oleoductos y gaseoductos, etc.

Las **infraestructuras secundarias** serían aquellas que proporcionan servicios de primera necesidad a los habitantes de núcleos poblados: vías públicas, alumbrado, líneas de suministro de agua, gas, electricidad y telefonía, redes de saneamiento incluyendo líneas de recogida e instalaciones de depuración de aguas, red de transporte subterráneo y superficial, etc.

Por último, las **infraestructuras terciarias** serían las que suelen denominarse “dotacionales”, es decir las que proporcionan otros servicios de índole social: sanitarios, educativos, centros de tercera edad, instalaciones deportivas, servicios de orden público y protección contra incendios, etc.

En el desarrollo de este tipo de obras pueden ocurrir numerosos eventos que supongan una pérdida económica para las personas o entidades implicadas en su diseño y ejecución o un perjuicio para terceros, circunstancias que determinan la necesidad de su aseguramiento y por

tanto la obligación derivada del contrato de seguro para las compañías aseguradoras de hacer frente a indemnizaciones que en ocasiones pueden alcanzar cuantías muy elevadas.

Dicho todo lo anterior, y procurando un foco práctico centramos este documento, en los elementos comunes a la mayoría de los proyectos de infraestructuras, en las características constructivas y los factores de riesgo asociados a las obras más frecuentes, y que a nuestro juicio son:

- Obras de urbanización
- Carreteras
- Puentes y viaductos
- Túneles

Una vez identificadas las obras objeto de análisis es necesario, además, limitar el universo de riesgos posibles de estudio asociados a las mismas. Para lo cual nos centraremos en aquellos que habitualmente son objeto de cobertura aseguradora.

Partiendo de la base de que el asegurado sea el contratista de la obra, dotado de un Programa de Seguros que pueda cubrir, o no, simultáneamente a los subcontratistas, la tipología de los siniestros normalmente amparados por el mencionado Programa puede resumirse en la siguiente clasificación atendiendo a la naturaleza del daño emergente:

1. **Daños propios**: Son todos aquellos que representan una pérdida económica de cualquier índole para el contratista sin que existan perjuicios para terceros. Incluyendo daños materiales directos y pérdidas consecuenciales derivadas de los mismos.

2. **Daños a terceros**:

   2.1. Daños a las personas: Se incluirían en este grupo los siniestros que afectan directamente a personas, sean estas, empleados del contratista o ajenos.

   2.2. Daños a las cosas: Siniestros que implican la destrucción total o parcial de propiedades de terceras personas físicas o jurídicas.

Puede considerarse que las causas de los siniestros indemnizables pueden agruparse en tres categorías:

a) El caso fortuito y la fuerza mayor.

En sentido estricto, el **caso fortuito** es aquella situación totalmente imprevisible mientras que la **fuerza mayor** puede preverse, pero sus efectos son inevitables. Este último caso es fácilmente comprensible y, de hecho, el artículo 144 de la ley de

contratos del estado contempla la indemnización al contratista de obras públicas, siempre que no exista imprudencia por su parte, cuando se le produce un perjuicio por alguna de las siguientes causas:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

Por el contrario, acotar el caso fortuito es una cuestión mucho más compleja y que normalmente queda a criterio de los tribunales, por lo que es un asunto de casuismo. A título meramente indicativo podemos señalar las siguientes características:

- Debe ser un evento totalmente azaroso que, aunque posible, no es una consecuencia propia e inevitable de la actividad desarrollada.
- El comportamiento doloso debe estar totalmente ausente.
- Debe haberse desplegado una actividad suficiente con objeto de evitar que se produjera el daño.

El caso fortuito excluye la responsabilidad del asegurado, salvo disposición legal expresa, por lo que suele tener como consecuencia una obligación de la compañía aseguradora de indemnizar los daños producidos al propio asegurado y eventualmente a terceros.

Hay que resaltar que cuando los daños y perjuicios hayan sido ocasionados como consecuencia inmediata y directa de una orden de la Administración, será ésta responsable dentro de los límites señalados en las leyes. También será la Administración responsable de los daños que se causen a terceros como consecuencia de los vicios del proyecto elaborado por ella misma en el contrato de obras.

b) La negligencia

La negligencia se puede definir como una actitud descuidada y poco diligente en aplicar las condiciones necesarias para que no se produzca el evento dañoso o directamente en su inobservancia. Cuando concurre en el asegurado implica la existencia de responsabilidad civil por su parte, con la correlativa obligación de indemnizar los daños provocados a terceros, pero normalmente excluye la obligación por parte de la aseguradora de indemnizar los daños propios.

c) La culpa

La culpa aparece cuando de forma consciente y deliberada se omiten las disposiciones tendentes a evitar la producción del daño o se realizan actos que previsiblemente van a provocarlo, pero sin un deseo expreso de producir perjuicios. Los efectos civiles de la culpa son iguales a los de la negligencia, pero se diferencia de esta en que puede hacer que nazca responsabilidad penal.

d) El dolo

El dolo se presenta cuando en la realización de un daño existe un comportamiento consciente y deliberado, tanto si este es el objetivo directamente perseguido (p.e. el asesinato) como si es una consecuencia (p.e. la pérdida económica que origina un robo).

Dada la amplitud de la materia, este informe se limita a la exposición y análisis de las obras de infraestructura básica compuestas por urbanizaciones como la pavimentación de vías urbanas y la reposición se sistemas de acueducto y alcantarillado.

Es importante también, y de cara a la cobertura de **daños a terceros**, considerar lo siguiente; La responsabilidad puede ser **subjetiva**, cuando el daño se deriva de una omisión o de una acción efectivamente realizada por una persona, u **objetiva** cuando la mera realización de una actividad plenamente lícita implica el riesgo de que el daño pueda producirse.

Tradicionalmente, la responsabilidad que traíga consigo la obligación de indemnizar se consideraba que era exclusivamente la subjetiva cuando concurría en el causante del daño mientras que cuando recaía en el propio perjudicado excluía esa obligación. Hoy en día, en la jurisprudencia se ha abierto camino el principio de que la responsabilidad objetiva es, en ciertos casos, causa suficiente de la obligación de indemnizar con independencia de la existencia o no de responsabilidad subjetiva en el causante del daño y que, si concurre, se convierte únicamente en un elemento agravante. El ejemplo paradigmático es la indemnización al peatón atropellado en un accidente de tráfico con independencia de que este estuviera cruzando por un lugar indebido.

Definir en pocas líneas las características de una obra de infraestructura nos obliga, lógicamente, a centrarnos en las características generales o más habitualmente comunes al universo de diferentes tipologías constructivas amparadas bajo la denominación de “infraestructuras”, dejando para descripciones especializadas las propias de cada tipo específico de construcción.

Características comunes y relevantes en la mayoría de este tipo de obras son la consideración de que los trabajos que se realizan configuran un entorno cambiante, que se desarrolla en localizaciones abiertas de alta exposición a los agentes ambientales (viento, lluvia, nieve...), condicionantes orográficos como desniveles y accesos, con participación de numerosos intervinientes (con posibilidad de interaccionar favorable y desfavorablemente entre ellos), con ejecución de trabajos complejos y utilización de maquinaria pesada o singular y que, de manera general y obligada, precisan una exhaustiva planificación y un riguroso control de gestión y grado de cumplimiento de hitos y objetivos.

Los proyectos relativos a infraestructuras civiles suelen afectar a lo que se denomina genéricamente “interés público” cuando no caen directamente en el ámbito del dominio público. Por esta razón son proyectos en los que la intervención y el control de las distintas administraciones públicas se muestran en toda su extensión.

Como comentábamos, son proyectos que en su ejecución emplean gran cantidad de equipo y maquinaria pesada, que por sus características es de muy alto costo, baja maniobrabilidad y requiere una conducción especializada y cuidadosa. Los siniestros asociados a este tipo de maquinaria son asimilables a accidentes con vehículos de motor, principalmente colisiones con elementos de la obra o con otra maquinaria, vuelcos, atropellos y averías mecánicas, pero los resultados son más graves.

- La elevada masa hace que posea una inercia y una cantidad de movimiento (producto de masa por velocidad) muy altas por lo que las colisiones con los elementos de la obra o con otra maquinaria, pese a ser a baja velocidad, provocan daños de mucha extensión que pueden producir adicionalmente hundimientos o movimientos de tierras con derrumbe de paredes o terraplenes.

- Su empleo o traslado por vías abiertas con tráfico rodado, unido a la poca capacidad de maniobra, puede originar colisiones con otros vehículos particulares con resultados graves.

- En los atropellos se producen lesiones muy graves debido al peso y a la elevada cantidad de movimiento.

- La falta de capacitación o los descuidos del personal de mantenimiento puede producir mala colocación de recambios o daños directos, de elevado coste por el alto precio de componentes o de la propia máquina.

- La conducción por terrenos poco cohesivos puede producir atascos o incluso vuelcos con aplastamiento de personas (conductor, operarios) o destrucción de bienes, sin contar con la necesidad de maquinaria especializada para su retirada y los retrasos que conlleva.

- Conviene recordar que el estado de todo equipo de trabajo que entre en la obra debe ser comprobado por personal competente documentando los resultados en el archivo documental de la obra a disposición de la autoridad constando las características, utilización y mantenimiento de los mismos.

- La naturaleza del terreno puede variar enormemente de una zona a otra en diversos aspectos: tipo de suelo, cohesión, profundidad de la capa freática, etc. Por esta razón, dentro de la ejecución de los trabajos se debe verificar que el estudio geotécnico tiene un contenido adecuado, tanto en número de muestras como en los análisis y pruebas de laboratorio realizadas. Las carencias del estudio geotécnico pueden conducir a situaciones no deseables como por ejemplo la falta de adecuación de las tierras extraídas para su empleo en la propia obra, que los suelos resulten no aptos para el sostenimiento de la obra, aparición de estratos rocosos que exijan voladuras controladas, inundación de excavaciones etc.

- Estas circunstancias determinan siempre una pérdida económica indirecta para el contratista o incluso, eventualmente, directa. Las operaciones técnicas para solventar el problema (aportes de material externo, operaciones de consolidación de suelos, voladuras), al no estar incluidas en el proyecto original, dan lugar a la correspondiente ampliación y son remuneradas aparte, pero originan indefectiblemente retrasos en la ejecución de la obra. Por otro lado, se corre el riesgo de que se produzcan daños directos debidos a corrimientos de tierras, inundaciones o pérdida de estabilidad que afecten a encofrados o maquinaria, con derrumbe de estructuras o vuelcos.

- Dificulta el acceso de los trabajadores a los sitios concretos desde las zonas designadas para el estacionamiento de vehículos particulares, o desde los sitios de servicios de instalaciones higiénicas. Como consecuencia, los trabajadores tienden a estacionar en zonas urbanas próximas a sus puestos de trabajo y se desplazan a pié cruzando la obra agravando los riesgos de atropello y de caídas en zanjas o pozos.

- Existe la posibilidad de penetración de personal ajeno a la obra, especialmente cuando esta representa por su extensión un obstáculo para el acceso de las personas a los medios de transporte colectivos. En tales casos las probabilidades de que se produzcan accidentes como los reseñados anteriormente se elevan y debería preverse la zonificación de la obra y, cuando sea posible, la realización de pasos públicos.

5.1. RIESGOS POR OPERACIONES BÁSICAS Y MATERIALES

5.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras.

Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son: excavación, cargue, acarreo, descarga, extendido, humectación y compactación.

Los diversos tipos de suelos que son considerados en el movimiento de tierras pueden variar desde roca sólida hasta tierra común, pasando por todas las combinaciones de roca y tierra. Así los diferentes tipos de materiales ofrecen diferente resistencia para ser movidos, dependiendo del peso del material, dureza, rozamiento interno y cohesión. El estudio geotécnico debe determinar con la mayor aproximación posible la naturaleza del terreno puesto que una menor resistencia de remoción implica una mayor facilidad de carga, siendo ésta última fundamental en la elección del equipo o tipo de maquinaria a utilizar. Una mala elección de la maquinaria se traduce en retrasos en la ejecución. También afecta a la previsión de reempleo del material extraído dentro de la propia obra puesto que puede resultar inútil, con lo que se hace necesario su retirada y el aporte de tierras de préstamo externas.

Los distintos tipos de tierras se forman con rocas desintegradas, residuos vegetales y animales. Una vez formada, comprende materia mineral, materia orgánica, agua y aire. Las tierras, en general, pueden dividirse básicamente en cinco grupos: arcillas, limos, arena, gravas y materia orgánica. La realidad dice que se pueden encontrar estos materiales en forma independiente o en varias combinaciones y mezclas.

Los tipos de excavación, se pueden dividir en tres grupos: a cielo abierto, subterráneo y subacuático. Dependiendo de la constitución del terreno y del material excavado, se tendrán que utilizar unos u otros medios de excavación.

5.1.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS A CIELO ABIERTO

Se consideran operaciones a cielo abierto todas aquellas que se realizan en superficie, entendiendo como tal la cota libre del terreno. Todos los trabajos pueden hacerse en seco o con agotamiento, cuando el nivel freático se encuentra por debajo del plano de excavación.

En general, y dependiendo del tipo de terreno y de la extensión del trabajo, se emplean distintos sistemas. La excavación por obreros con herramienta manual puede emplearse en obras de pequeña extensión (zanjas poco profundas) con suelos sueltos; la maquinaria se emplea en estos suelos cuando la obra es de gran extensión y en suelos duros para obras pequeñas; en suelos rocosos y obras de gran extensión se hace conveniente el empleo de explosivos en voladuras controladas, aunque no siempre es posible cuando las obras se desarrollan en zonas urbanas.

La clasificación podría ser la siguiente:

a) Vaciados y desmontes

Los vaciados y desmontes comprenden todas aquellas operaciones que implican la extracción de una masa importante, de terreno ya sea con objeto de generar un hueco permanente o provisional para ser rellenado posteriormente de forma total o parcial. La diferencia entre ellos se encuentra en la naturaleza del terreno en que se realiza: en general se denomina vaciado a la extracción realizada en un terreno de naturaleza urbana, en el que se requiere la instalación de pantallas verticales, mientras que se denomina desmonte a la retirada de tierras en terrenos abiertos donde los laterales se mantienen mediante la creación de terraplenes o pedraplenes.

En cuanto a los desmontes, siempre que el estudio geotécnico sea adecuado, a priori no tienen más problema que los derivados de la circulación de maquinaria pesada teniendo en cuenta que, al ser sobrecargas dinámicas sobre el terreno, deben situarse a una distancia del borde de excavación igual o superior al doble de su profundidad. Si por el contrario el estudio es insuficiente, pueden darse situaciones de riesgo y daño debido a corrimientos de los terraplenes al haber sido defectuosamente considerado el ángulo de rozamiento interno de los materiales.

b) Zanjas

Se define zanja como toda excavación longitudinal cuyo fondo sea mayor de 1,20 m.

Su función principal es contener canalizaciones de servicios y suministros.

Dependiendo de su anchura y de la naturaleza del terreno, las paredes de la zanja pueden sostenerse mediante taludes cuando el ángulo que formen las paredes de la excavación con la horizontal del terreno sea menor que el ángulo de rozamiento interno de sus materiales, con las reducciones oportunas en los casos en que el terreno esté inundado o haya sido removido recientemente.

En caso contrario, se requiere el uso de entibaciones fijas o escudos móviles.

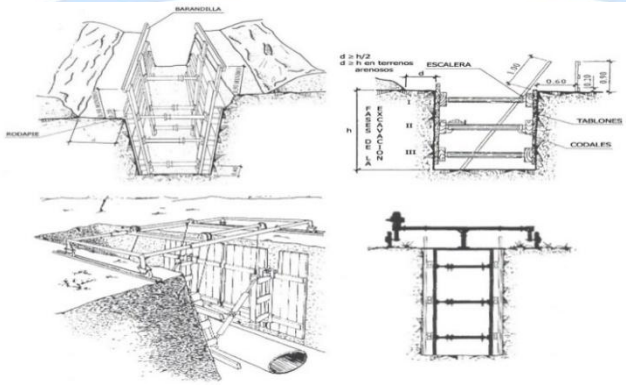


Figura 7. Entibado para excavaciones profundas

Además, en las proximidades de la zanja no circulará maquinaria ni se podrán situar medios auxiliares (compresores o similares) que alteren las condiciones de carga sobre el terreno. Se procurará evitar las infiltraciones de agua y se deben sanear todos los tramos para evitar desprendimientos.

Dada su escasa profundidad relativa, y en especial cuando la zanja se encuentra próxima a vías públicas o edificaciones, al excavar con medios mecánicos es cuando existe mayor riesgo de producir daños en canalizaciones de servicio por lo que debe procederse previamente a su localización mediante detectores de superficie o, en todo caso, acotar zonas de probable existencia con objeto de proceder en dichas zonas con especial cuidado.

Cuando se realice el relleno de una zanja, la entibación permanecerá instalada hasta que desaparezca cualquier riesgo de desprendimiento.

c) Pozos

Se considera que el pozo es un tipo de excavación no longitudinal cuya profundidad es mayor que dos veces su diámetro, o su diagonal mayor si la sección es cuadrangular. Los materiales excavados se extraen por elevación y su ejecución y sistemas de protección dependen del tipo de pozo y de la finalidad para la que se construye.

Cuando el pozo es de pequeño diámetro (pozos de captación, arquetas, pozos de registro, pozos de ventilación), en su ejecución se emplea la excavación manual según la técnica del cajón indio, de forma que la entiba del pozo se realiza con piezas prefabricadas de hormigón o acero que caen por gravedad a medida que se excava y se ensamblan en superficie, configurando un espacio de seguridad para el operario.

Si es de grandes dimensiones, se va protegiendo la excavación mediante la formación de un escudo de hormigón armado mediante la colocación de anillos de armadura formada por malla electrosoldada y una capa de hormigón. También cabe la formación del escudo mediante hincado de pilotes o pantalla continua.

En ciertos casos se emplean topos desde galerías. Desde el exterior, se perfora un pequeño conducto vertical mediante trépano hasta alcanzar la galería de origen; por él se hace descender el eje del topo que se engancha en su parte inferior y se procede a la perforación en sentido ascendente. El escombro cae hasta un tren de carretillas.

d) Relleno y compactación

El relleno consiste en el aporte de tierras seleccionadas y adecuadas, procedentes de la propia obra o del exterior en cuyo caso se denominan préstamos. La compactación es una operación posterior al relleno consistente en una humectación si fuera necesaria y un apisonado y cuyo

objetivo es dotar a las tierras aportadas de un grado de cohesión suficiente para la función que tengan asignada (soporte de viales, cerrado de zanjas, etc.).

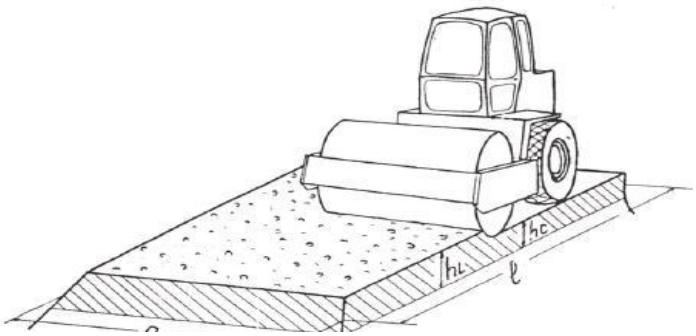


Figura 8. Descripción de la compactación de rellenos

Estas operaciones se realizan de forma sucesiva en ciclos de relleno-compactación en tongadas cuyo espesor es conveniente que no exceda de 20 cm de aporte o la especificada en el estudio de suelos por ciclo con el fin de obtener una compactación adecuada evitando la formación de blandones: zonas de tierra insuficientemente compactada (índice Proctor inferior a 90%) que posteriormente puedan dar lugar a hundimientos del terreno.

El efecto de la compactación sobre la tongada se refleja exclusivamente en la disminución de altura, puesto que sus dimensiones horizontales apenas varían.

Habida cuenta que el proyecto constructivo fija la altura de tongada en perfil, o sea después de la compactación h_C, conviene conocer la relación entre h_C y h_L para extender las tongadas con el espesor h_L adecuado.

La disminución de espesor depende del tipo de material, métodos de compactación, etc. Sin embargo, en los materiales granulares (gravas, suelos - cemento, zahorras, etc.) muy frecuentes en la compactación debido a su excelente comportamiento mecánico, su escasa sensibilidad a la humedad, etc., se ha observado que la disminución de espesor es aproximadamente el 20 %.

5.2. OTROS FACTORES DE RIESGO

En general, los factores de riesgo provienen fundamentalmente de las siguientes causas, aunque estas se pueden superponer y muchos accidentes provienen de varios factores que se concatenan.

a) La falta de información

La falta de información engloba tanto aquellos casos en los que se produce de forma previa a la ejecución de la obra por insuficiencia del proyecto o de sus antecedentes como aquellos

otros en los que surge un problema imprevisto a pesar de que se hayan realizado todas las acciones y procedimientos necesarios para evitarlo. Estos últimos entran dentro de lo que puede considerarse riesgo normal pero los primeros son los que se deben evitar o ser tenidos en cuenta a la hora de establecer franquicias en las pólizas de seguros.

Toda la información previa debe ser incluida en el proyecto o, cuando menos, debe ser puesta a disposición del contratista. Además, se debe intentar que esta información sea lo más actualizada posible.

En aquellos casos en los que el proyecto no ha sido suficientemente documentado podemos encontrar problemas desde tres frentes principales: problemas de subsuelo, daños en canalizaciones de suministro y en edificaciones colindantes.

La falta de amplitud y especificidad del estudio geotécnico trae consigo una apreciación errónea de los medios necesarios para proceder a los trabajos contratados y de los problemas que puedan surgir. Esto afecta a la organización del trabajo, al presupuesto de obra por la necesidad de realizar las obras adicionales necesarias para solventar esos problemas, a la integridad de los elementos que ya se hayan ejecutado, así como a la seguridad del personal y la maquinaria.

Si se dieran ambos sucesos simultáneamente, estudio geotécnico deficiente y desconocimiento de la configuración de los edificios colindantes en general y de sus cimentaciones en particular, pueden producirse daños graves desde un punto de vista estructural. Las causas pueden ser vibraciones debidas a la maquinaria, deslizamientos imprevistos de terrenos que resulten ser poco cohesivos, descalces de cimentaciones por arrastre de materiales finos cuando se alcanza el nivel freático, etc. El resultado va desde la formación de grietas en fachadas hasta su desplome, pasando por la fisuración y deterioro estructural.

b) El ambiente.

El ambiente en el que se desarrolla la obra influye desde dos puntos de vista: respecto a la obra y respecto al personal.

Respecto a la obra, hay que tener en cuenta que las condiciones climáticas pueden constituir un elemento perturbador de la buena marcha de las excavaciones y en especial la lluvia y el aire. Mientras que algo de lluvia resulta conveniente puesto que contribuye al asentamiento del polvo del ambiente y disminuye la necesidad de riegos para compactación de firmes y terraplenes, el exceso produce escorrentías que arrastran los materiales y genera acumulaciones de agua en el fondo de las excavaciones en general con la necesidad de proceder al achique de estas aguas para lo cual hay que prever los equipos de bombeo necesarios o en su caso emplazarlos lo que representa un considerable retraso en la ejecución.

Cuando existen construcciones colindantes los arrastres de material pueden descalzar las cimentaciones con los reiterados problemas referentes a deterioro estructural y/o visual.

Por otra parte, el aire excesivo, además de crear un ambiente de trabajo molesto en los sitios de labores, supone un incremento en la evaporación del agua del suelo. Esto tiene como consecuencia la desecación de los terrenos con la correlativa disminución de la capacidad de compactación y la rotura de cohesión. A raíz de esto, los trabajos de ejecución deben acelerarse para evitar desplomes y corrimientos lo que eleva los costes de la obra (horas extraordinarias, más personal, maquinaria adicional, etc).

La programación de los trabajos debe por tanto realizarse de forma que se tengan en cuenta estos aspectos minimizando el impacto negativo de los factores climáticos.

La naturaleza de los suelos puede constituir también un elemento perturbador el los movimientos de tierras. El empleo de maquinaria pesada origina sobre el terreno una compactación inducida por las vibraciones que se generan: en suelos con elevado porcentaje de elementos gruesos e insuficiencia de agua, sea esta natural por evaporación o inducida cuando las obras se realizan con agotamiento, se produce un tamizado del material más fino que tiende a depositarse en las capas inferiores del perfil y un asiento diferencial con los efectos conocidos sobre edificaciones. Además, los elementos gruesos poseen un ángulo de rozamiento interno más reducido que puede conducir al desplome de taludes.

Respecto a la incidencia sobre el personal, hay que decir que este tipo de operaciones generan una elevada concentración de partículas sólidas en el ambiente por lo que debe dotarse a los operarios de los oportunos equipos de protección personal: mascarillas, gafas, ropa de trabajo adecuada. Así mismo, la dirección facultativa debe verificar periódicamente que el personal hace uso de estos equipos comunicando al comité de seguridad y salud la inobservancia de estas disposiciones.

A su vez la empresa contratista debe reflejar en sus reglamentaciones de índole interna la tipificación como falta de esos incumplimientos.

c) La organización de la obra.

La organización adecuada de la obra es un factor esencial en la prevención de daños, especialmente los que involucran al personal y a la maquinaria. Deben separarse y señalizarse adecuadamente los accesos y salidas de vehículos, así como las vías de circulación de los mismos dentro de la obra. Por otro lado, los servicios para el personal (aseos, vestuarios, botiquín) deben estar accesibles y fuera de las vías de circulación de los vehículos.

Las zonas de descarga y almacenamiento de materiales (acopios) deben estar debidamente separadas de las vías de circulación, así como las zonas de aparcamiento de maquinaria en

lugares donde su conservación y vigilancia sean lo más sencillo posible al objeto de minimizar los robos y la perpetración de actos vandálicos.

Deben preverse protecciones para el almacenaje de aquellos materiales más susceptibles de deterioro por las condiciones medioambientales y en especial en las obras que se desarrollen lejos de puntos de abastecimiento que obligan a disponer de mayor cantidad de suministros.

En ciertos casos existen elementos ajenos o propios de la obra que pueden interferirse generando accidentes. Los casos más normales son las líneas aéreas de alta y media tensión y las interferencias entre grúas de la misma o de distintas obras.

Las líneas de transporte eléctrico pueden originar arcos voltaicos de descarga cuando se les aproxima maquinaria o elementos metálicos, así como con el vallado en ambientes húmedos por lo que los movimientos dentro de la obra deben procurar evitar en lo posible el acercamiento a estas conducciones y hay que instalar las oportunas picas de toma de tierra en los cerramientos y en las casetas de obra.

Las grúas, por su parte, deben instalarse de forma que sus zonas de giro no se solapen para evitar choques y atrapamientos de cargas suspendidas.

d) El hombre: maquinistas, conductores y trabajadores.

El hombre es una fuente permanente de problemas. Las distracciones, el exceso de confianza, el voluntario incumplimiento de las disposiciones de seguridad de la obra, el cansancio, y en ciertas ocasiones la falta de cualificación o experiencia originan accidentes de resultados inciertos en cuanto al carácter de las lesiones personales o de los daños a la obra.

La mayor parte de los siniestros que tienen su causa en el factor humano entran a formar parte de los clasificados como caso fortuito por lo que evitarlos no suele estar en nuestras manos. Aun así, el agente de seguros deberá verificar cuidadosamente el historial de siniestralidad laboral de la empresa contratista aplicando las correcciones oportunas en la cuantía de la póliza o en las franquicias contratadas.

5.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES Y SITUACIONES DE RIESGO EN EL PROYECTO A EJECUTARSE

La característica más sobresaliente de este tipo de obras es la gran superficie que ocupan con circulación de abundante maquinaria pesada y un número elevado de operarios. En estas circunstancias, debe examinarse cuidadosamente que el plan de seguridad y salud laboral elaborado por el contratista prevé específicamente la circulación dentro de la obra, tanto de vehículos como de operarios, mediante vías debidamente señalizadas, así como la adecuada ubicación de los servicios e instalaciones de obra de forma que se limiten los desplazamientos del personal.

La urbanización de terrenos se realiza, habitualmente, en zonas colindantes a núcleos urbanos consolidados. Esta ubicación determina problemas específicos originados por la presencia de líneas de servicios preexistentes. En estas circunstancias es necesario comprobar que el proyecto contiene un estudio previo de la situación actual de la parcela que defina y localice la ubicación de estos servicios basándose en datos aportados por las distintas compañías suministradoras implicadas.

A falta de ello el contratista debe haber solicitado esa información y debe tener previsto la realización de los trabajos necesarios para la localización de las canalizaciones. De todas formas, no se garantiza que esto resulte suficiente por lo que el riesgo de producir daños en instalaciones y servicios ajenos es ciertamente elevado. Las consecuencias son igualmente dañosas en el sentido de que hay interrupciones de suministros que en ciertos casos determinan pérdidas económicas cuantiosas. Cuando hay que asegurar este tipo de obras hay que prever la existencia de franquicias en función del volumen de la obra.
La existencia de líneas aéreas de media y alta tensión es también un elemento de riesgo elevado puesto que el empleo de maquinaria que puede alcanzar mucha altura, tal como las excavadoras, puede determinar la formación de arcos voltaicos entre la línea y la máquina con el consiguiente riesgo para el maquinista y el personal que se encuentre en sus aledaños y el deterioro o inutilización total de la máquina. Resulta preceptivo entonces el empleo de maquinaria que cuente con los sistemas adecuados de aislamiento de la cabina.

Otro problema que nace de la proximidad a zonas ya consolidadas es la intrusión de personas ajenas dentro de la obra. Los motivos pueden sintetizarse en cuatro:

a) La curiosidad. Esta causa afecta por igual a niños y mayores. Los niños pueden sentirse atraídos por los vehículos y la maquinaria, e introducirse con el ánimo de observarla más de cerca. Los mayores pueden sentir la natural curiosidad de conocer qué es lo que va a edificarse en las proximidades de sus domicilios. Tanto en un caso como en otro, pueden producirse accidentes derivados de caídas en zanjas o pozos y atropellos.

b) El juego. Principalmente afecta a menores que encuentran en estas zonas lugares óptimos para desarrollar juegos tales como el escondite o tirarse por un terraplén. Los efectos son como en el caso anterior.

c) El hábito. Si la zona era originariamente una vía de acceso o zona de paso a servicios de transporte público o vías de comunicación la gente tiende a intentar mantener esta costumbre.

d) El dolo. Se agrupa en esta causa tanto la realización de actos vandálicos como el robo de maquinaria y materiales acopiados.

e) La distracción. No es infrecuente que una persona que no conozca la zona, viendo una calle aparentemente en condiciones de circular, se introduzca en ella y pueda sufrir un accidente.

Para evitar en lo posible estos hechos, la obra debe estar durante toda la ejecución, adecuadamente vallada y señaliza de acuerdo con la normativa, con inspecciones periódicas para verificar su integridad. También debe disponerse de un servicio de vigilancia adecuado para la extensión superficial y realizada por personal especializado.

6. ANALISIS DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

Actualmente la zona de estudio exactamente en la carrera 12 No 13-72 del barrio palomar, cuenta con redes de acueducto y alcantarillado en buen estado según el diagnóstico de las redes actuales, el tramo presentan estructura con pavimento rígido en mal estado, sumado al riesgo que representa la inestabilidad del talud superior, por lo cual el tránsito de motocicletas y peatones puede verse afectados por el riesgo latente ocasionando un accidente de tránsito y afectar tanto a niños como adultos que transitan en la zona.

6.1. ANTECEDENTES DE EMERGENCIA

El tramo en estudio presenta antecedentes de emergencias, en cuanto al colapso del muro construido en mampostería confinada, el cual no fue construido bajo las condiciones técnicas necesarias lo que produjeron la afectación actual.

6.2. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

En esta sección se describen las amenazas que se podrían presentar en el sector y en su entorno geográfico.

Las amenazas están identificadas con una X. ver tabla 1.

Tabla 1. Identificación de Amenazas

AMENAZAS	OCURRENCIA	TIPO DE EVENTO
Sismos	X	Natural
Movimientos en masa	X	Natural
Amenazas / Desplazamiento Forzado	X	Socio-natural
Persistencia de abusos, amenazas y atropellos de la Fuerza Pública	X	Socio-natural
Enfrentamientos entre Ejército y Grupos de Guerrilla	X	Socio- natural
Riesgo contra la vida y la integridad de funcionarios públicos	X	Socio- natural
Generación de Escombros	X	Antrópicos

Fuente. Autor

6.3. AMENAZAS DE TIPO NATURAL

6.3.1. SISMOS

El municipio de Ocaña se localiza tectónicamente en los Andes del norte, en una zona orogénica situada en la frontera de tres placas tectónicas (Suramericana, Caribe y Nazca), el movimiento relativo de estas tres placas durante el cenozoico ha originado el relieve y la estructura actual; estos movimientos de tipo convergente han dado lugar a una tectónica de tipo compresivo, fallas inversas, de cabalgamiento y fallas de rumbo, y son estas fallas las responsables de la actividad sísmica en el país.

Evaluación de la Amenaza Sísmica. Para el presente apartado se utilizara el informe "Estudio general de la amenaza sísmica de Colombia, publicado por el Ingeominas en 1998.", en donde la evaluación de la amenaza depende principalmente de los datos obtenidos para la asignación de sismos y de análisis estadísticos de las fuentes sismogénicas (línea – fuente) que utiliza fallas conocidas, otros parámetros que toma en cuenta el estudio son las magnitudes mínima y máxima, para aquellas fallas no conocidas o con procesos sismogénicos desconocidos se utilizaron valores de magnitud

En la siguiente imagen obtenida de la norma sismo resistente NSR-10 se identifica el área de amenaza sísmica para las diferentes regiones del país donde se reconoce que Ocaña está un área de amenaza sísmica intermedia.

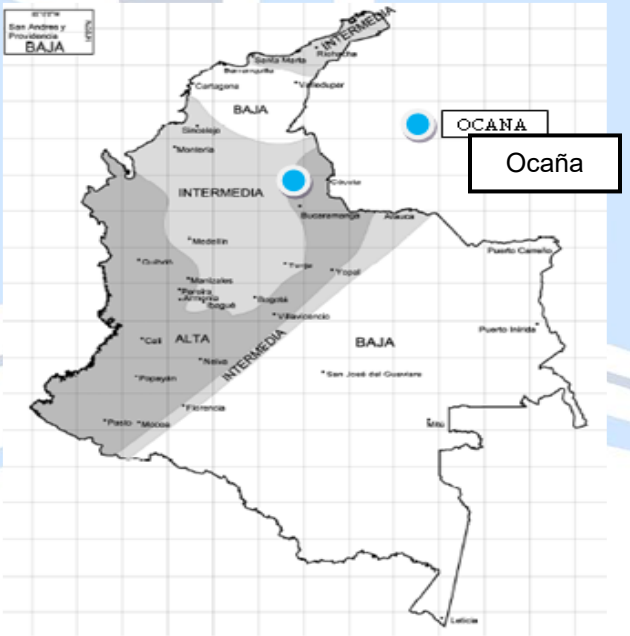


Figura 9. Valores de Aa y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica para los municipios de Norte de Santander. (ingeominas, ibid)

6.3.2. AMENAZAS DESLIZAMIENTO DE TIERRA O MOVIMIENTO EN MASA

Movimiento pendiente abajo, lento o súbito de una ladera, formada por materiales naturales, roca, suelo, vegetación o bien rellenos artificiales según (COLINDRES, 2012).

Causas de los deslizamientos. Estos se producen debido a la interacción de los procesos naturales y la acción del hombre sobre la tierra. En el territorio nacional, estos se dan en diferentes zonas, principalmente en las áreas marginales, (en mayor porcentaje en barrancos y en menos porcentajes en laderas).

Manifestación de fuerzas naturales (actividad sísmica). Provocando la inestabilidad de barrancos y laderas a través del agrietamiento del suelo agregando a este proceso geológico las intensas precipitaciones pluviales que se dan durante el invierno, haciendo mucho más inestables estos terrenos.

A partir de ese momento comienza la relación del hombre con las fuerzas naturales, acciones que inician con la deforestación hasta la mala canalización de las aguas servidas o simplemente no existen, estas causas humanas representan el 70% del origen de los deslizamientos.

Causas naturales

- Por actividad sísmica
- Por composición del suelo y subsuelo
- Por la orientación de las fracturas o grietas en la tierra
- Por la cantidad de lluvia en el área
- Erosión del suelo

Causas humanas

- Deforestación de laderas y barrancos.
- Banqueos (cortes para abrir canteras, construcción de carreteras, edificaciones).
- Falta de canalización de aguas negras y de lluvia (drenajes).

Características de identificación

- Agrietamientos del terreno.
- Grietas o fracturas muy anchas (indicador del desplazamiento de la masa del terreno).
- Si hay árboles, éstos muestran una inclinación anormal. (no poseen verticalidad).
- Cambio en coloración de agua clara a café de las correntadas de agua que descienden de las partes altas.

- Corrientes de agua cargadas con lodo y fragmentos sólidos.
- Desprendimientos de pequeñas cantidades de suelos o rocas.
- Hundimiento del suelo.
- Relación entre cantidad de precipitación y el tiempo.

6.4. AMENAZAS DE TIPO SOCIAL

Las amenazas de acuerdo al Plan de Desarrollo municipal para el año 2024-2027 han sido establecidas de la siguiente manera.

Amenazas / Desplazamiento Forzado: Amenazas por parte del ELN y EPL, contra habitantes civiles, quienes a raíz de estas amenazas se desplazan hacia otros municipios fuera del departamento, lo que impide que se lleve un registro real de la cantidad de personas que están siendo desplazadas. (*Concentración de personas).*

Persistencia de abusos, amenazas y atropellos de la Fuerza Pública: Las comunidades denuncian al ministerio público y a los diferentes organismos humanitarios inconformidad frente a las actuaciones del ejercito con las comunidades rurales donde manifiestan señalamientos, atropellos, retenciones ilegales, casos de tortura, estigmatización, ocupaciones de predios privados y daños en accesos a fuentes de agua, entre otras. (*Amenazas de bombas).*

Enfrentamientos entre Ejército y Grupos de Guerrilla: En las comunidades se ha observado una fuerte presión psicológica por los enfrentamientos y temor generalizado. Estos hechos le han implicado cambiar las rutinas de trabajo, de estudio, de reuniones en las comunidades, entre otras. (*Grupos armados fuera de orden de Ley).*

Riesgo contra la vida y la integridad de funcionarios públicos: Se mantiene la presión hacia la autoridad local y ministerio público, señalamientos de ser colaboradores de uno y otro grupo. Y ha sido constante su manifestación de no encontrar eco en las respuestas de parte de la autoridad departamental y nacional. Así mismo, cuando ocurre un hecho violento, la comunidad exige la respuesta de estas dos personas con reacciones agresivas. (*Atentados terroristas).*

6.5. AMENAZAS DE TIPO AMBIENTAL

El manejo de las amenazas de tipo ambiental no se hace mediante procedimientos operativos normalizados, sino que los controles son los que se relacionan a continuación**:**

Generación de Escombros por Incendios y Terremotos: La mayoría de desastres naturales genera escombros en cantidades que superan la capacidad de los sistemas operativos de manejo de residuos sólidos. Por tal razón, la remoción de escombros será responsabilidad de los organismos competentes. Dada la naturaleza de los procesos de la compañía, los escombros que se podrían generar no son peligrosos y algunos pueden ser reciclados.

Como acciones de mitigación y corrección de impactos generados por los escombros, en el caso de que los pesos de los escombros generados por la emergencia no superen la tonelada, el Coordinador Administrativo de la obra realizará la coordinación para el retiro de los mismos, por medio de la compañía de aseo que presta este servicio y que garantiza el cumplimiento legal en cuanto al manejo integral de los escombros por remover.

Las dos tareas más importantes que realiza la compañía de aseo como parte del manejo integral de los escombros son el aprovechamiento de los materiales valorizables que se encuentran en ellos y la disposición en escombreras, lugares técnicamente viables para disponer adecuadamente aquellos residuos que no se pueden aprovechar ver licencia.

7. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Una vez identificadas las amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, se analiza la frecuencia y la intensidad de las mismas con base en las definiciones de la tabla No 2.

Tabla 2. Ponderación y valoración del factor frecuencia e intensidad

Frecuencia*			Intensidad**		
Ocurrencia de la amenaza	Valoración	Descripción	Afectación de la amenaza	Valoración	Descripción
Largo plazo	0	El evento no se ha presentado en los últimos 20 años.	Baja (leve)	0	Lesiones leves, pérdidas económicas de baja consideración y daños al ambiente no significativos
Mediano plazo	1	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 10 años.	Media (de consideración)	1	Personas afectadas sin gravedad, algunas pérdidas y daños en medios de vida y en el ambiente
	2	El evento se presentó por lo menos 1 vez en los últimos 5 años.		2	Personas damnificadas y algunos heridos, pérdidas y daños económicos y ambientales de consideración
Corto plazo	3	El evento se presenta 1 vez cada año.	Alta	3	Generación de un número alto de damnificados y/o cantidad de heridos, pérdidas
	4	El evento se presenta 2 o más veces al año		4	Reporte de muchas víctimas fatales, grandes pérdidas económicas y/o ambientales, con efectos secundarios

Una vez son valoradas la frecuencia e intensidad, se debe valorar la amenaza. Para ello, se pondera el nivel el nivel de la amenaza y su valoración en el siguiente cuadro (Tabla No. 3):

Tabla 3. Valoración de la amenaza

	VALOR	INTENSIDAD				
		4	3	2	1	0
FRECUENCIA	4	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
	3	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
	2	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
	1	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
	0	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0

Como resultado de la valoración de la amenaza, se puede inferir que: Tabla No. 4. Resultados de la valoración de la amenaza

Tabla 4. Resultados de la valoración de la amenaza

VALOR	DESCRIPCION
3-4	Amenaza alta: la ejecución del proyecto se compromete seriamente y genera cambios relevantes que restringen la ejecución del mismo.
1,5– 2,5	Amenaza media: la afectación al proyecto puede ser considerable, lo que implica cambios necesarios que reduzcan la restricción para ejecutarlo.
0 – 1	Amenaza baja o leve: la afectación del proyecto es en algo perceptible pero no genera cambios que restrinjan su ejecución.

Como resultado del análisis realizado para el proyecto "**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN DE LA CALZADA SOBRE LA VÍA EN EL SECTOR DE LA CARRERA 12 No. 13-42 DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, EN CUMPLIMIENTO DE LO ORDENADO, ORDENADO MEDIANTE ACCIÓN CONSTITUCIONAL REDICADO No.2024-00232 DEL JUZGADO SEGUNDO DEL CIRCUITO DE OCAÑA"** y de acuerdo a su ubicación se sintetiza la evaluación de las amenazas en la Tabla No. 5.

Tabla 5. Evaluación de las amenazas Proyecto

Cuadro 2. Valoración de la amenaza con base en frecuencia e intensidad

Amenaza por tipo de evento						Amenaza por tipo de evento	Frecuencia* (a) Siendo 0 ocurrencia en el largo plazo y 4 una ocurrencia en el muy corto plazo					Intensidad** (b) Siendo 0 afectación por amenaza leve y 4 alta					Valoración Amenaza
							0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Alta-Media-Baja)
Naturales						Sismos			2					1			1,5
						Tsunami			0					0			0
						Erupción volcánica			0					0			0
						Huracanes			0					0			0
						Vendavales			1					0			0,5
						Erosión costera			0					0			0
						Aumento del nivel del mar			0					0			0
						Olas de calor			0					0			0
Socio naturales						Movimientos en masa			1					2			1,5
						Avenidas torrenciales (avalanchas)			0					0			0
						Inundaciones			3					2			2,5
						Incendios forestales			0					0			0
Antrópicos						Incendios estructurales			0					0			0
						Derrames de hidrocarburos			2					1			1,5
						Contaminación			0					0			0
Otras:						Acciones terroristas			2					2			2
						Generación de escombros			4					1			2,5

7.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LAS AMENAZAS

En este momento se analiza y califica la exposición del sitio donde se va a desarrollar el proyecto (localización), identificando los criterios de fragilidad y resiliencia. El análisis de vulnerabilidad permite identificar criterios técnicos que deben ser considerados en el diseño y propuesta del proyecto, para reducir la fragilidad y aumentar la resiliencia ante las amenazas a las que está expuesto el proyecto.

Para el evaluador, el análisis de vulnerabilidad constituye un elemento importante ya que permite verificar la incorporación de los criterios de exposición, fragilidad y resiliencia y orientar la decisión de si es procedente o no la ejecución del proyecto con criterios técnicos.

Al proyecto se le realiza el análisis de vulnerabilidad, determinando baja exposición por localización y fragilidad baja por vulnerabilidad por resistencia. (Ver tabla No. 6.).

Tabla 6. Verificación para análisis por vulnerabilidad

Cuadro 5. Criterios de verificación para el análisis de vulnerabilidad			
Vulnerabilidad por exposición (localización)	SI/NO	Escala	Nivel
¿La localización escogida para el proyecto evita su exposición a amenazas?	Si	0	Baja exposición
Vulnerabilidad por resistencia (fragilidad)	SI/NO		
¿El diseño del proyecto tiene en cuenta las caracteristicas geográficas y fisicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	Fragilidad baja
¿La programación del cronograma de actividades del proyecto toma en cuenta las caracteristicas geográficas, climáticas y fisicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿La alternativa propuesta para el proyecto considera las caracteristicas geográficas y fisicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿Los diseños y la construcción de la infraestructura tienen en cuenta el potencial impacto de fenómenos naturales y/o climáticos extremos durante la vida útil del proyecto?	Si	0	
¿En una perspectiva de ciclo de vida, los materiales de construcción consideran las caracteristicas, climáticas, geográficas y fisicas futuras de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
Vulnerabilidad por resiliencia	SI/NO		
¿El proyecto contempla el aseguramiento de la infraestructura ante desastres?	No	1	Resiliente
¿El proyecto incluye plan de contingencia para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de un desastre? (Aplica para proyectos que se enmarquen en el articulo 42 de la Ley 1523 de 2012)	Si		
Total susceptibilidad		1	

Página 1

Fragilidad baja determina que el proyecto requiere en el diseño y propuesta, especial atención a las variables que mostraron alta calificación, las cuales al ser consideradas en la formulación reducirán la fragilidad del proyecto. Estos podrían generar costos adicionales.

7.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL PROYECTO DE INVERSIÓN

Una vez se haya verificado y asignado un valor a cada uno de los criterios que componen la Matriz de Evaluación de Riesgo de Desastres para proyectos de inversión pública, se deben tomar las medidas de reducción de la vulnerabilidad de acuerdo a la valoración del riesgo de desastres del proyecto, conforme a la tabla No. 7

Tabla 7. Valoración del nivel de riesgo del proyecto

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Recomendación
Alto	> 66	El proyecto es altamente susceptible de verse afectado por condiciones de riesgo y **debe incorporar medidas de reducción de la amenaza y la vulnerabilidad.** Si el costo de incorporar estas medidas es muy alto en relación con la inversión que pretende hacerse, el proyecto no es sostenible.
Medio	34 < y <= 66	El proyecto tiene condiciones de riesgo que lo hacen vulnerable, y **se deben incorporan las medidas de reducción de vulnerabilidad**, para que este sea sostenible y pueda viabilizarse.
Bajo	<= 33	El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.

Tabla 8- Nivel de riesgo del Proyecto

Cuadro 9. Valoración del nivel de riesgo del proyecto			
	Fragilidad	**Resiliencia**	**Total**
Total susceptibilidad	**0**	**1**	**1**
	Exposición	**Susceptibilidad**	**Total**
Total vulnerabilidad	**0**	**1**	**1**
	Amenaza	**Vulnerabilidad**	**Total**
Índice de riesgo	**10**	**1**	**10**

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Interpretación
Bajo	7,35	El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.

Medidas de reducción de vulnerabilidad
sistema de alerta temprana
Activacion de plan de contigencia
capasitacion y simulacro en el sitio
Verificacion permanante de la señalizacion
Red de comunicación con cuerpo de socorro y de seguridad del municipio

8. PLAN DE CONTINGENCIA (PDC)

Teniendo en cuenta el análisis de riesgos realizado, el presente Plan de Contingencia se desarrolla solo para el tramo que implica la construcción de vía nueva (incluida la doble calzada) o actividades de mejoramiento sobre la calzada existente.

El Plan de Contingencia expuesto, tiene un carácter de referencia, debido al desarrollo de la etapa actual de estructuración, lo cual implica que la mayoría de la información base es de carácter secundario. En este sentido, cuando el proyecto pase a la etapa de diseño definitivo, el contratista a quien se otorgue la construcción del presente sector, deberá presentar su propio Plan de Contingencia, a través de cualquier metodología que le permita tomar decisiones en referencia a este aspecto.

8.1. IMPACTOS A MANEJAR

Tabla 9. Ocurrencia de las amenazas

AMENAZAS	OCURRENCIA	TIPO DE EVENTO
Sismos	X	Natural
Movimientos en masa	X	Natural
Amenazas / Desplazamiento Forzado	X	Socio-natural
Persistencia de abusos, amenazas y atropellos de la Fuerza Pública	X	Socio-natural
Enfrentamientos entre Ejército y Grupos de Guerrilla	X	Socio- natural
Riesgo contra la vida y la integridad de funcionarios públicos	X	Socio- natural
Generación de Escombros	X	Antrópicos

Fuente. Autor

8.2. PLAN ESTRATEGICO

El plan estratégico tiene como objetivo principal establecer las directrices para atender de manera oportuna las contingencias. Provee los recursos humanos y materiales disponibles para garantizar la intervención y la evacuación lógica (en caso de ser necesaria), utilizando los conocimientos y formas adecuadas de actuación en cualquier situación de emergencia. Este Plan debe ser revisado y divulgado periódicamente por el personal responsable o afectado por las actividades del proyecto. El plan debe ser revisado si se presenta algún cambio en la organización que pueda afectar la estructura de la ejecución del plan y las responsabilidades establecidas.

8.2.1. RESPONSABILIDAD EN CASO DE EMERGENCIAS

Independiente del evento que la origina, debe entenderse que una situación de emergencia no termina cuando se haya acabado o controlado el evento que la causó, sino que continúa mientras subsista el estado de perturbación.

Cualquier siniestro que se genere durante el transporte de los insumos debe ser atendido oportunamente de manera tal que se reduzcan los daños ambientales y los efectos sobre la operación. La evaluación de las pérdidas, tanto las directas como las indirectas y los daños a terceros, es un elemento importante en el establecimiento de responsabilidades.

8.2.2. NIVELES DE RESPUESTA

Definir los niveles de emergencia en función de los medios de contingencia, humanos y materiales, que deberán ser movilizados para hacer frente a las situaciones de emergencia que se puedan presentar en el sector a intervenir. Un nivel de respuesta determina la atención que se requiere según la gravedad del evento y la responsabilidad de atención a tener en cuenta. Como niveles de respuesta se tienen establecidos los siguientes:

Nivel 1: Es aquel evento que será atendido por la persona directamente del área donde se presentó la emergencia, o por aquella que evidencia y/o detecta en primera instancia el evento.

Nivel 2: Es aquella situación en la que se requiere la atención de la emergencia por parte de la brigada.

Nivel 3: Emergencia que por sus características, magnitud e implicaciones requiere de la intervención inmediata, masiva y total de los recursos internos y externos (Organismos de socorro), incluyendo a los miembros del Comité de Presidencia (Comité de Emergencia).

8.2.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES EN CASO DE EMERGENCIA

Dentro de esta estructura debe estar incluido el comité de emergencias, siendo este el grupo estratégico de la organización, encargado de discutir, estudiar, tomar decisiones respecto a los recursos, procesos y operaciones especiales ante una situación de emergencia y llevar a cabo acciones encaminadas a la reducción de riesgos. De igual forma tiene como responsabilidad organizar, planear y poner en funcionamiento el plan de emergencias.

Adicionalmente esta estructura debe contar con una brigada de emergencia enfocada hacia la atención de primeros auxilios, rescate y eventos como: incendio, derrames y evacuación.

Organigrama de la emergencia

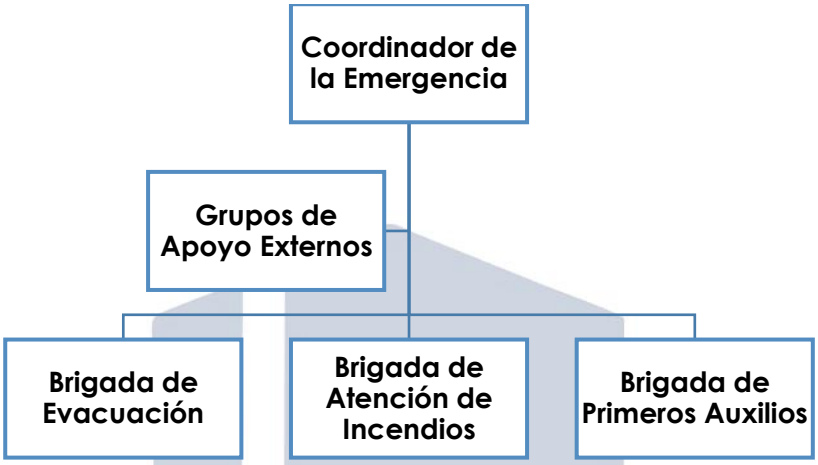


Figura 10. Organigrama de responsabilidad de amenazas

Fuente: Grupo Consultor Ambiental Consultores, miembro Grupo INERCO. 2015.

Las funciones del coordinador(es) de Emergencia son:

- Coordinar las acciones preventivas, de atención y restauración contenidas en el Plan de Contingencias.
- Mantener actualizada la información de los grupos de Apoyo Primario y de la comunidad del área de Influencia directa, quienes participarán en simulacros y en toma de decisiones sobre aspectos a mejorar.
- Diseñar, organizar y actualizar las capacitaciones del personal de la Brigada.
- Participar en los simulacros para ajustar los mecanismos de respuesta, asegurando la efectividad de respuesta ante un evento.

La brigada de emergencia tendrá las siguientes funciones:

Antes:

- Realizar inspecciones periódicas al estado de las obras estructurales para mitigación de los procesos de remoción en masa.
- Realizar inspecciones periódicas al estado de la zona con el fin de identificar pisos agrietados, arboles inclinados o desprendimiento de suelo.
- Participar en capacitación y simulacros.

- Reportar condiciones inseguras y / o comportamientos de la persona en el desempeño de su cargo.

- Identificar ruta de evacuación y sistemas de alarma.

Durante:

- Evaluar el evento y su magnitud.

- Accionar el sistema de Emergencia según el evento presentado.

- Determinar la necesidad de evacuar al personal vinculado hacia el punto de encuentro o zona segura.

- Informar a las entidades de apoyo a nivel local, municipal o departamental, dependiendo de la magnitud del evento.

- Controlar la Emergencia mediante los Procedimientos Operativos Normalizados hasta donde su seguridad no se exponga.

- Conservación de bienes, hasta donde su seguridad no se exponga.

Después:

- Evaluar las condiciones de seguridad y reportarlas al regresar a su área.

- Identificar posibles puntos de contaminación.

- Dar prioridad y coordinar la búsqueda de personas que no se encuentren en el punto de encuentro o se estén atrapadas.

- Verificar y restringir el ingreso de personas y vehículos a la zona, exceptuando grupos de apoyo, quienes ingresarán debidamente identificados.

- Participar en la evaluación del evento, por medio de informe detallado del evento, respuesta generada e impactos resultantes por el fenómeno.

- Reacondicionamiento de equipos y áreas.

- Evaluar en conjunto con el Coordinador de Contingencias y grupos de Apoyo Interno la efectividad del Plan de contingencias.

8.2.4. RECURSOS UTILIZADOS EN CASO DE UNA EMERGENCIA

- **Recurso Humano entrenado.** Se realizará el entrenamiento de la brigada para la atención de emergencias, teniendo en cuenta la capacidad de respuesta local que podría soportar una emergencia en la zona del proyecto. Este grupo recibirá un entrenamiento que le permita soportar la atención inicial de un incidente acorde a los riesgos a los cuales se encuentra expuesto el proyecto.

- **Recursos físicos.** Para la atención de una emergencia se contará en la zona con:

➢ Extintores portátiles Multipropósito (ABC), los cuales deberán estar ubicados en los lugares en donde exista riesgo de conato de incendio.

➢ Kit para el control de derrames, el cual deberá estar ubicado los lugares con probabilidad de generación de derrames.

➢ En caso de trabajo nocturno, es necesario contar con torre luminaria, la cual deberá encontrarse en buen estado tanto para el trabajo a realizar como para la atención de una contingencia.

➢ Convenios con ambulancia y paramédico.

➢ Señalización: El proyecto tendrá señales de:

– Evacuación y salvamento en ruta de evacuación, salidas de emergencia y puntos de encuentro.

– Indicación de clase de vehículos, dirección, grado de pendiente, velocidad máxima permitida, lugares con probabilidad de remoción en masa, paso a nivel y almacenamiento de combustible en sitios de circulación vehículos.

– Prohibición (No fumar, ingreso restringido a las áreas).

– Advertencia de peligro (Riesgo de explosión, incendio, zonas críticas de remoción en masa).

– Ubicación de los elementos de protección personal y de uso obligatorio, según el área.

Es importante implementar una red de comunicaciones (con recursos como teléfonos celulares, radio con alcance necesario para una comunicación efectiva), los cuales deben estar localizados en los frentes de obra. El Coordinador de Emergencia o Ingeniero del frente será el responsable de la comunicación con los organismos de apoyo externo, y los integrantes de

los comités deberán tener un directorio actualizado de los teléfonos de las personas que lo conforman y de las entidades de apoyo registradas en la zona del proyecto.

8.3. PLAN OPERATIVO

El plan operativo establece las acciones de atención en caso de las potenciales emergencias evaluadas en el análisis de riesgos, así mismo, presenta con nivel de detalle los procedimientos operativos normalizados (PONS), las instrucciones y acciones específicas a seguir durante una emergencia. Es importante determinar los medios físicos y humanos requeridos para responder oportunamente, de tal manera que se asegure la protección de vidas humanas, la reducción de impactos ambientales, los costos del proyecto por retrasos o daños materiales o accidentes operacionales y la recuperación de las condiciones normales.

8.3.1. SISTEMA DE ALARMA

Definir y establecer un sistema de alarma audible y/o visual que permita dar aviso de la ocurrencia de un evento, así como las acciones de mantenimiento y los responsables de activar la alarma y anunciar la emergencia.

8.3.2. PLAN DE ACCIÓN

Para garantizar un control efectivo de los riesgos identificados, es necesario la gestión de una serie de actividades que tengan como objetivo reducir o minimizar el riesgo que generan las diferentes amenazas previamente identificadas. El plan de acción contiene las medidas preventivas y algunas medidas de protección ante la exposición al riesgo.

Algunas medidas de carácter general a nivel preventivo que pueden ayudar a reducir la magnitud y duración de una contingencia, son:

- Las vías de evacuación deberán encontrarse siempre libres de obstáculos y con adecuada señalización.
- Utilizar personal idóneo para la realización de cada una de las actividades.
- Portar siempre y de forma adecuada los implementos de seguridad industrial.
- Almacenar correctamente equipos, materiales e insumos.
- Definir los controles operacionales de seguridad industrial, divulgarlos y verificar de forma estricta el cumplimiento de los mismos.
- Definir los controles administrativos para cada riesgo.

- Definir e implementar un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de las máquinas y equipos.

- Identificar personas con necesidades especiales (que sean prioritarias en protección y atención).

- Implementar sistemas de monitoreo y alarma.

- Organizar comités y brigadas que actúen ante las emergencias (rescate, seguridad, control de incendios, primeros auxilios).

- Establecer puntos de encuentro (principal y alternos), así como sitios de refugio.

- Llevar a cabo programas de comunicación, educación y divulgación de las medidas propuestas al atender una emergencia.

- Realizar periódicamente el mantenimiento de instalaciones, equipos, maquinaria e infraestructura.

8.3.3. EVACUACIÓN

En todas las fases del proyecto que comprende este documento, las zonas serán evacuadas si se presentan los siguientes escenarios:

- Fenómeno de remoción en masa: Dependiendo de la magnitud del evento, si existe el riesgo de que haya atrapamiento de personas, equipos o bloqueos, se debe iniciar la evacuación de la zona por las rutas definidas, emitiendo la voz de alarma.

- En caso de sismo o terremoto: La evacuación se produce una vez cese el fenómeno natural; si hay pruebas o sospechas de daño estructural, las áreas evacuadas permanecerán vacías hasta verificar el nivel de riesgo por parte del personal asignado por el Coordinador de Emergencias.

- En caso de incendio o explosión: Se hará siempre por la ruta de evacuación establecida.

- En caso que el coordinador de Emergencias lo establezca según el evento que se presente.

En la pauta de actuación durante la evacuación, se debe:

- Suspender la actividad que se está realizando.
- Abandonar de forma ordenada el área.
- Aislar la zona del evento
- En caso de estar bloqueada la ruta de evacuación por fuego, utilizar los medios de extinción de incendios para abrir una vía de escape.
- En caso de estar bloqueada la ruta de evacuación por material desplazado por remoción en masa, evaluar el estado del terreno e identificar zonas que no presenten señales de un posible desprendimiento de materiales para evacuar por ésta.
- Si se sospecha que alguna persona ha quedado atrapada en el área afectada, notificarlo inmediatamente a la Brigada de Emergencia y a las entidades de apoyo.
- Dirigirse al punto de encuentro.

8.4. PLAN INFORMATIVO

El plan informativo es la recopilación sencilla y ordenada de la información requerida para la respuesta a la Emergencia. Garantiza la optimización de los recursos de personal, equipos y otros recursos necesarios para afrontar con éxito una emergencia. Este contiene:

- Los manuales operativos de equipos y máquinas.
- Las hojas de seguridad de productos químicos.
- El directorio de personal operativo, técnico y administrativo del proyecto.
- El directorio de instituciones de apoyo en emergencias.

BUSBANZÁ INGENIERÍA S.A.S
R/L ING. CARLOS ROBERTO AREVALO OROZCO
CONSULTOR
MP 54202-113227 NTS