

EN LA SESIÓN ORDINARIA DEL 27 DE SEPTIEMBRE DE 2012, EL AYUNTAMIENTO DE MONTERREY APROBÓ POR UNANIMIDAD EL DICTAMEN CON EL ATLAS DE RESGO PAR EL ESTADO DE NUEVO LEÓN. ESTE DOCUMENTO FUE PRESENTADO POR LAS COMISIONES UNIDAS DE DESARROLLO URBANO Y DE PROTECCIÓN CIVIL, A PARTIR DE LO ELABORADO POR LA SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE DEL GOBIERNO DEL ESTADO. A CONTINUACIÓN SE PUBLICA EL DICTAMEN:

La *Gaceta Municipal* es una publicación del Ayuntamiento de Monterrey, elaborada en la Coordinación Editorial de la Dirección Técnica de la Secretaría del Ayuntamiento de Monterrey, Palacio Municipal, Zaragoza y Ocampo núm. 1400 sur, segundo piso, Monterrey, N. L. Teléfono: 81 30 62 50. Editor responsable: Óscar Efraín Herrera Arizpe.

Puede consultarse en su versión electrónica en la página: www.monterrey.gob.mx



AYUNTAMIENTO DE MONTERREY, NUEVO LEÓN PRESENTE.

Los integrantes de las Comisiones Unidas de Desarrollo Urbano y Protección Civil del Ayuntamiento de Monterrey, Nuevo León, con fundamento en lo previsto por los artículos 4 fracción XIII, 9 fracción CI, 10 fracción VI, 54, 55, 164 y 165 de la Ley de Desarrollo Urbano del estado de Nuevo León y lo dispuesto por los arábigos 56, 57, 58 fracciones VIII y XII, 61 y 62 del Reglamento Interior del Ayuntamiento de la Ciudad de Monterrey Nuevo León, realizó el estudio y análisis de la propuesta formulada por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León; por lo tanto, estas Comisiones presentan a este Ayuntamiento lo conducente:

ANTECEDENTES

La elaboración y consulta del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León, Primera Etapa, fue realizada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Nuevo León.

Así mismo; la aludida autoridad ordenó el inicio de proceso de consulta pública por el periodo de 30 días naturales, dicha orden se materializó al publicarse el aviso correspondiente en los periódicos denominados *EL NORTE* y *MILENIO* los días 27, 28 y 29 de agosto del año 2010. Es pertinentes establecer que durante ese lapso la autoridad urbanística estatal tuvo a disposición de la ciudadanía el proyecto del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León, Primera Parte, para su consulta en su oficinas situadas en el Antiguo Palacio Federal en la calle Washington No. 648, Colonia Centro, Monterrey, Nuevo León, así como en el portal de internet www.nl.gob.mx. Durante la Consulta Pública, se recibieron 11-once peticiones de la ciudadanía.

En acatamiento a lo previsto por el artículo 54 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Nuevo León, la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Nuevo León, realizó diversas audiencias públicas para exponer el proyecto consistente en el Atlas de Riesgos para el Estado de Nuevo León, Primera Parte, dicho documento advierte a las autoridades y a la ciudadanía los riesgos que enfrenta la Ciudad, como son los hidrometeorológicos, geológicos y antropogénicos.

Las aludidas audiencias públicas se efectuaron los días 30 de agosto y 28 de septiembre del año 2010, en el vestíbulo del Antiguo Palacio Federal en la calle Washington No. 648, Colonia Centro, Monterrey, Nuevo León.

RESULTANDO

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en sus artículos 27 y 115 determina que sin perjuicio de la competencia constitucional, en el desempeño de las funciones o la presentación de los servicios a su cargo, los municipios observarán lo dispuesto por las leyes federales y estatales.

En consecuencia, la elaboración y consulta del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León, Primera Parte, se llevó a cabo de conformidad con lo dispuesto por los artículos 9 fracción VI, 54, 55, 164 y 165 de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Nuevo León, al ser una responsabilidad insoslayable del Gobierno del Estado, con la participación en la formulación y aprobación de los Municipios.

En otra contextura, el Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León, Primera Etapa, cubre el Área Metropolitana de Monterrey y la Región Periférica, es el documento en donde se establecen y clasifican las zonas de riesgo.

El Área Metropolitana comprende los municipios de Apodaca, General Escobedo, Juárez, García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás, San Pedro Garza García y Santa Catarina; la subregión Periférica, los municipios de Mina, Hidalgo, Abasolo, El Carmen, Salinas Victoria, Higuera, Ciénega de Flores, General Zuazua, Marín, Doctor González, Pesquería, Cadereyta Jiménez y Santiago. El área total cubierta es de 4,107.54 km².

La elaboración del Atlas, incluye el análisis de peligros por los fenómenos naturales geológicos e hidrometeorológicos que pueden afectar a la zona de estudio. La superficie que cubre esta primera etapa, es la comprendida en las cuatro cartas topográficas del INEGI a escala 1:50,000, cuyas claves son G14C15, G14C16, G14C25 y G14C26.

Concluido el proceso de consulta, se tuvo a bien analizar el proyecto definitivo elaborado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Nuevo León: por lo tanto, estas Comisiones presentan a la consideración de este Órgano Colegiado, los siguientes:

ACUERDOS:

I. INTRODUCCIÓN

El Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León, Primera Etapa, cubre el Área Metropolitana de Monterrey y la Región Periférica.

El Área Metropolitana comprende los municipios de Apodaca, General Escobedo, Juárez, García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás, San Pedro Garza García y Santa Catarina; la subregión Periférica, los municipios de Mina, Hidalgo, Abasolo, El Carmen, Salinas Victoria, Higuera, Ciénega de Flores, General Zuazua, Marín, Doctor González, Pesquería, Cadereyta Jiménez y Santiago. El área total cubierta es de 4,107.54 km².

La elaboración del Atlas, incluye el análisis de peligros por los fenómenos naturales geológicos e hidrometeorológicos que pueden afectar a la zona de estudio. La superficie que cubre esta primera etapa, es la comprendida en las cuatro cartas topográficas del INEGI a escala 1:50,000, cuyas claves son G14C15, G14C16, G14C25 y G14C26.

El trabajo se realizó apoyado en convenios de colaboración de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Nuevo León con las siguientes entidades:



- Servicio Geológico Mexicano, que participó a través de la Subdirección de Geología Ambiental y de la Subgerencia de Peligros Geológicos. Su colaboración fue especialmente relevante en los levantamientos puntuales de campo.
- Instituto Politécnico Nacional.
- INEGI
- Universidad Autónoma de Nuevo León
- Tecnológico de Monterrey
- Conagua.

Para la realización del Atlas se tomó como base la Guía Metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación), edición 2004 (SEDESOL y SGM); y la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (CENAPRED, 2006).

El análisis de peligros hidrometeorológicos estuvo a cargo del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), el cual adaptó la metodología de CENAPRED a las condiciones de escala de las áreas.

A lo largo de su historia, la Ciudad de Monterrey, con su Área Metropolitana, han recibido el impacto de grandes tormentas tropicales y huracanes que en verano y parte del otoño se desarrollan en el Atlántico y en el Caribe y llegan a las costas del Golfo de México, afectando a los Estados de Tamaulipas y Nuevo León, además de Texas y los Estados costeros del sur de México. En el caso de Nuevo León, cuando las lluvias intensas se concentran durante un largo período en las serranías de la Curvatura de Monterrey (La Huasteca) se producen las crecientes torrenciales del Río Santa Catarina y de sus afluentes. Hasta 1950, el trazo del cauce del Santa Catarina no se modificó, por lo que sus meandros llevaban el torrente a áreas muy amplias a uno y otro lado del cauce. Las grandes avenidas del Río han dejado destrucción y muerte periódicamente.

Prácticamente, todos los huracanes penetran al territorio de Nuevo León con categoría de «tormenta tropical»; aunque a veces se presentan fuertes vientos, éstos no son la causa de los daños más relevantes.

Los registros históricos hasta la fecha, nos muestran que las tormentas que más daños han causado fueron las siguientes:

Huracán	Fecha	Categoría al llegar a NL
Sin Nombre	1854	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1880	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1887	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1895	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1909	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1916	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1922	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1933	Tormenta Tropical
Sin Nombre	1944	Tormenta Tropical
Alma	1958	Depresión Tropical

TABLA 1. HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES QUE HAN AFECTADO AL ESTADO DE NUEVO LEÓN
(Hasta 1954 comenzó a llamarse a los huracanes y tormentas con un nombre propio)

Huracán	Fecha	Categoría al llegar a NL
Beulah	1967	Tormenta Tropical
Fern	1971	Depresión Tropical
Carolina	1975	Depresión Tropical
Barry	1983	Depresión Tropical
Gilberto	1988	Tormenta Tropical
Keith	2000	Depresión Tropical
Beryl	2000	Depresión Tropical
Fay	2002	Baja Presión (L)
Erika	2003	Tormenta Tropical
Emily	2005	Tormenta Tropical
Alex	2010	Tormenta Tropical

Fuente: Historical Hurricane Tracks, NOAA Coastal Service Center

La tormenta tropical de agosto de 1909 causó más de 5000 muertos, destruyó infraestructura, numerosas casas y el Puente de San Luisito (Colonia Independencia); 101 años después, en agosto de 2010, Alex causó graves daños a la infraestructura urbana, pero el número de personas fallecidas fué muy reducido, entre otras razones por la previsión implementada por Protección Civil y su rápida reacción ante situaciones graves; las precipitaciones registradas por Alex son las mayores desde que hay medición con estaciones meteorológicas. Se considera que estas tormentas corresponden a un período de retorno de 100 años.

Otras tormentas que causaron graves daños a la ciudad, fueron la de 1933 y la del huracán Gilberto en 1988, que puso a prueba la canalización del Río, terminada en 1950.

Alma descargó una gran precipitación, concentrada en el Área de Santiago y llenó a toda su capacidad la recién terminada Presa «La Boca», sin dar tiempo a retirar los árboles que quedaron en el vaso.

Monterrey es una ciudad rodeada de montañas y en consecuencia, abundan las cañadas; sus cauces deben respetarse siempre. Como los períodos de retorno de las grandes tormentas fluctúan entre 20 y 30 años, puede pensarse que nunca llevarán flujos importantes: sin embargo, en las montañas comienzan los escurrimientos que confluyen a los arroyos y después a los ríos; en nuestra ciudad y en general en el Estado, la red fluvial es muy joven: esto significa que los cauces tienen mucha pendiente y los flujos son torrenciales, es decir, violentos y destructivos por la gran velocidad que toma el agua al circular por ellos a pesar de que permanezcan secos o prácticamente secos casi siempre.

El Atlas de Riesgo constituye una muy importante herramienta para ciudadanos y autoridades, que será clave para reforzar la cultura de la prevención de desastres. Su función no es la de evitar la ocurrencia de los fenómenos naturales de todo tipo, pero ayudará a precisar las obligaciones preventivas que se incluyen en los trámites urbanos de todo tipo para el otorgamiento de permisos de urbanización y construcción. La ubicación de las zonas de riesgo y el nivel de peligro identificado en las diferentes estructuras que conforman el área Metropolitana de la Ciudad de Monterrey y Región Periférica, deben facilitar los requerimientos y agilizar los procesos de los trámites.



El hecho de que el Atlas proporcione información útil sobre la ubicación de las áreas y los puntos que puedan considerarse de alto o muy alto riesgo, no elimina la obligación de elaborar los estudios puntuales para obtener un permiso urbano de cualquier tipo, como se establece en La Ley de Desarrollo Urbano y en los reglamentos municipales. Permanece la obligación de presentar los estudios de impacto vial, de impacto ambiental, de hidrología y de mecánica de suelos y geotecnia, además de las propuestas de mitigación. Sin embargo, la autoridad sí podrá prohibir la factibilidad para urbanización en las zonas de alto peligro, o señalar las restricciones técnicas adecuadas. Del mismo modo, las acciones preventivas por parte del Sistema Estatal de Protección Civil permanecerán vigentes y obligatorias.

1. Antecedentes

El Atlas de Riesgo del Estado de Nuevo León se comenzó a elaborar en el año de 2005, cuando se hizo evidente la necesidad de contar con un instrumento que permitiera y facilitara la toma de decisiones en materia de desarrollo urbano.

A partir del año siguiente, se establece la realización de la planeación urbana de manera sustentable y con una política de prevención. Se empezó a realizar los primeros trabajos para el manejo de las zonas detectadas con riesgos geológicos e hidrometeorológicos, determinando efectuar estudios por etapas para la elaboración de un Atlas de Riesgo, siendo la primera etapa la que incluye el Área Metropolitana de Monterrey y los municipios de la Periferia.

En la nueva Ley de Desarrollo Urbano, publicada el 9 de septiembre de 2009, se incorpora la figura del Atlas de Riesgo, lo que avala la elaboración de este proyecto.

El Atlas se diseñó para contener los estudios de los riesgos y peligros naturales, tales como geológicos e hidrometeorológicos; además se extendió el alcance al estudio de los peligros antropogénicos y a las propuestas de medidas de mitigación de todo tipo.

La Segunda Etapa del Atlas de Riesgo del Estado de Nuevo León, considera la incorporación del resto de los municipios del Estado, con el estudio adicional del problema de los incendios forestales.

2. Estructura Cartográfica

Para emprender el proyecto del Atlas de Riesgo, en sus dos etapas, el Centro de Colaboración Geoespacial de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, brindó los insumos cartográficos que sirvieron de base para desarrollar los estudios y modelos que derivaron en los productos motivo del documento.

En general, la información básica se refiere a ortofotos y Modelos Digitales de Elevación LIDAR (Light Detection and Ranging), obtenidos mediante vuelos aéreos y trabajo de campo. Para ambos temas se logró la cobertura estatal completa. Los vuelos LIDAR se realizaron a una altitud de 5,800 m snm, y con un ángulo de barrido de 60°.

Todo lo anterior aunado a la topografía y estructura urbana de las áreas estudiadas, constituyen la base cartográfica del Atlas. La información se encuentra agrupada en temas y cada grupo integra las capas necesarias y suficientes para describir y caracterizar los fenómenos hidrometeorológicos, geológicos o antropogénicos.

De las ortofotos, se distingue la resolución de un metro en cada uno de los píxeles de las imágenes a color, resolución que se logra por tomas efectuadas a escala 1:10,000.

Del LIDAR, se produjeron curvas de nivel con cotas a cada 50 cm para toda el área de estudio mismas que resultan de MDE (Modelos Digitales de Elevación) con una malla de 5 m² por retícula.

II. FUNDAMENTO JURÍDICO

El Atlas de Riesgo para Estado de Nuevo León (Primera Etapa) abarca en su estudio el Área Metropolitana de Monterrey y es el documento en el cuál se establecen y clasifican las zonas de riesgo que por su ubicación representan peligro, debido a factores antropogénicos o naturales , que pueden causar perjuicios a las personas o a sus bienes y tiene su fundamento jurídico en los artículos 27 tercer párrafo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 3 fracción XII de la Ley General de los Asentamientos Humanos; 3 segundo párrafo, 85 fracción I, X y XXVIII, 87 y 88 de la Constitución Política del Estado de Nuevo León; 1, 2, 5, 13, 14, 15, 18 fracción XII, 32 inciso a) fracciones II y XI, inciso B) fracciones I, XIV y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública para el Estado de Nuevo León; 1 fracción V, 2 fracción V, 4 fracciones VII y XIII, 5 fracciones XI y LXV, 6, 8, 9 fracción VI, 10 fracciones VI, XIII y XXII, 54, 55, 56, 60 y 120 fracción I, 121 fracción III, 137, 154, 155, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 324, 325, 326, 333, 341 fracción XIII, 342 fracción III, inciso a), 343 fracción III y Noveno Transitorio de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Nuevo León; 1, 2 fracción VIII, 3 fracciones VII, XVIII, XIX XXI, XXII XLVI, LXIII y LXIV, 6 y 7 fracciones I, II, IV XI y XIII, 8 fracciones I, VII, XVII, XXIII, XXXII, 16 fracciones I, IV, VIII, XIV, 17, 28, 34 fracciones VI, y VIII, 37, 38 y 39 de la Ley Ambiental del Estado de Nuevo León, 1 y 2 fracciones I, II VI XI y XIII, 4, 9, 10, 11, 13, 14, 19, 22, 26, 63 y 67 de la Ley de Protección Civil del Estado de Nuevo León.

Por otra parte, el referido estudio de Atlas de Riesgo también tiene su fundamento en el Programa Estatal de Desarrollo 2010-2015 que señala en el Punto 7.3.10 denominado Renovación Urbana que implementará un programa de planificación urbana que prevea los riesgos naturales en las áreas urbanizadas y urbanizables.

Las determinaciones establecidas en el Atlas de Riesgo serán de orden público e interés social, atendiendo a la finalidad de garantizar la seguridad física y jurídica de las personas y sus bienes que se encuentren en dichas zonas o colindando con las mismas.

De tal forma que las áreas o predios clasificados como de riesgo no mitigable por el presente Atlas de Riesgo, estará estrictamente prohibido realizar cualquier obra, acción o instalación.

En virtud de lo anterior, las personas físicas o morales, públicas o privadas que pretendan llevar a cabo proyectos, acciones, obras o inversiones en zonas clasificadas como de riesgo, o peligro por el Atlas de Riesgo, estarán obligadas a realizar los estudios técnicos necesarios a efecto de determinar la factibilidad de la misma.

El presente Atlas de Riesgo permitirá tener identificadas las zonas de riesgo que puedan causar perjuicio a las personas o a sus bienes y se clasificarán en cada zona atendiendo a los criterios de riesgo en el territorio de las Subregiones del Área Metropolitana y Periferia que comprenden los municipios de Apodaca, General Escobedo, Juárez, García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Abasolo, Cadereyta Jiménez, Ciénega de Flores, Doctor González, El Carmen, General Zuazua, Hidalgo, Higuera, Marín, Mina, Pesquería, Salinas Victoria, y Santiago, Nuevo León.



III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Desarrollar el Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León en su Primera Etapa, que cubre los 9 municipios conurbados del Área Metropolitana de Monterrey: Apodaca, General Escobedo, Juárez, García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina. Además, los 13 municipios de la Región Periférica: Mina, Hidalgo, Abasolo, El Carmen, Salinas Victoria, Higuera, Ciénega de Flores, General Zuazua, Marín, Doctor González, Pesquería, Cadereyta Jiménez y Santiago.

2. Objetivos Específicos

Contar con una herramienta estratégica que permita tener la mejor información posible sobre los efectos de los fenómenos naturales para la Zona Metropolitana y la Región Periférica.

El sistema permitirá establecer mejores políticas, planes y programas de planeación urbana, ordenamiento territorial sustentable y estrategias de prevención.

Servirá también para que los municipios tengan una base de consulta previa para resolver sobre las solicitudes de factibilidad para el desarrollo de toda clase de proyectos de urbanización y construcción.

El Atlas permitirá una mejor comunicación entre la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado y todos los municipios. El Atlas es un instrumento vivo que se estará perfeccionando con la retroalimentación y la autocrítica.

Del contenido del Atlas, se desprenderá abundante información para la aplicación de medidas preventivas y remediales por parte de Protección Civil; esto es especialmente importante para establecer una cultura de alerta entre la ciudadanía.

Los peligros naturales se clasifican en función del fenómeno que los origina:

1. Peligros geológicos:

- Inestabilidad de laderas
- Fallas, fracturas y hundimientos
- Deslizamientos y caídos
- Flujos de lodo (licuación)
- Erosión

2. Peligros hidrometeorológicos:

- Inundación
- Encharcamiento
- Esguimientos torrenciales

3. Peligros antropogénicos:

- Químicos
- Sanitario-ambientales
- Socio-organizativos

IV. METODOLOGÍA GENERAL

Atendiendo al Plan Estatal de Desarrollo 2010-2015, el Atlas de Riesgo apoyará un programa de planificación urbana que prevea los riesgos naturales en las áreas urbanizadas y urbanizables y así dar cumplimiento a lo dispuesto en el punto 7.3.10. - Funcionalidad y Renovación Urbana - cuyo objetivo es propiciar un desarrollo urbano ordenado, equilibrado y sustentable en el Estado de Nuevo León con el fin de impulsar patrones de desarrollo urbano autosustentables con visión social.

Para la elaboración del presente Atlas se tomó como base la metodología vigente desarrollada a nivel nacional por la SEDESOL y el SGM, denominada «Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación)» edición 2004, y la desarrollada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) «Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos», edición 2006.

Este Atlas se desarrolló interpretando las imágenes de satélite, las ortofotos, los vuelos LIDAR y el Modelo Digital de Elevación (MDE) que entre otras herramientas permiten analizar y definir las áreas de peligro en zonas urbanas o por urbanizar.

Para los peligros geológicos, se tomaron los datos estructurales correspondientes y predominantes en cada uno de los sitios visitados, como son: plano de discontinuidades (estratificación, fallas y fracturas), pendiente del plano de estratificación, tipos de suelo, análisis de la erosión local, cortes y rellenos inducidos. Lo anterior se complementó con información directa contenida en las abundantes fichas descriptivas de campo levantadas por el Servicio Geológico Mexicano.

La determinación de las áreas con peligros hidrometeorológicos, se hizo siguiendo la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales del CENAPRED, adaptada por el Instituto Tecnológico de Monterrey con fines de la elaboración de este documento.

Los productos finales que se obtienen luego del procesamiento de los datos son:

- Una capa de información de peligro de inundación a lo largo de los cauces y áreas adyacentes a los mismos.
- Una capa de información de peligro de encharcamiento.
- La identificación de los puntos conflictivos, identificados en función del cruce de la red hidrológica y el equipamiento vial y ferroviario en la zona de estudio.
- Descripción de cada cuenca hidrológica.

La metodología particular para cada peligro se explica con más detalle en el capítulo correspondiente (peligros geológicos, erosión, peligros hidrometeorológicos y peligros antropogénicos).

V. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. Ubicación

El área de estudio comprende el Área Metropolitana de Monterrey ocupada por nueve municipios conurbados y trece municipios en la Región Periférica. El área total estudiada es de 4,107.54 km². (Figura 1).

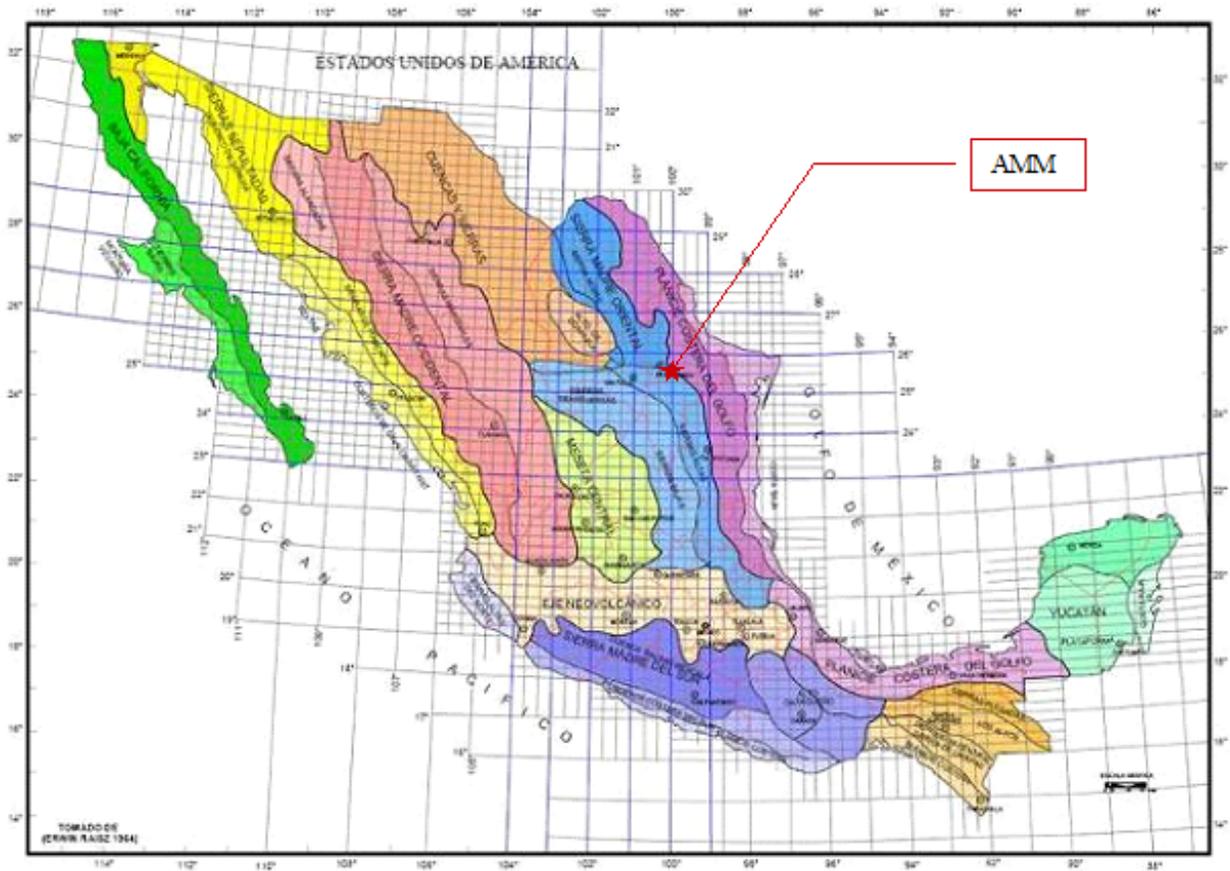


Figura 2. Plano de Provincias Fisiográficas (Erwin Raisz, 1964).

3. Geología

El área se ubica entre los terrenos tectónico-estratigráficos Sierra Madre y Coahuila, (Figura 3).



Figura 3. Terrenos Tectónicos y estratigráficos de México (Campa - Uranga, 1992).

A. Estratigrafía

La estratigrafía está constituida por rocas sedimentarias esencialmente de origen marino y, en menores proporciones, continentales. Varían en edad del Jurásico superior al Cretácico superior, con sedimentos clásticos continentales del Cenozoico.

En los límites de los Estados de Coahuila y Nuevo León, en exploraciones muy profundas realizadas por PEMEX se encontraron rocas ígneas graníticas muy antiguas en pequeñas cantidades. Su edad oscila desde el Pérmico Tardío al Jurásico Superior. Las formaciones aflorantes en la zona de estudio, en función de su edad, son las siguientes: del Jurásico Superior, las formaciones Minas Viejas, Zuloaga, La Casita y Pimienta; del Cretácico Inferior, las formaciones Carbonera, Taraises, Cupido y La Peña; del Albiano-Cenomaniano, las formaciones Aurora y Cuesta de Cura; y del Cretácico Superior; las formaciones, Indidura, Agua Nueva, San Felipe, Parras, Méndez y parte del Grupo Difunta (Figura 4).

Todas estas formaciones presentan características litológicas muy semejantes en comportamiento, por lo cual se agrupan en tres grupos litológicos: caliza, lutita y conglomerados y areniscas.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA MONTERREY

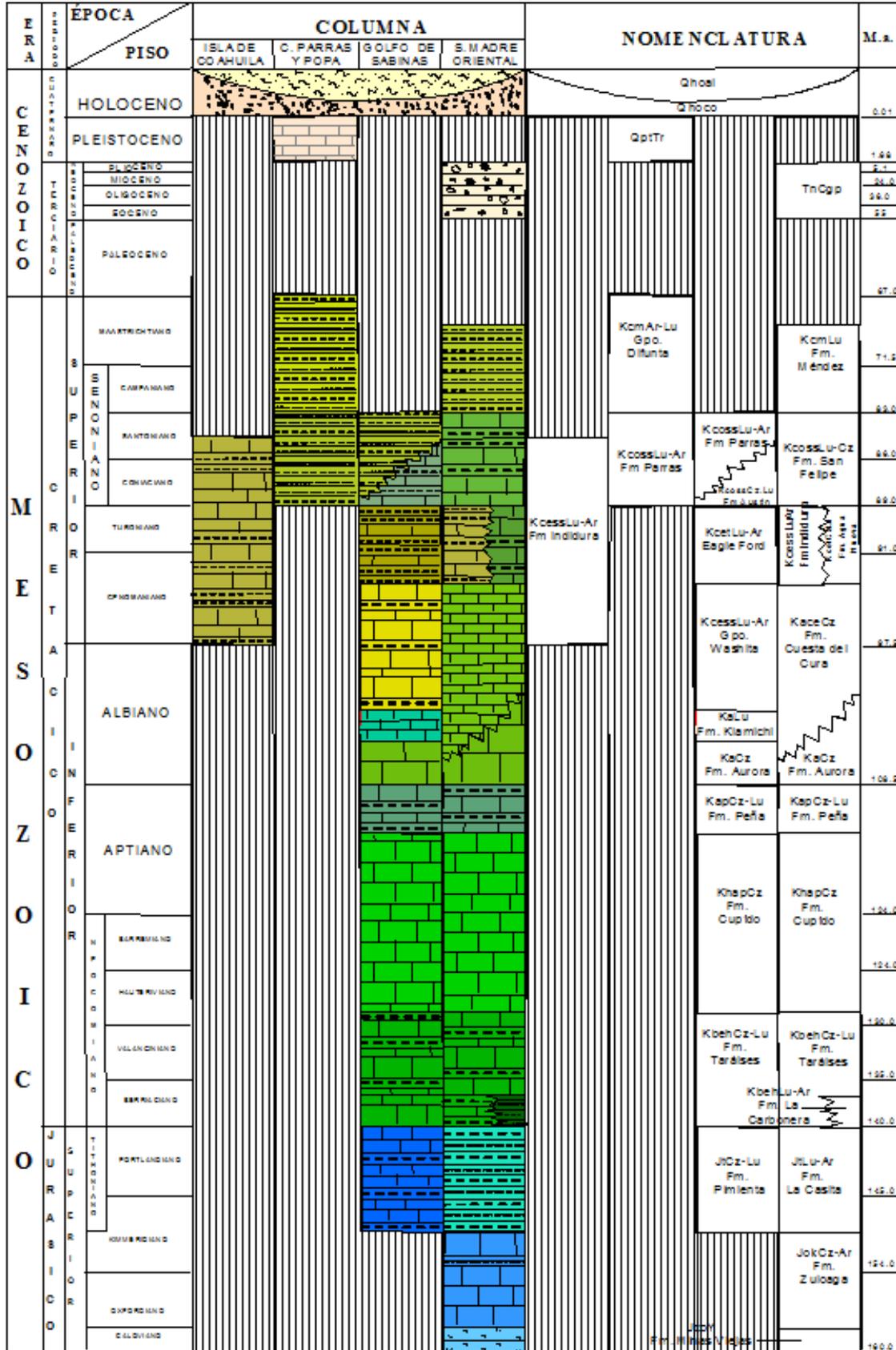




Figura 4. Tabla estratigráfica en el Noreste de México. (Servicio Geológico Mexicano).

Las características litológicas principales de estas formaciones son las siguientes:

- a) **Formación Zuloaga.** Aflora en las minas de yeso de San Genaro y Monterrey, en San Miguel y en el anticlinal de Los Muertos. Secuencia calcárea de areniscas y calizas con lentes de pedernal negro; en su parte media aparecen yesos y anhidritas.
- b) **Formación La Casita.** Presente en las estructuras anticlinales de la Curvatura de Monterrey y en el Cerro de La Silla. Lutita fosilífera de color gris oscuro, laminar y poco resistente; con areniscas cuarzo-arcillosas en tonos grises y con intercalaciones de caliza y conglomerado.
- c) **Formación Carbonera.** También aparece en la Curvatura de Monterrey y hasta la Sierra de Arteaga. Lutitas fosilíferas, laminares y poco resistentes en color gris oscuro y areniscas de cuarzo de grano grueso en color gris verdoso.
- d) **Formación Taraises.** En la Curvatura de Monterrey, Sierra de Arteaga y Cerro de la Silla. Son calizas en estratos delgados con fracturas selladas por calcita y lentes de pedernal.
- e) **Formación Cupido.** Aflora en la Curvatura de Monterrey, Sierra de Arteaga, Sierra de Las Mitras y Cerro de La Silla. Son calizas con algunas dolomitas, nódulos de mineral de hierro y muchos huecos por disolución.
- f) **Formación La Peña.** Aflora en las mismas áreas que la formación anterior. Son calizas arcillosas en capas delgadas, con intercalaciones de lutitas y limonitas calcáreas, con bandas de pedernal y abundantes amonitas.
- g) **Formación Aurora.** Aflora en la Curvatura de Monterrey, Sierra de Arteaga, Sierra de las Mitras, Sierra Cerro de la Silla y el anticlinal del Topo Chico. Calizas sólidas de estratificación masiva, con bandas de pedernal gris.
- h) **Formación Cuesta del Cura.** Aparece en las mismas áreas que la anterior. Se caracteriza por calizas sólidas con lentes de pedernal negro en estratos delgados a medios.
- i) **Formación Indidura.** Aflora en las sierras de El Fraile y San Miguel. La conforman capas alternas de calizas, margas y lutitas de color gris.
- j) **Formación Agua Nueva.** En el Cañón de La Huasteca, en la Sierra de las Mitras y San Miguel y en el Topo Chico. Está formada por calizas gris oscuro en estratos delgados, con intercalaciones de lutita calcárea, con capas de marga y bentonita.
- k) **Formación San Felipe.** Aflora abundantemente en el área de Garza García, y en la Sierra del Cerro de La Silla. Litológicamente es muy homogénea, calizas con intercalaciones de lutitas bentoníticas en capas delgadas.
- l) **Formación Méndez.** Aflora en abundancia en toda la sección nororiental del área metropolitana; lutitas calcáreas gris oscuro muy intemperizable, con intercalaciones de margas grises y verdosas y capas delgadas de bentonita.
- m) **Conglomerados.** Están constituidos por fragmentos de roca caliza y areniscas, consolidados en una matriz calcárea. El más abundante en el área es el Conglomerado Reynosa.

B. Estructural

Dentro del área de trabajo esta la porción NE de la Sierra Madre Oriental en el sector conocido como «La Curvatura de Monterrey» (son principalmente los cañones de La Huasteca) y una pequeña porción localizada al NW que corresponde a las sierras transversales, así como la zona limítrofe entre las Provincias Sierra Madre Oriental y Planicie costera del Golfo.

La orientación predominante de los ejes estructurales es en dirección NW 62° SE aproximadamente.

Se observó que hacia el norte de la Curvatura de Monterrey las estructuras están comprimidas siendo más cerradas y recostadas y hacia la parte oriental muestran más simetría. (Figura 5)

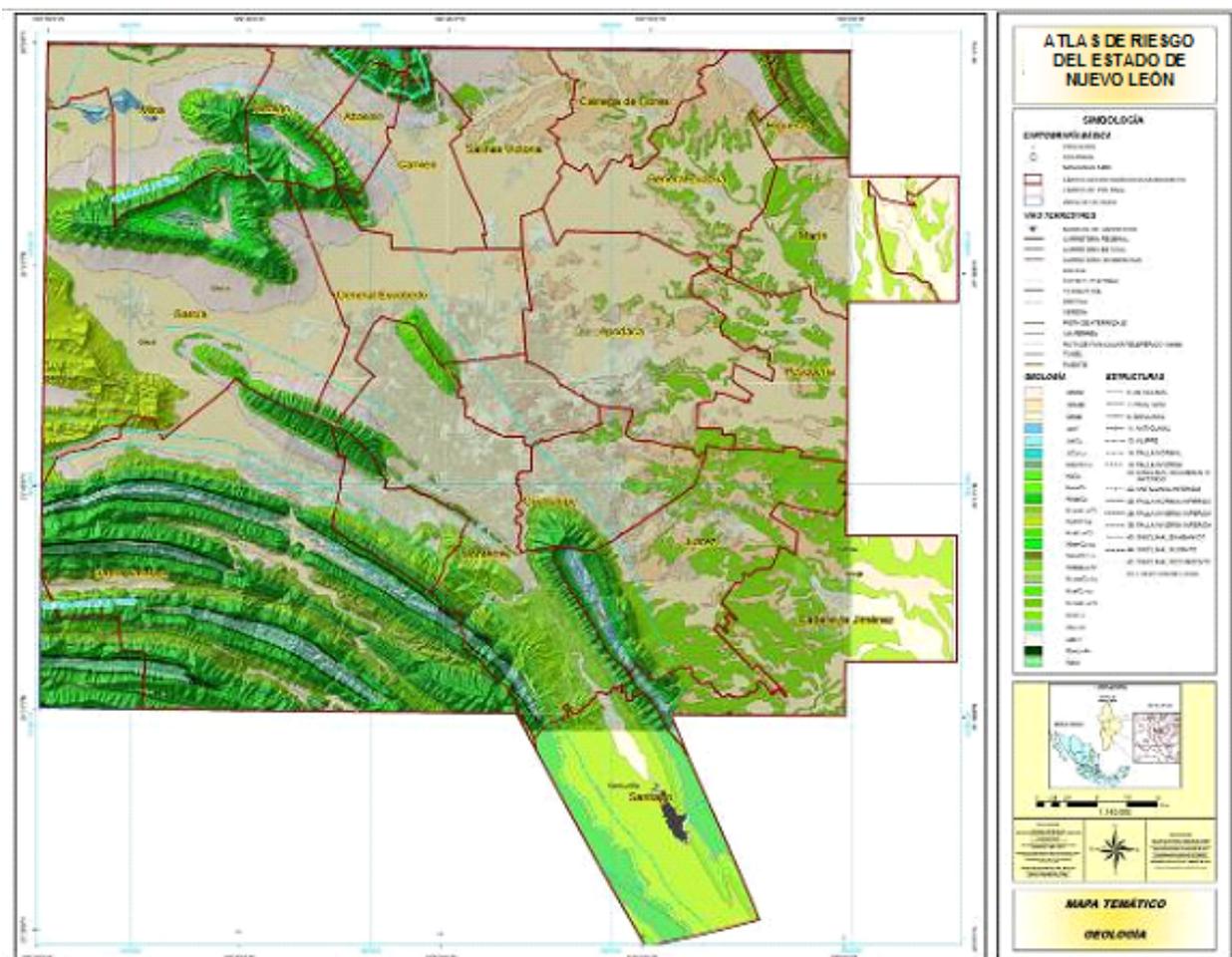


Figura 5. Mapa geológico del área de estudio.

Tectónicamente la orogenia Laramide es la que dio origen al plegamiento de la zona, la cual estuvo sujeta a esfuerzos compresivos orientados NE-SW, dando como resultado estructuras orientadas NW-SE, como lo es la totalidad de la Sierra Madre Oriental. Las principales estructuras originadas por este evento tectónico son los plegamientos de diferentes tipos; las figuras muestran las capas sedimentarias deformadas por la acción tectónica. (Figura 6).

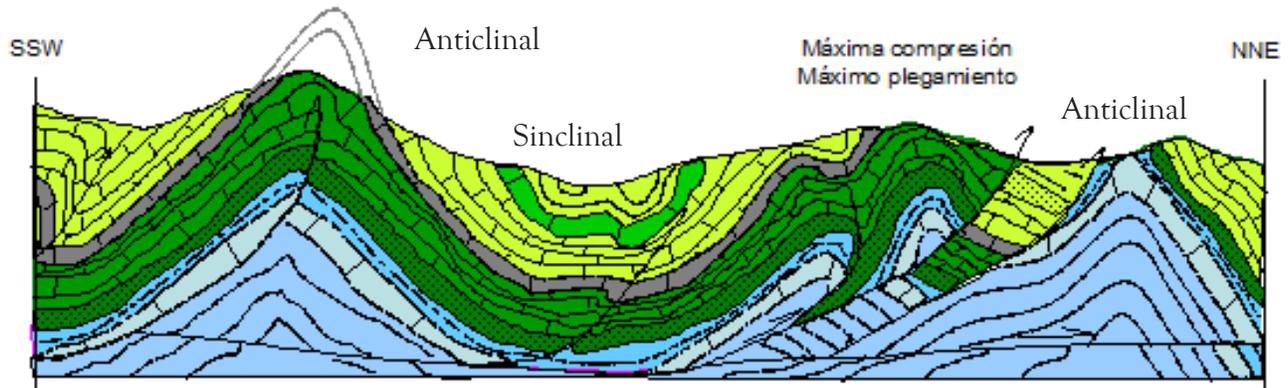


Figura 6. Corte que muestra la deformación mayor en los límites de la porción norte de la Curvatura de Monterrey.

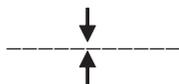
a) Anticlinales

Los anticlinales son plegamientos de los estratos sedimentarios cuya concavidad queda hacia abajo; se representa como sigue:



- La línea principal es el eje del anticlinal, que se define con un rumbo geográfico: por ejemplo, NW 35° SE.
- Las flechas transversales definen el rumbo de los plegamientos que bajan y su echado, que es el ángulo de inclinación hacia abajo: por ejemplo, 25° SV

Lo contrario es el sinclinal cuya concavidad es hacia arriba y se representa como sigue:



Los anticlinales mayores forman las montañas y las sierras más importantes. Los principales anticlinales en el Área Metropolitana son los siguientes:

➤ Anticlinal Las Mitras (Fotografía1).

La terminación periclinal significa que es inclinada hasta el nivel del terreno adyacente. Es una estructura curvada de 14 kms de longitud con una amplitud de 3,500 metros.



Fotografía 1. Terminaciones periclinales en ambos extremos de la estructura anticlinal en la Sierra de Las Mitras.

➤ Anticlinas Cerro de La Silla (Fotografía 2).

Tiene un eje muy sinuoso, alcanza 45 kms. de longitud con una amplitud de hasta 8,000 metros.

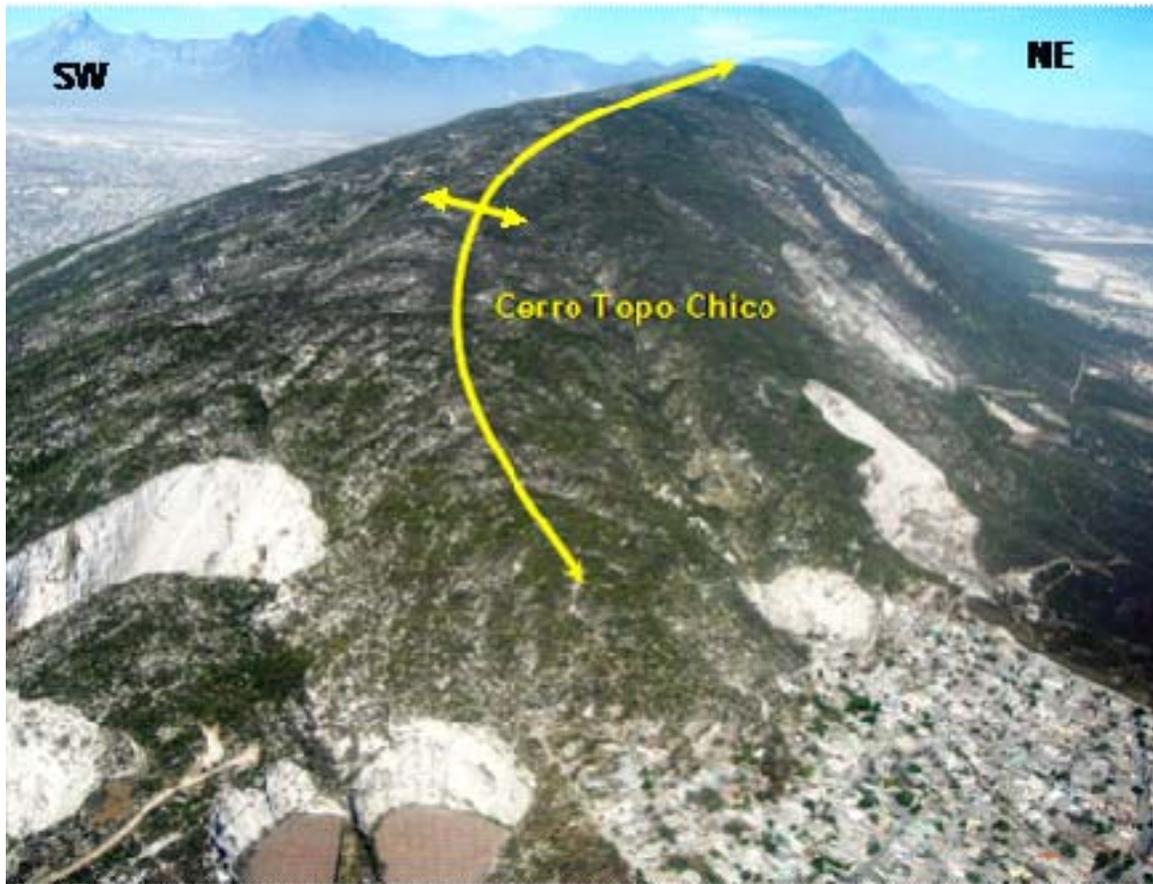


Fotografía 2. Terminaciones periclinales en ambos extremos de la estructura anticlinal en un trazo NW-SE y la población a su alrededor.



➤ Anticlinal Topochico (Fotografía 3).

Tiene aproximadamente 8 kilómetros de longitud y una amplitud de 2,800 metros.



Fotografía 3. Forma curva del eje del pliegue anticlinal. Se observa la invasión de los terrenos adyacentes.

➤ **Anticlinal de Los Muertos (Fotografía 4).**

Su traza se puede seguir por más de 40 kms. con una amplitud de hasta 2,300 metros, dentro de la Curvatura de Monterrey.



Fotografía 4. El anticlinal de los Muertos en el Cañón de la Huasteca en Santa Catarina tiene formaciones rocosas casi verticales. El Río Santa Catarina erosiona la parte baja de los aluviones.

b) Sinclinales

Las estructuras sinclinales están asociadas a los anticlinales. Lógicamente, reciben depósitos aluviales. Los sinclinales más importantes del área son:

Sinclinal Hidalgo. Forma el valle entre las Sierras del Potrero de Minas Viejas y La Sierra de San Miguel. En su núcleo afloran conglomerados.

Sinclinal de San Miguel. Se ubica en el valle entre las sierras de Potrero Chico y Potrero de García.

Sinclinal San José. Se ubica en el valle entre las sierras de Potrero de García y Las Mitras.

Sinclinal Garza García. Es un valle ubicado entre las Sierras de Santa Catarina y Las Mitras y, hacia el sur, entre la Sierra Cola de Caballo y Cerro de La Silla.

c) Fallas

Las condiciones tectónicas a las que fue sujeta la región nos indican la presencia de esfuerzos de compresión que dieron origen a las fallas tipo cabalgaduras regionales, y también a las fallas normales, inversas y laterales.

En la Figura 7, se presenta el ejemplo de la cabalgadura de Santa Catarina, que corre a lo largo de la conocida curvatura de Monterrey. Queda en el límite de los terrenos de la Sierra Madre y Coahuila. Estas estructuras son producto de las compresiones que dieron origen a los plegamientos.

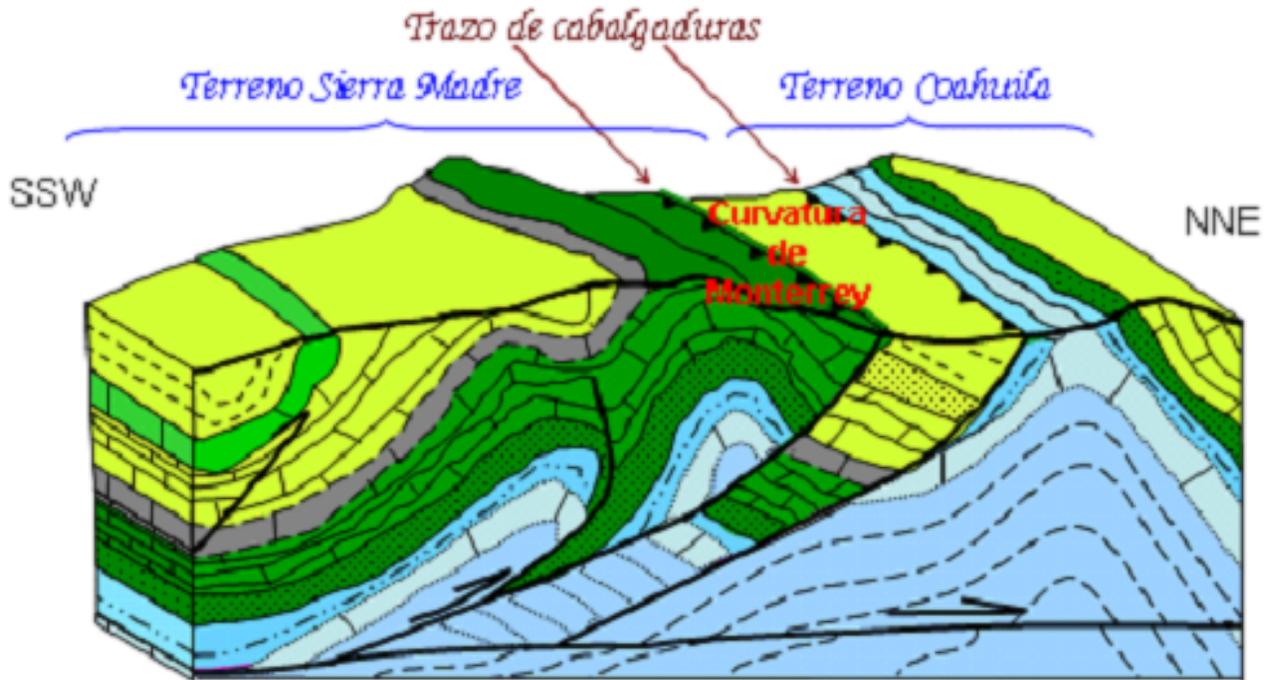


Figura 7. Bloque diagramático de las cabalgaduras en planta y en corte.

VI. CLASIFICACIÓN DE LOS PELIGROS NATURALES

1. Peligros geológicos

El área en estudio, por su ubicación geográfica, distribución morfológica y geología asociada a las diferentes unidades estratigráficas que afloran, presenta características propias que la hacen vulnerable en algunas zonas.

A. Inestabilidad de laderas

La inestabilidad de laderas es causada por los esfuerzos de que se desarrollan en la superficie de las mismas. Los fenómenos meteorológicos y las perturbaciones por actividades humanas propician volteos, caídos, deslizamientos y flujos que alteran las laderas y crean peligros para todo lo que se ubique en la parte baja.

B. Erosión

La erosión es causada por procesos naturales, hídricos, eólicos, como la deforestación para urbanizar, lo cual produce desgastes del suelo por la acción de los fenómenos naturales.

2. Peligros hidrometeorológicos

Son los peligros naturales causados por la acción del agua y del viento, que ocasionan daños a la población en sus personas, bienes y actividades de todo tipo.

Para la identificación de los peligros hidrometeorológicos, se tomó como base la Guía para la Elaboración de Mapas de Riesgo por Inundaciones y Avenidas Súbitas, documento elaborado por CENAPRED 2006.

A. Inundación

Las inundaciones se generan cuando la intensa precipitación causa un flujo de agua superior a la capacidad del cuerpo de captación, lo que provoca el desbordamiento de ríos y arroyos. Los asentamientos humanos que se ubican a los lados de los cauces son susceptibles a inundarse por el desbordamiento lateral de los cuerpos mencionados. El caso más común de inundación es el anegamiento, pero cuando los cauces tienen mucha pendiente, se producen los flujos torrenciales que son comunes en nuestro Estado y son muy destructivos.

B. Encharcamiento

El encharcamiento, es un fenómeno causado por la saturación del suelo, caracterizado por la permanencia de agua sobre la superficie, en función del tiempo y la cantidad de la precipitación. El encharcamiento es característico de las zonas planas o moderadamente onduladas.

VII. PELIGROS GEOLÓGICOS

1. Metodología para el análisis de susceptibilidad a los Procesos de Remoción de Masas (PRM)

A. Factores involucrados

Pendiente del talud: es de suma importancia en zonas con inclinación mayor a 30°, donde los efectos gravitacionales se intensifican propiciando la inestabilidad de los macizos rocosos involucrados en una ladera; desde luego, no todas las áreas con pendientes fuertes son susceptibles a desprendimientos.

En una zona con pendiente donde los desprendimientos son factibles, es importante la disposición de los estratos: el ángulo diferencial, es la relación existente entre la inclinación del talud (pendiente) y la inclinación de la discontinuidad de que se trate (estratificación, falla, fractura, etc.). Este factor es importante para evaluar la susceptibilidad de los PRM.

En el área de estudio ocurren dos tipos de desprendimientos: falla por volteo y falla plana.

En la Figura 8, se muestra un ejemplo de este tipo de deslizamiento.

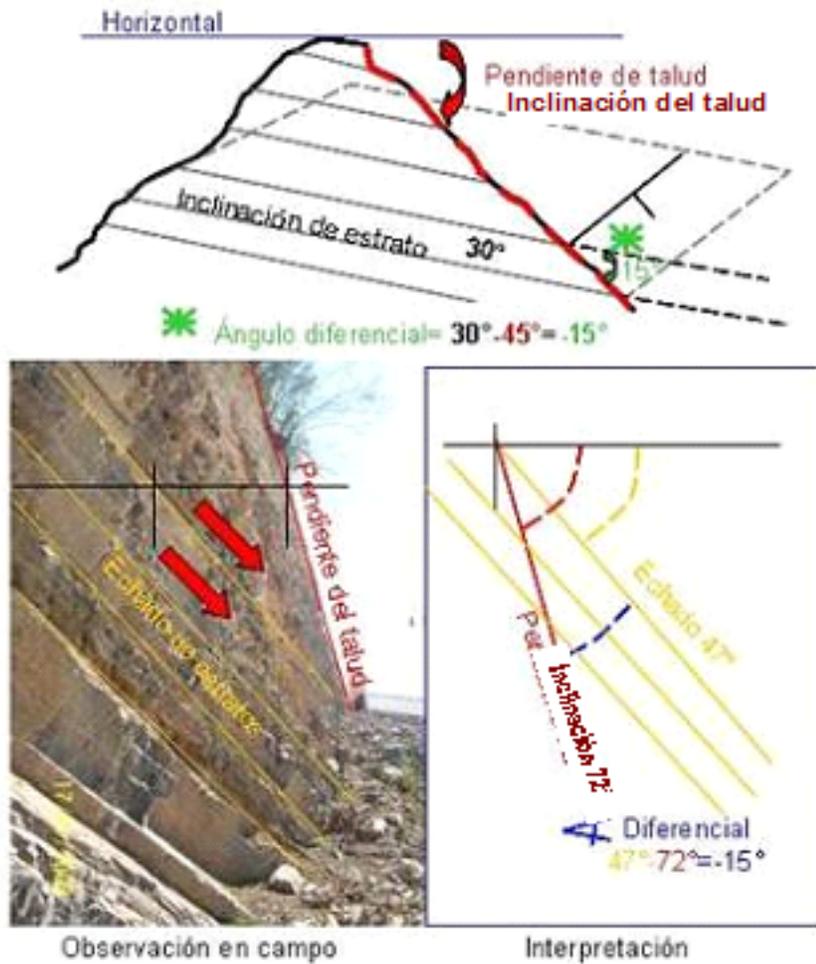
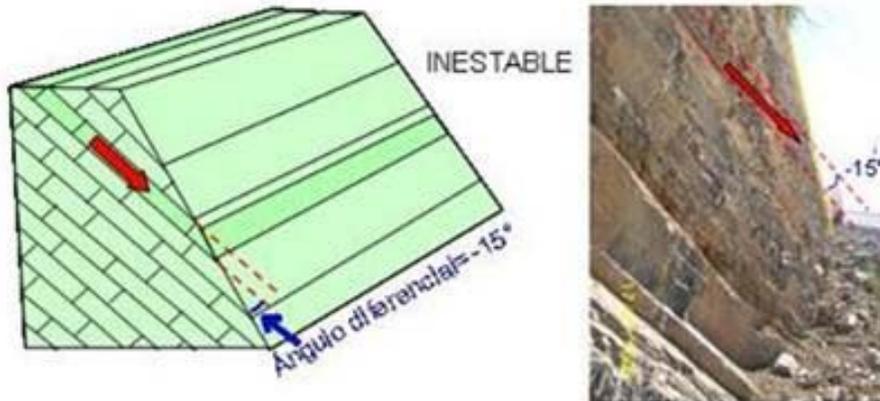
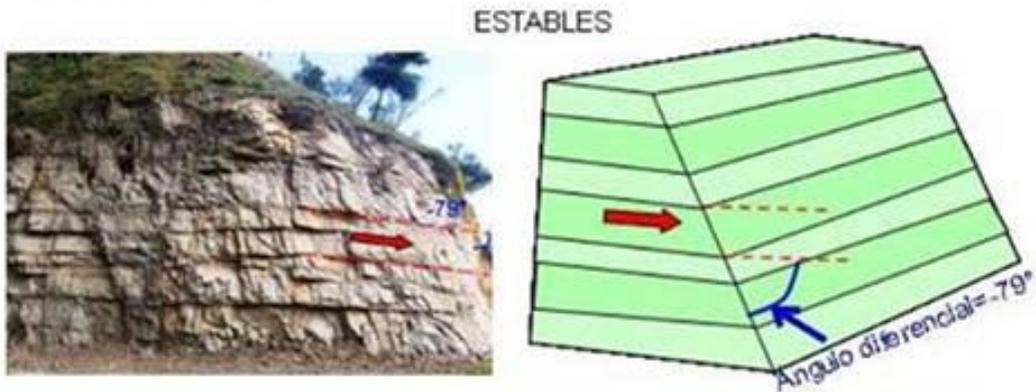


Figura 8. Arriba, esquema del manejo de datos para determinar el ángulo diferencial; izquierda, discontinuidades (amarillo) y pendiente de ladera (rojo); en la interpretación, ángulos de cada una de ellas, para la obtención del ángulo diferencial que determina la inestabilidad por falla plana.

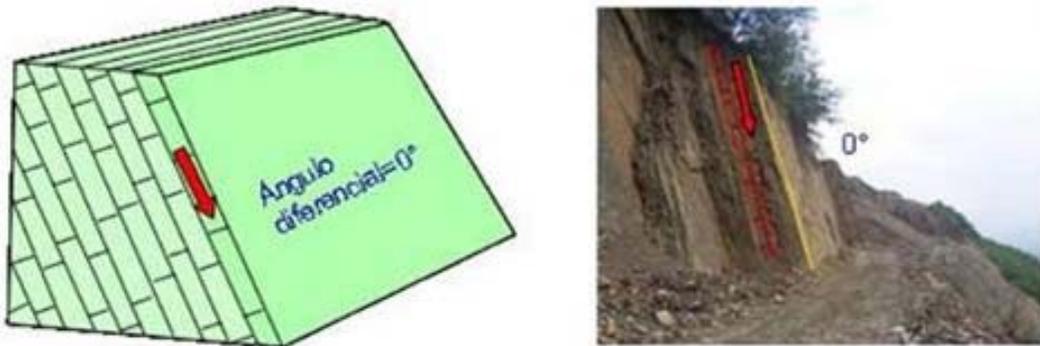
A medida que los valores del ángulo diferencial se acercan a 90°, la situación tiende a ser más estable que cuando estos tienden a 0°; sin embargo, cuando el valor de ángulo diferencial es cero, la situación es estable: al no existir diferencia entre la inclinación de la ladera y la estratificación, el estrato es homogéneo y soportado sobre sí mismo. (Figura 9).



Bloque diagramático explicativo, como se visualiza en campo de una situación inestable



Los casos mas frecuentes y característicos de condiciones estables estratificación subhorizontal con talud semiperpendicular y subvertical con talud paralelo



Condiciones estables con estratificación, muy inclinado pero bien soportado.

Figura 9. Ejemplos esquemáticos e imágenes de situaciones inestables y estables.

Para los desprendimientos por volteo, el ángulo diferencial se determina considerando el ángulo de pendiente del talud y el ángulo de la discontinuidad. Los valores se suman para posteriormente restarlo a 180 grados. Para que pueda suceder un desprendimiento de este tipo se necesita tener el ángulo de la discontinuidad en contra del corte de la pendiente de talud (Figura 10).

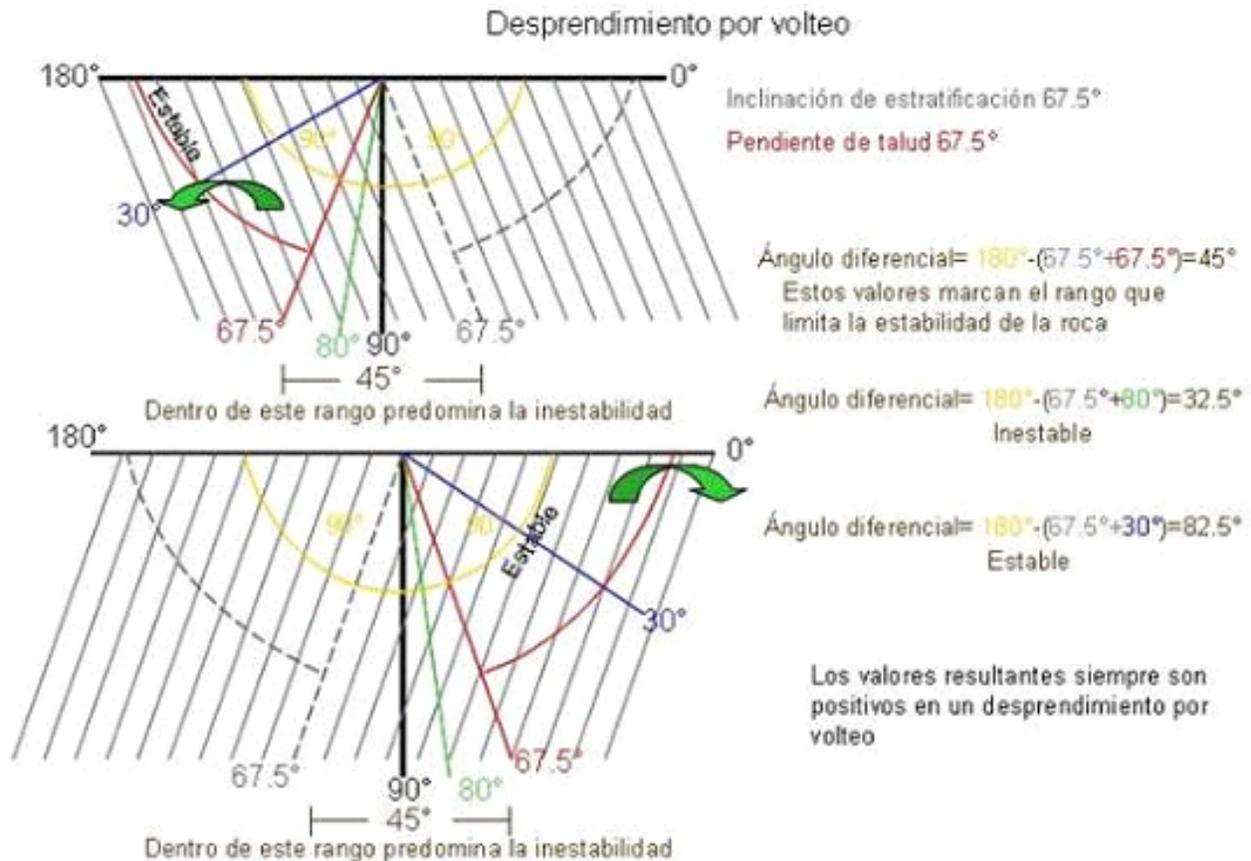


Figura 10. Ejemplo de ángulos diferenciales para que ocurran los desprendimientos por volteo.

Las rocas sedimentarias características de la Sierra Madre Oriental en sus varias formaciones geológicas, presentan características físicas de resistencia a la compresión simple y a la tensión, que permiten conocer la posibilidad de un Proceso de Remoción de Masas al analizar la estabilidad de las laderas. Las Tablas 2 y 3 presentan las características geomecánicas de las rocas mencionadas.

TABLA 2. VALORES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE Y A LA TENSIÓN

VALORES DE RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA SANA		
ROCA SÓLIDA	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (Kg/cm ²) VALORES MEDIOS	RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm ²)
CALIZA	600-1,400	40-300
LUTITA	200-400	5-100

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS POR SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE.

CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS A PARTIR DE SU RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	ISRM (1981)	Ejemplos
<1	Arcillas, limos; talco	
1 - 5	Muy blanda	Sal, lutita, limolita, marga, cenizas volcánicas, carbón
5-12,5	Blanda	
12,5 - 25		
25 - 50	Moderadamente dura	Esquisto, pizarra
50 - 100	Dura	Rocas metamórficas: mármol, areniscas, calizas porosas.
100 - >200	Muy dura	Arenisca cementada, calizas y dolomitas; pizarras metamórficas

Por resistentes que sean las rocas, las diferencias angulares entre las inclinaciones de la ladera y los estratos es lo que permite definir la estabilidad al deslizamiento o al volteo. (Fotografía 5)



Fotografía 5. Inestabilidad de una ladera: tanto la inclinación de la ladera como la de la discontinuidad son paralelas; los cortes que se han efectuado aceleran el deslizamiento por falla planar de los estratos.

B. Mapa de susceptibilidad a los Procesos de Remoción de Masa

En este mapa se representan las áreas que por sus características naturales son susceptibles a los procesos de remoción de masa, por falla plana o por volteo. El color naranja representa áreas de media susceptibilidad, el rojo indica zonas de alta susceptibilidad y el morado, muy alta susceptibilidad (Figuras de la 11 a 13).

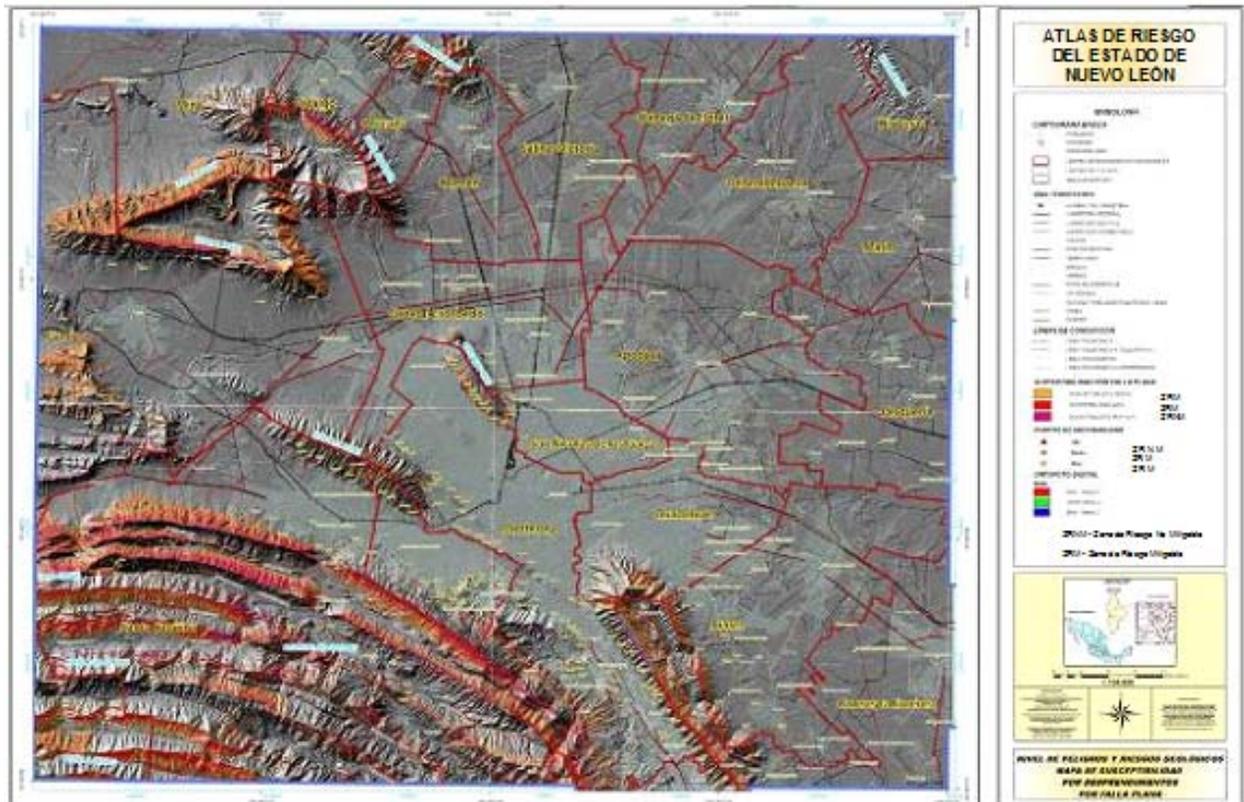


Figura 11. Mapa de susceptibilidad a desprendimientos por falla plana.

Las áreas y puntos de susceptibilidad media y alta por procesos de remoción de masa (PRM) se clasifican como zonas de riesgo alto mitigable y las áreas y puntos de susceptibilidad muy alta se clasifican como zonas de riesgo muy alto no mitigable, a menos que los estudios particulares de mayor detalle que se realicen en estas últimas zonas determinen que los riesgos identificados pueden ser mitigados. En los Atlas de Riesgo de los Municipios se podrán definir con mayor grado de precisión los límites y características de las zonas de riesgo alto y muy alto, así como las zonas de riesgo mitigables y no mitigables.

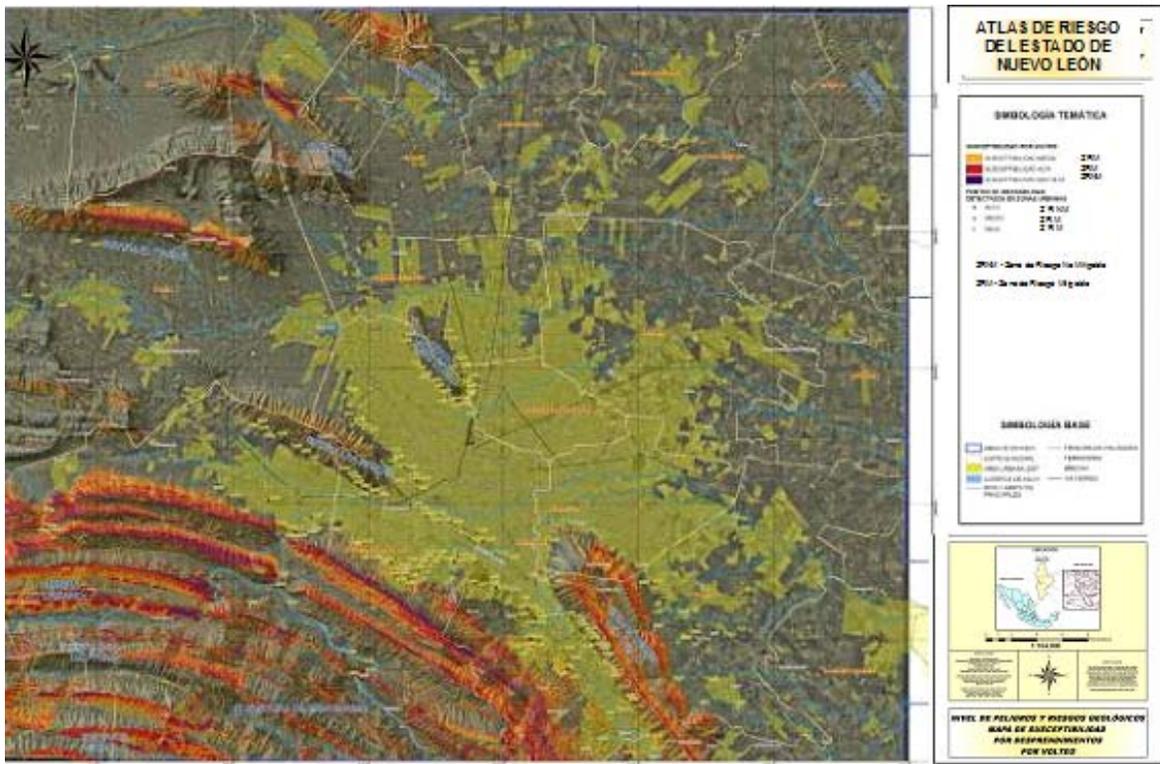


Figura 12. Mapa de susceptibilidad a desprendimientos por volteo.

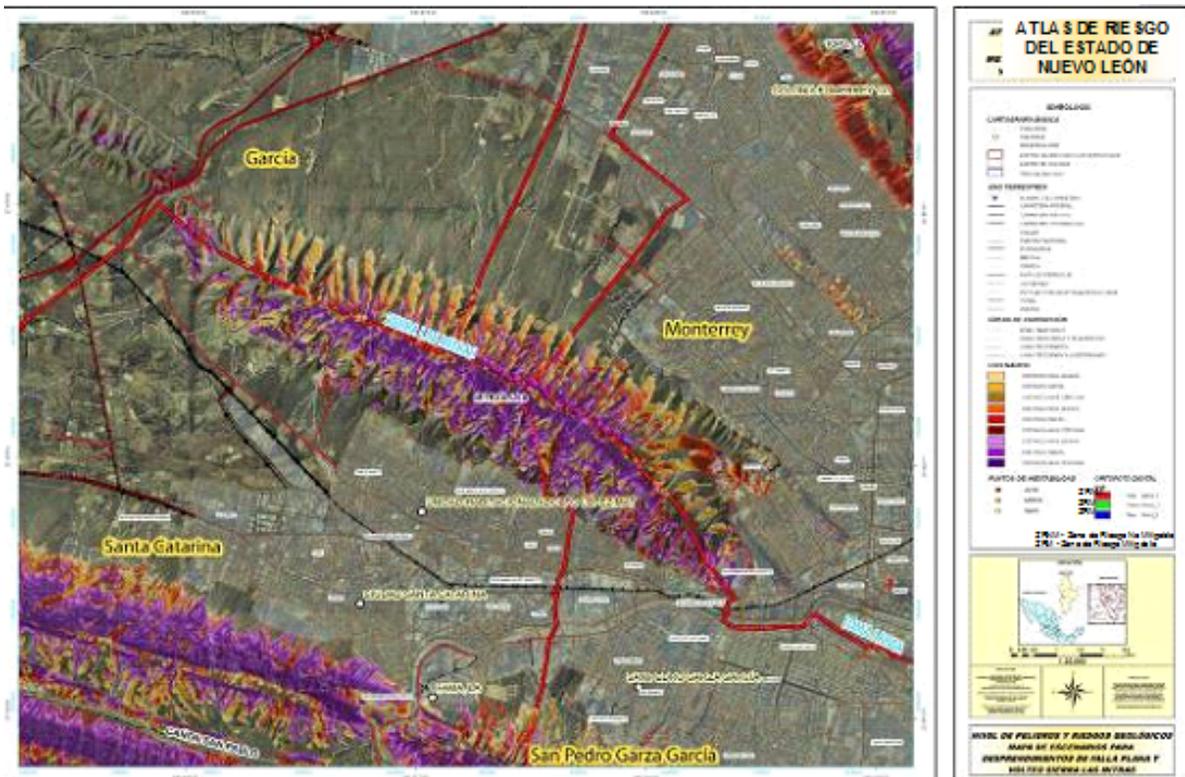


Figura 13. Detalle del Mapa de Puntos peligrosos para desprendimientos en el anticlinal de las Mitras. Para las zonas de riesgo no mitigable (ZRNM) se debe demostrar mediante los estudios de ingeniería adecuados, que los peligros pueden mitigarse y estarán sujetos a la aprobación por parte de la autoridad competente.



2. Elementos geomorfológicos relacionados con peligros

A. Fallas

Son discontinuidades en los estratos causadas por los esfuerzos tectónicos; se presentan como rupturas con desplazamiento y se caracterizan por dar siempre la impresión de movimiento. Las fallas se clasifican en activas e inactivas; estas últimas son características en nuestro Estado.

B. Fracturas

Son discontinuidades en los estratos causadas por los esfuerzos tectónicos, pero a diferencia de las fallas no hay desplazamiento, únicamente fractura. Las fracturas pueden ir paralelas a las fallas o transversales a ellas no hay una regla fija.

C. Hundimientos

Son depresiones en el terreno, originadas por colapso de los techos de cuevas y grutas subterráneas; la formación de esas hoquedades se debe a la acción de las aguas freáticas que disuelven los carbonatos que forman las rocas calizas y lutitas propias de la región.

Los hundimientos en la superficie del terreno también ocurren por la sobre explotación del agua subterránea; en estos casos, también se presenta el agrietamiento del suelo superficial.

D. Procesos de remoción de masa

Para este proyecto se tomaron los criterios de evaluación de peligros en laderas o Procesos de Remoción de Masas (PRM), propuestos por CENAPRED en el 2006, en la «Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos».

En la siguiente Tabla se resaltan los peligros específicos por Remoción de Masas que existen en la zona de estudio (Tabla 4).

TABLA 4. CLASIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN DE MASAS.

DESLIZAMIENTO DE LADERAS		
CAIDOS	DESLIZAMIENTOS	FLUJOS
Derrumbes o desprendimiento	Rotacionales	Lodo
Volteo por gravedad	Traslacionales	Cuña Tierra o suelo
Volteo por flexión		Planar Detritos
Rodamiento		
Complejos		

(CENAPRED, 2006)

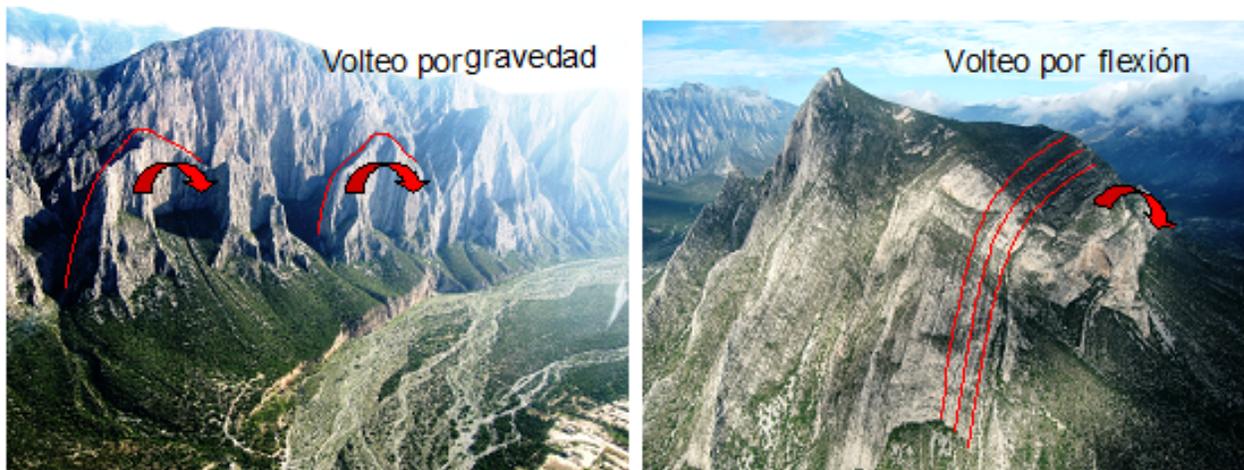
E. Caídos

Los derrumbes se generan por la presencia de materiales sueltos alojados en sitios con pendientes mayores a 30 %. Están constituidos por fragmentos de cualquier tamaño. (Fotografía 6).



Fotografía 6. Indica el sentido de derrumbe de material suelto que se encuentra en una pendiente de 55%. (Amenaza a numerosas viviendas).

Derrumbe por volteo: Se trata de desprendimientos de material rocoso en áreas montañosas con pendientes casi verticales; los volteos pueden ser por gravedad y flexión.(Fotografía 7).



Fotografía 7. Indica el sentido de derrumbe de material rocoso que se encuentra en una pendiente de 55%. (Amenaza a numerosas viviendas)

Derrumbe por rodamiento: Generalmente se trata de bloques en tránsito por gravedad, que aparecen en laderas con pendiente. (Fotografía 8).

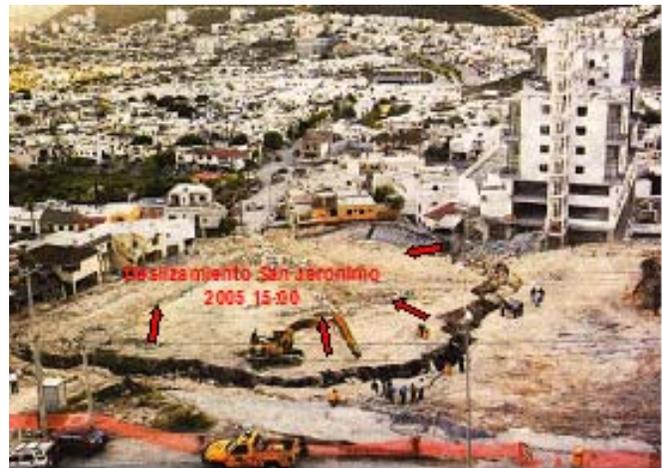


Fotografía 8. Las dimensiones del bloque y el aspecto redondeado son resultado del transporte por gravedad a lo largo de mucho tiempo.

Los fragmentos rocosos que se desplazan por gravedad sobre una ladera pueden ser de cualquier tamaño. El tránsito de estos materiales puede ser repentino o lento, dependiendo de la pendiente de la ladera.

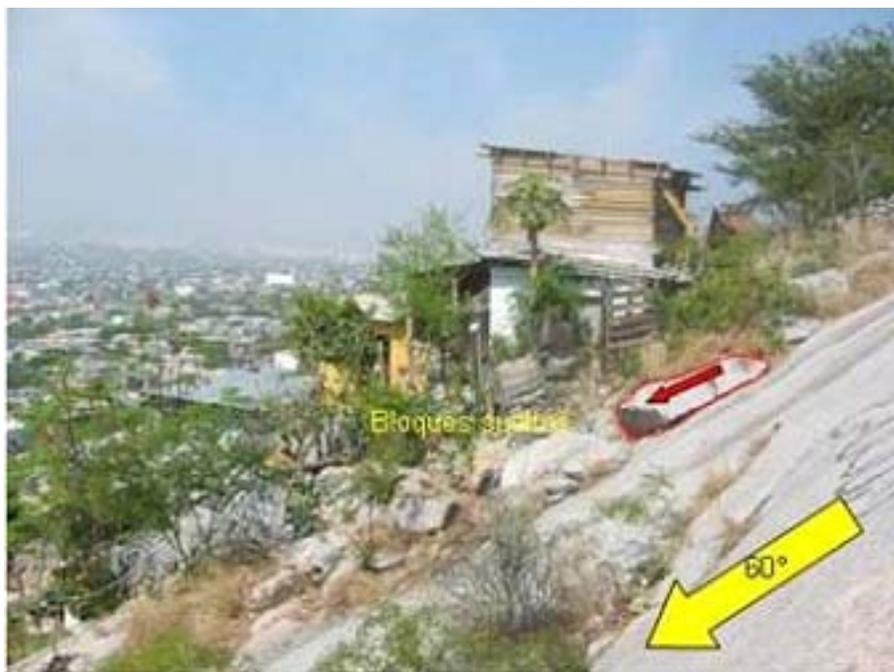
F. Deslizamientos

El **desplazamiento rotacional** se presenta cuando en una superficie de suelo sin discontinuidades se introduce un corte vertical (por ejemplo, para alojar una vialidad). El suelo puede desplazarse si no se le confina con muros de contención. (Fotografía 9).



Fotografía 9. Deslizamiento rotacional en la colonia San Jerónimo en 2005.

El **deslizamiento traslacional** se da principalmente en roca compacta estratificada, capa a capa, por las discontinuidades de los estratos, fallas o fracturas (Fotografía 10).



Fotografía 10. Deslizamiento capa a capa o planar.

G. Flujo de Lodos (licuación del suelo)

Este tipo de deslizamiento no es usual en la zona. Se presenta en cerros deforestados (generalmente por invasiones), en los cuales en época de lluvias puede provocarse el movimiento por gravedad de la masa de suelo saturado.



3. Inventario de peligros y escenarios por Municipio.

Por las características del área, el peligro natural que predomina es la inestabilidad de laderas, principalmente derrumbes por volteo y deslizamiento. Los peligros relevantes, localizados por municipio son los siguientes:

A. Apodaca

Este se localiza en la porción centro-oriente del área; topográficamente este municipio es un extenso valle, por lo cual no se detectaron riesgos geológicos.

B. San Nicolás de los Garza

Este municipio densamente poblado sólo exhibe problemas por volteo y deslizamientos en el flanco sureste del Cerro del Topo Chico.

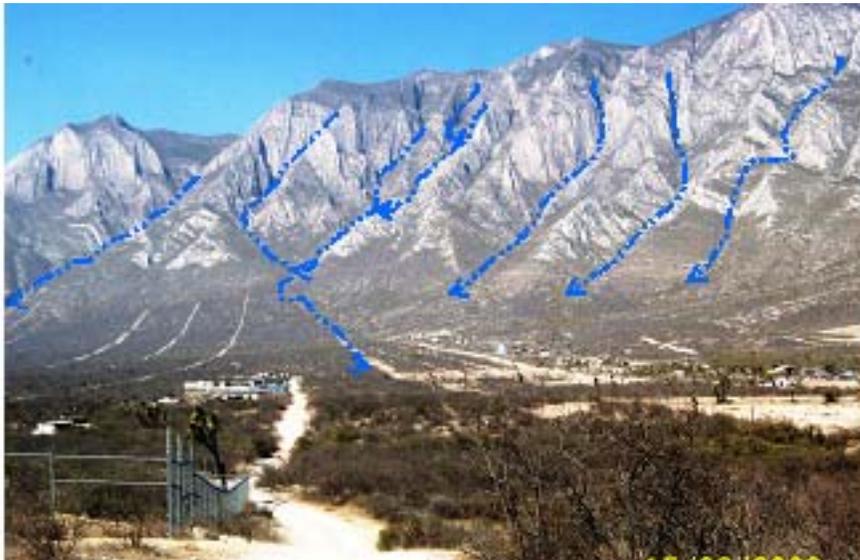
C. General Escobedo.

Este municipio presenta zonas de derrumbes por volteos y deslizamiento, en parte de algunas sierras como son la porción nororiental del Cerro de Topo Chico, una porción del flanco sureste de Los Potreros y una mínima parte del noreste de la Sierra de Las Mitras.

D. García

El área de estudio incluye parte de este municipio, concretamente la porción este en la cual aparecen Los Potreros (Sierra El Fraile) y el extremo norte de la Sierra de Las Mitras. (Fotografía 11).

Ya existen desarrollos habitacionales en dicho sector, por lo cual se considera la existencia de algunos riesgos por corrientes de agua provenientes de las cañadas de la sierra y arrastre de rocas y piedras hasta las áreas habitadas.



Fotografía 11. Elementos morfológicos del Municipio de García

E. Santa Catarina

Es uno de los más extensos. Abarca gran parte de las sierras de la curvatura de Monterrey. Las rocas que afloran son fundamentalmente caliza y lutita y en la mayor parte de estas sierras la estratificación es casi vertical. Por lo anterior, los deslizamientos y volteos son frecuentes en el área de este municipio.

En el flanco SW de las Mitras existen cuatro grandes canteras que explotan roca caliza.

Al sur del municipio se encuentra la Autopista Monterrey-Salttillo, construida a un lado de macizos rocosos del Cañón de la Curvatura de Monterrey, que presentan un alto grado de alteración y fracturamiento, lo que causa el deslizamiento de bloques y fragmentos de todos tamaños sobre la Autopista, con la natural alteración del servicio de la misma. Evidentemente, no se hicieron trabajos de mitigación que permitieran evitar lo anterior. (Fotografía 12).



Fotografía 12. Dos grandes estructuras anticlinales y desarrollo de la zona urbana



F. San Pedro Garza García

En la parte alta del municipio, en la carretera que conduce al Chipinque, así como en numerosas áreas residenciales en San Patricio, en el Cerro de La Corona, en todo el desarrollo de San Ángel y en otras colonias de la zona, la pendiente del terreno es muy abrupta y tiene muchas discontinuidades por fracturamiento y por la misma estratificación, afectada por los cortes realizados para alojar las vialidades; como consecuencia de lo anterior se presentan numerosos problemas de volteos, delizamientos y caídos. Los problemas se agravan por la falta de cuidado en el manejo de las muchas cañadas que bajan de la sierra y que requieren de obras de mitigación y remediación importantes. (Figura 14).

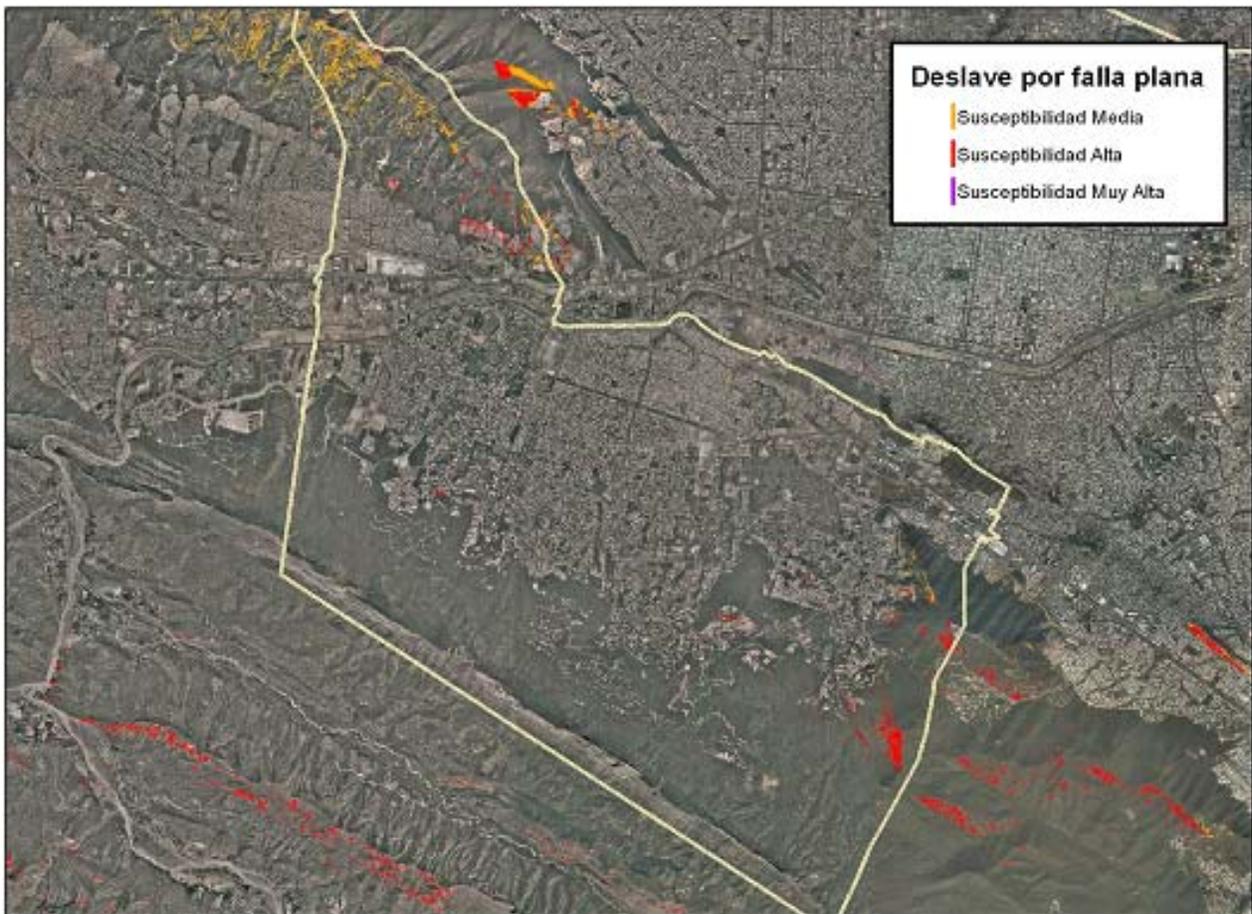


Figura 14. Detalle del Mapa de Puntos peligrosos para el Municipio de San Pedro Garza García para deslizamientos por falla plana. Para las zonas de susceptibilidad alta y muy alta se debe demostrar mediante los estudios de ingeniería adecuados, que los peligros pueden mitigarse para ser aprobados por la autoridad competente.

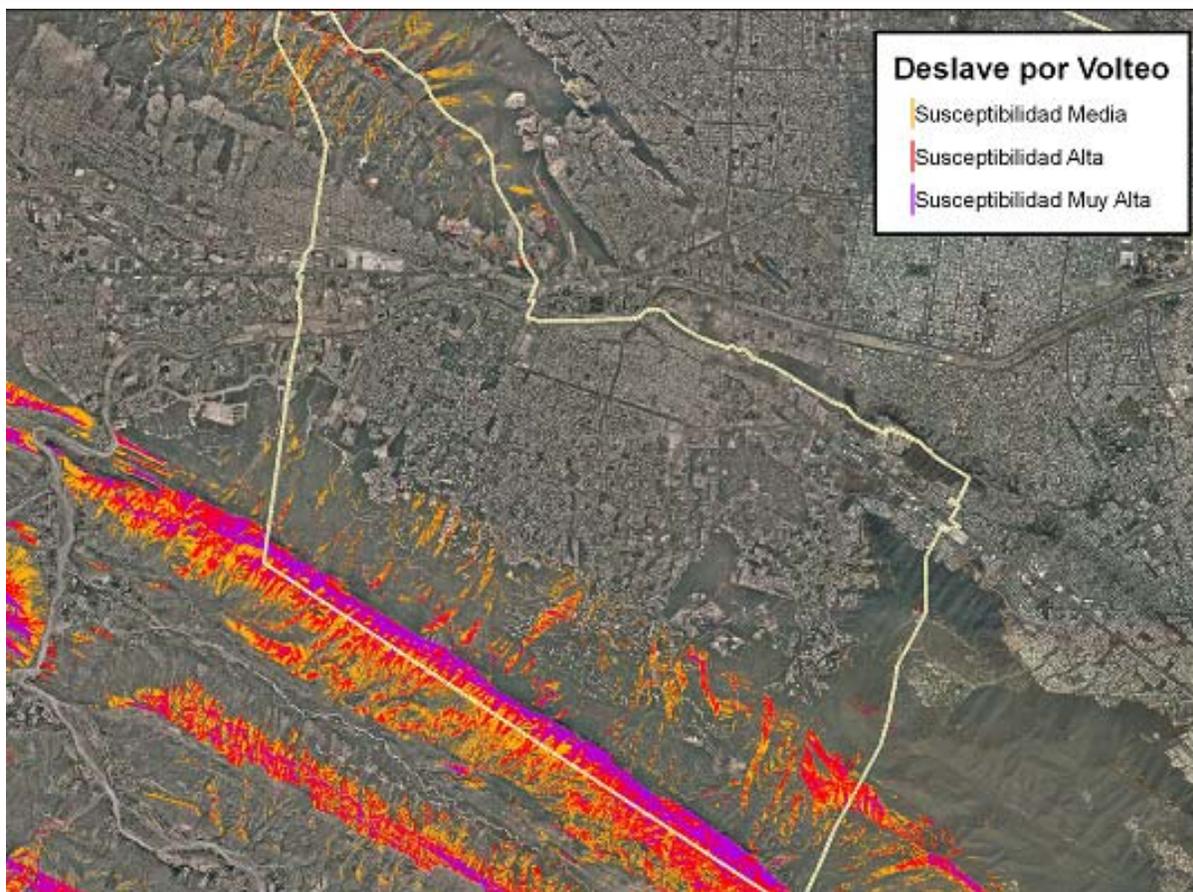


Figura 15. Detalle del Mapa de Puntos peligrosos para el Municipio de San Pedro Garza García para deslave por volteo. Para las zonas de susceptibilidad alta y muy alta se debe demostrar mediante los estudios de ingeniería adecuados que los peligros pueden mitigarse para ser aprobados por parte de la autoridad competente.

Existen depósitos de brecha calcárea que forman bloques de grandes dimensiones y que requieren de cuidados cuando se necesitan realizar cortes importantes. (Fotografía 13)



Fotografía 13. La fractura señala un bloque con una alta posibilidad de deslizamiento de la brecha.

Las lutitas y algunas areniscas son altamente intemperizables y por lo mismo se erosionan con facilidad, como se aprecia en la Fotografías 14 y 15.



Fotografía 14. Áreas en alto riesgo dada la presencia de material muy intemperizable



Fotografía 15. En el Cerro de La Corona, aparecen brechas que rellenan una falla, y un gran bloque en posición inestable; todo lo cual conforma una situación de alto riesgo.

G. Monterrey

Se localiza en la parte central del área Metropolitana.

En Monterrey se localiza la porción Sur del Cerro del Topo Chico; también la parte oriente de la Sierra de las Mitras y el flanco norte de la Loma Larga. También se encuentran en este municipio la porción NE del Cerro El Mirador, el flanco SW de la Sierra Cerro de La Silla, así como el lado oriental de la Sierra de Santa Catarina.

Al igual que los municipios anteriores, los peligros están asociados a las zonas serranas, en las que predomina la posibilidad de volteos en las Sierras de Santa Catarina, La Silla y Las Mitras. Presentan un intenso fracturamiento los Cerros del Topo Chico y parte de Las Mitras, afectados también por factores antropogénicos.

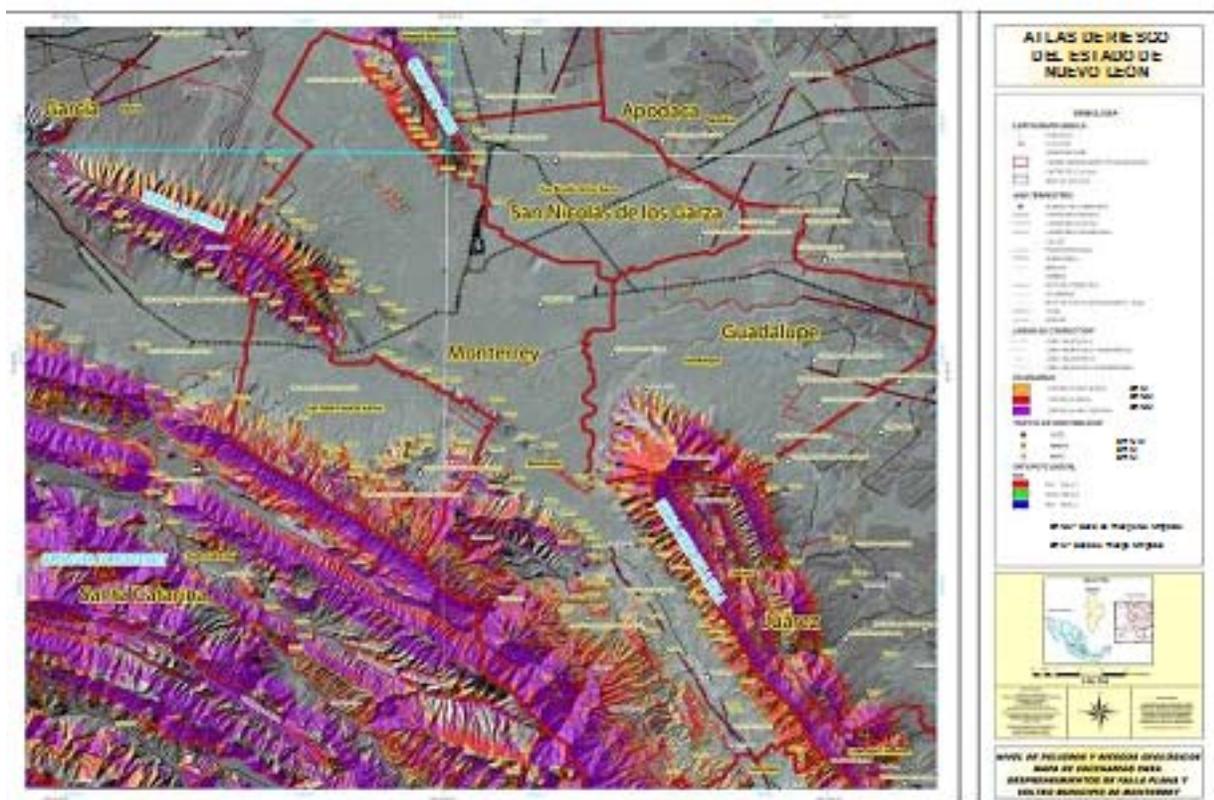
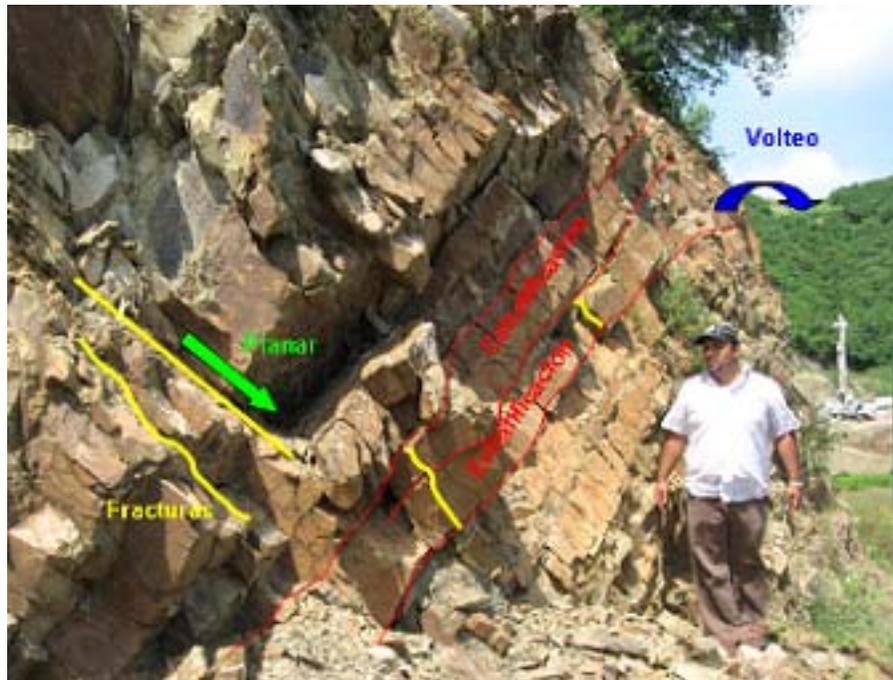


Figura 16. Detalle del Mapa de Puntos peligrosos para el Municipio de Monterrey para deslizamientos por falla plana o por volteo. Para las zonas de riesgo no mitigable (ZRNM) deberán demostrar mediante los estudios de ingeniería adecuados que pueden mitigarse y estarán sujetos a la aprobación por parte de la autoridad competente.



Fotografía 16. La actividad antropogénica aunada al fracturamiento origina gran inestabilidad en esta área de la Sierra de La Silla.

H. Guadalupe

La única orografía importante en este municipio es el extremo norte de la Sierra de La Silla, en la cual hay numerosas áreas que se pueden ver afectadas por volteo y deslizamientos.

Abundan las lutitas e intercalaciones de calizas y depósitos de aluvi3n. El municipio en general es bastante plano y con lomeríos suaves.

I. Juárez

Se localiza en la porción sureste del área. El único rasgo topográfico importante es el flanco NE de la Sierra de La Silla, en el cual afloran rocas calizas, lutitas, margas y conglomerados.

J. Santiago

Se localiza en la porción sur del área y su rasgo topográfico más relevante es El cañ3n del Huajuco, que se ubica entre flanco sureste de la Sierra Cerro de La Silla y el flanco noreste de la Sierra de San Crist3bal en donde se encuentra enclavado el Municipio de Santiago. Es un valle estrecho en el cual afloran las lutitas, conglomerados, calizas y areniscas.

Debido al crecimiento urbano de la zona, se han realizado abundantes cortes, lo que sumado al estado de fallas y fracturas naturales y al intemperismo de las lutitas, forman numerosas zonas de riesgo medio y alto. En esta área, es especialmente importante la precipitaci3n pluvial, con las máximas acumulaciones en el área Metropolitana de Monterrey.

En las localidades ubicadas en la parte alta de la Sierra de San Cristobal, como San Francisco, Cola de Caballo, El Manzano, Laguna de Sánchez y otras, predomina la roca caliza con huecos y cavernas formadas por la disolución de carbonatos; también hay numerosos veneros y escurrimientos de agua en esta escarpada Sierra. Por su misma morfología, abundan las zonas de peligro por volteo y por deslizamientos.

K. Mina

En los rasgos morfológicos de Mina predomina el relieve suave, con pendientes menores al 18 % y alturas relativas menores a 100 m. Las zonas montañosas, corresponden con la Sierra de Enmedio, el Anticlinal Minas Viejas; parte de la Sierra de Bustamante, Sierra del Fraile y Sierra San Miguel, y las Sierras El Anticristo y El Rincón del Arco, éstas últimas con un grado avanzado de erosión. Las alturas relativas máximas son del orden de 900 m.

Afloran depósitos aluviales y conglomerados en la parte plana así como lutitas, caliza-lutita y caliza en las zonas serranas que corresponden con estructuras plegadas.

La zona urbana del municipio se encuentra en una planicie aluvial, cerca de dos zonas montañosas: la sierra Minas Viejas y San Miguel, existiendo potencial para grandes avenidas y flujos. No presenta peligros geológicos.

L. Salinas Victoria

Las máximas alturas en las zonas montañosas llegan a 900 m. Las Sierras que conforman parte de este municipio son: sierra de Gomas, Milpillas, El Granero, Sierra de Mamulique, el Picacho y Minas Viejas.

En las zonas montañosas afloran calizas, lutitas y rocas ígneas intrusivas. En la planicie aparecen conglomerados y depósitos aluviales.

El desarrollo urbano se encuentra sobre zonas de laderas donde puede existir problemas de estabilidad, en cortes viales o para alojar viviendas. Altas posibilidades de flujos torrenciales en Las Villarreales y Salinas Victoria.

M. Hidalgo

El municipio se localiza entre los anticlinales Minas Viejas y San Miguel. La pendiente en la zona montañosa es del orden del 60 %, pero en zonas altas y escarpadas es mayor de 100 %, con alturas relativas cercanas a los 800 m. En la parte plana, correspondiente con la planicie aluvial la pendiente es menor del 18 % y alturas relativas menores a 100 m. En el piedemonte la pendiente es de 25 % con alturas relativas de 200 m. El drenaje es denso, con arreglo dendrítico y paralelo.

Las litologías que conforman la zona montañosa son caliza, caliza-lutita y caliza-yeso. En la parte plana predominan los conglomerados y depósitos aluviales.

La zona urbana se encuentra cerca de las zonas con potencial de presentar Procesos de Remoción de Masas. Localmente, se puede presentar problemas de estabilidad en cortes viales y para alojar vivienda.



N. Higueras

Abarca la porción SW de la Sierra El Picacho, así como el anticlinal Higueras, de formas suavizadas por la erosión. Afloran en la parte montañosas calizas, caliza-lutita y lutitas.

La zona urbana se asienta sobre laderas del anticlinal Higueras, pudiendo existir problemas de estabilidad local en cortes carreteros o para viviendas.

O. Marín

Parte del municipio se ubica de la zona montañosa del anticlinal Picacho; predomina la parte plana.

Afloran depósitos aluviales, conglomerados y lutita en la parte plana, mientras que en la zona montañosa aflora caliza y caliza-lutita.

No existen problemas geológicos.

P. Doctor González

Este municipio se ubica parcialmente en las Sierras El Picacho y Papagayos. El resto es sensiblemente plano.

Afloran las siguientes litologías: en la zona montañosa, caliza y caliza-lutita y en la parte plana lutita, depósitos aluviales y conglomerados.

Existe un peligro medio para problemas geológicos por volteo o deslizamientos en el área urbana.

Q. Cadereyta Jiménez

El municipio abarca una porción mínima del sur de la Sierra Cerro de la Silla, ahí aflora roca caliza muy sanas. El resto es muy plano.

Las litologías que afloran en la parte plana son: lutita y amplias secuencias de depósitos aluviales y conglomerados.

No existen problemas de Procesos de Remoción de Masas que puedan impactar en la zona urbana.

R. Pesquería

El municipio es muy plano. Afloran lutitas y una amplia secuencia de depósitos aluviales. No tiene problemas geológicos; se recomienda poner atención a los cauces y barrancas existentes por posibles avenidas en caso de eventos extraordinarios.

S. El Carmen

La cabecera se encuentra asentada en las márgenes del Río Salinas, en un valle ubicado entre la Sierra de El Fraile y la Sierra de San Miguel y al norte por la Sierra de Minas Viejas.

Litológicamente, afloran calizas y lutitas en las zonas serranas y depósitos aluviales en las zonas planas, que son las que predominan en el Municipio.

No existen problemas geológicos; únicamente debe cuidarse las crecientes del Río Salinas.

T. Abasolo

El municipio de Abasolo se encuentra sobre la margen norte del Río Salinas casi en su totalidad. Se asienta entre Las Sierras del Fraile y San Miguel, y por el lado norte la Sierra de Minas Viejas.

En el municipio afloran calizas y lutitas en las zonas serranas y hay depósitos aluviales y conglomerados en las áreas bajas.

No existen problemas geológicos; únicamente debe cuidarse las crecientes del Río Salinas.

U. General Zuazua

General Zuazua presenta una zona de lomeríos suaves que abarca el 53 % de su territorio y el resto es terreno plano. El Río Salinas cruza este municipio.

Los afloramientos son fundamentalmente calizas y lutitas, con depósitos aluviales y conglomerados.

No existen problemas geológicos. Hay que cuidar las crecientes del Río Salinas.

V. Ciénega de Flores

En este municipio se encuentran importantes desarrollos industriales y los Arroyos Ciénega, Picachos y Vaquerías, afluentes del Río Salinas que también cruza al municipio.

En su parte norte colinda con la Sierra de Mamulique sobre la cual tiene un área de preservación ecológica de 300 Has.

Los afloramientos están constituidos por roca caliza, principalmente en la parte norte y calizas, lutitas y conglomerados en el resto del municipio; hay abundantes depósitos aluviales.

No existen problemas geológicos; únicamente hay que cuidar las crecientes del Río Salinas y de los Arroyos que caracterizan al municipio.

4. Erosión

La erosión se define como la remoción de partículas de suelo o rocas como resultado de la acción de fenómenos naturales como las lluvias y el viento, que causan desgaste paulatino, así como por las acciones del hombre que afectan el recubrimiento natural del suelo y las laderas.

Cuando es únicamente por procesos naturales, la erosión es relativamente lenta; con la intervención del hombre, puede ser extremadamente rápida. Acciones como deforestación, descapotes, cortes para alojar vías terrestres de todo tipo pueden causar deslizamientos, caídos y derrumbes.

La erosión por procesos naturales no puede considerarse un peligro para la población y no se considera un peligro geológico. (CENAPRED)

Los tipos de erosión que se clasificaron para el presente estudio son los siguientes:

- Erosión hídrica laminar moderada (Eh2). **Afecta a macizos rocosos desprovistos de suelo y cubierta vegetal.**
- Erosión hídrica laminar alta (Eh3). **En terrenos con pendiente mayor a 15%, asociados a sobreexplotación forestal con arrastre de suelos.**

VIII. PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS

1. Introducción

A. Objetivos y alcances

El objetivo de esta sección del proyecto del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León es establecer y utilizar de una manera objetiva criterios para determinar las áreas con peligros hidrometeorológicos. Para desarrollar este trabajo se tomó la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales del CENAPRED.

En el proyecto sólo se estudiará el peligro de inundación en función de las condiciones actuales de la topografía y cobertura del suelo.

Luego del procesamiento de los datos de topografía, imágenes de satélite, hidrología y datos históricos, los productos finales son:

- a) Una capa de información de peligro de inundación a lo largo de los cauces y áreas adyacentes a los mismos.
- b) Una capa de información de peligro de encharcamiento.
- c) Una capa de puntos donde aparece representada la información de salidas de verificación en campo, posibles puntos de peligro y puntos de daños en inundaciones históricas.
- d) Fichas descriptivas de cada cuenca.

En la sección de metodología de este trabajo se explicará brevemente el proceso desarrollado.

B. Ajuste metodológico del ITESM

La diferencia más importante entre la metodología propuesta por el CENAPRED y la empleada en este estudio radica en la resolución espacial de los datos base (LIDAR, ortofotos y SPOT), el formato de los datos y su manejo. El CENAPRED maneja la información básica en escala 1:50,000 del INEGI, mientras que este estudio emplea diversas fuentes para trabajar a una escala mayor.

El estudio se basa totalmente en el manejo de datos digitales y levantamientos puntuales de campo.

C. Información disponible

La información disponible para la identificación de peligros hidrometeorológicos aparece en la Tabla 5.

TABLA 5. DATOS DISPONIBLES PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS.

CAPA	PROPÓSITO	FUENTE
Topografía	Generación de red hidrológica; límites de cuencas; determinación de secciones transversales de cauces; delimitación de zonas inundables; calculo de pendientes; determinación de hondonadas y zonas de encharcamiento.	Modelo digital de elevaciones (MDE) con base en puntos LIDAR.
Edafología y Cobertura del suelo	Estimación de índices de infiltración del suelo.	INEGI 1:50,000
Meteorología	Datos de precipitación de las estaciones meteorológicas de Monterrey para estimar las curvas I-D-Tr	CNA
Vías de comunicación	Identificación puntos de conflicto en cruces de la red vial con la red hidrológica superficial.	INEGI, 1:50,000
Límites municipales	Delimitación de jurisdicciones políticas	INEGI 1:50,000



D. Metodología del CENAPRED

La propuesta del CENAPRED se resume en la Tabla 6, en la que se presentan las fases del análisis de identificación de peligros.

TABLA 6. FASES METODOLÓGICAS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS PROPUESTOS POR EL CENAPRED.

FASE
Identificación del arroyo
Visita al sitio
Identificación de la cuenca del arroyo
Clasificación de las cuencas hidrológicas
Características fisiográficas de la cuenca
Tipo de suelo
Cubierta vegetal
Estimación del escurrimiento a la salida de la cuenca
Determinación del área hidráulica requerida o permisible
Levantamiento topográfico del arroyo
Comparación entre el área hidráulica requerida y el área geométrica
Determinación de las zonas inundables

2. Descripción del área de estudio

A. Área de estudio

El AMM comprende los municipios de Apodaca, García, General Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina. La región periférica incluye los municipios de Abasolo, Cadereyta Jiménez, El Carmen, Ciénega de Flores, Doctor González, General Zuazua, Hidalgo, Higuera, Marín, Mina, Pesquería, Salinas Victoria y Santiago.

El AMM se encuentra en su totalidad dentro de la región hidrológica de Río Bravo-Conchos, Cuenca del Río San Juan, que incluye las cuencas de los ríos Salinas, Pesquería, Santa Catarina, San Juan y Pilón. Los principales embalses en la zona son la Presa El Cuchillo, Marte R. Gómez (Anzaldúas) y La Boca.

Con la inclusión de la región periférica en el proyecto, la extensión del área de estudio quedó como se muestra en la Figura 18.

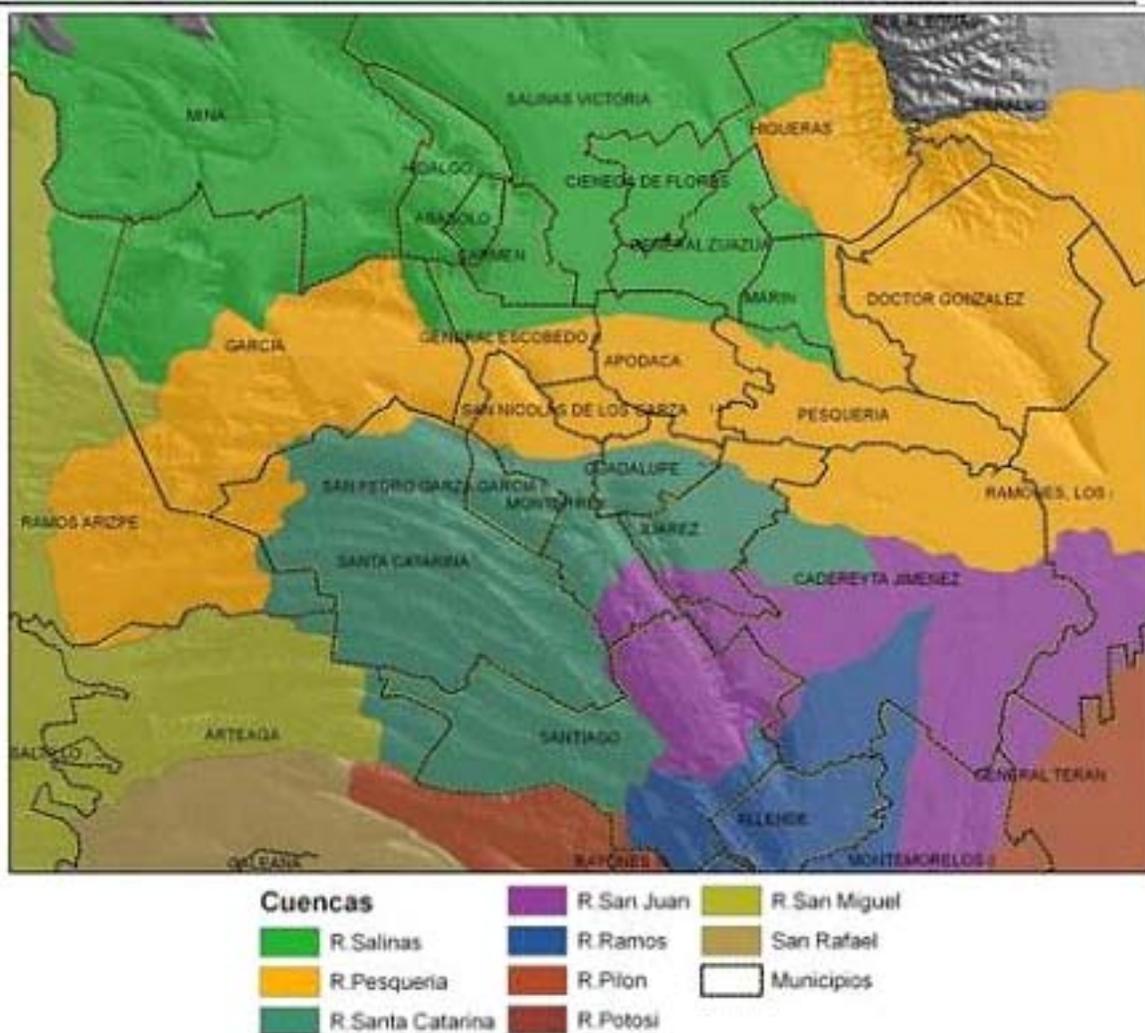


Figura 18. Área de estudio, mostrando los municipios del AMM y región periférica, así como las principales cuencas hidrológicas de la región.

B. Meteorología

En el AMM las precipitaciones se presentan con diversas intensidades y duración: las tormentas convectivas son de corta duración y gran intensidad, y abarcan áreas relativamente pequeñas; se pueden presentar en cualquier zona del AMM. Las lluvias que se generan en las zonas montañosas son de mayor periodo de tiempo y de intensidad variable y cubren mayores superficies. Los huracanes y tormentas que se generan en el Golfo de México causan precipitaciones extraordinarias varias veces al año, al llegar sus áreas de influencia sobre la ciudad.

a) Estaciones Meteorológicas

Estas Estaciones Automáticas han estado en operación desde hace más de 10 años; contienen 16 datos que identifican a la estación; el tiempo de colecta; la precipitación en intervalos de 10 minutos; la precipitación acumulada en 60 minutos y en 24 horas.



Tabla 6. Estaciones Automáticas del Sistema de Alerta Hidrometeorológica de Monterrey. (CNA)

Nº. DE ESTACIÓN	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	UBICACIÓN
1	San Martín	25° 45' 24"	100° 20' 49"	Escuela Primaria Salvador Varela Reséndiz, Santa María de la Paz con 25 de Abril, Col. Lomas de San Martín, Monterrey, N. L.
2	Las Mitras	25° 44' 07"	100° 22' 31"	Escuela Primaria Año del Federalismo, Av. De la Unidad No. 143, Col. Valle de Infonavit, Monterrey, N. L.
3	C.U.	25° 44' 14"	100° 18' 09"	Observatorio Meteorológico Monterrey, Av. Universidad No. 1101 Nte. Col. Anáhuac, San Nicolás de los Garza, N. L.
4	Fierro	25° 41' 10"	100° 16' 04"	Oficinas de la Subgerencia Técnica, Av. Constitución No. 4103 Ote. Col. Fierro, Monterrey, N.L.
5	El Obispo	25° 43' 02"	100° 32' 31"	Academia Estatal de Policía, Carretera Saltillo-Monterrey km 58, Santa Catarina, N.L.
6	Arroyo Seco	25° 38' 03"	100° 19' 50"	Tanque de Agua Potable de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, Col. Lomas de San Agustín, San Pedro Garza García, N.L.
7	La Estanzuela	25° 35' 32"	100° 14' 42"	Escuela Primaria Juan Padilla Perales, Paseo de la Cima S/N, Col. La Estanzuela, Monterrey, N.L.
8	Centro de Recepción	25° 39' 35"	100° 19' 58"	Oficinas de la Dirección de Protección Civil de Gobierno del Estado, Tepeyac No. 1666 cruz con Castelar, Col. Pío X, Monterrey, N. L.

3. Metodología

A. Estimación del peligro de inundación fluvial

La estimación del peligro de inundación fluvial implica hacer el cálculo hidrológico para conocer el gasto de agua que escurrirá por el cauce principal de una cuenca a causa de una tormenta asociada a un periodo de retorno dado. Para estimar el escurrimiento es necesario conocer el coeficiente de escurrimiento del suelo, la precipitación y su duración, el área total de la cuenca y la topografía de la misma, además de las secciones transversales del cauce con el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) establecido.

a) Edafología

La Figura 19 muestra las cuatro cartas edafológicas del AMM 1:50,000 del INEGI ya digitalizadas.

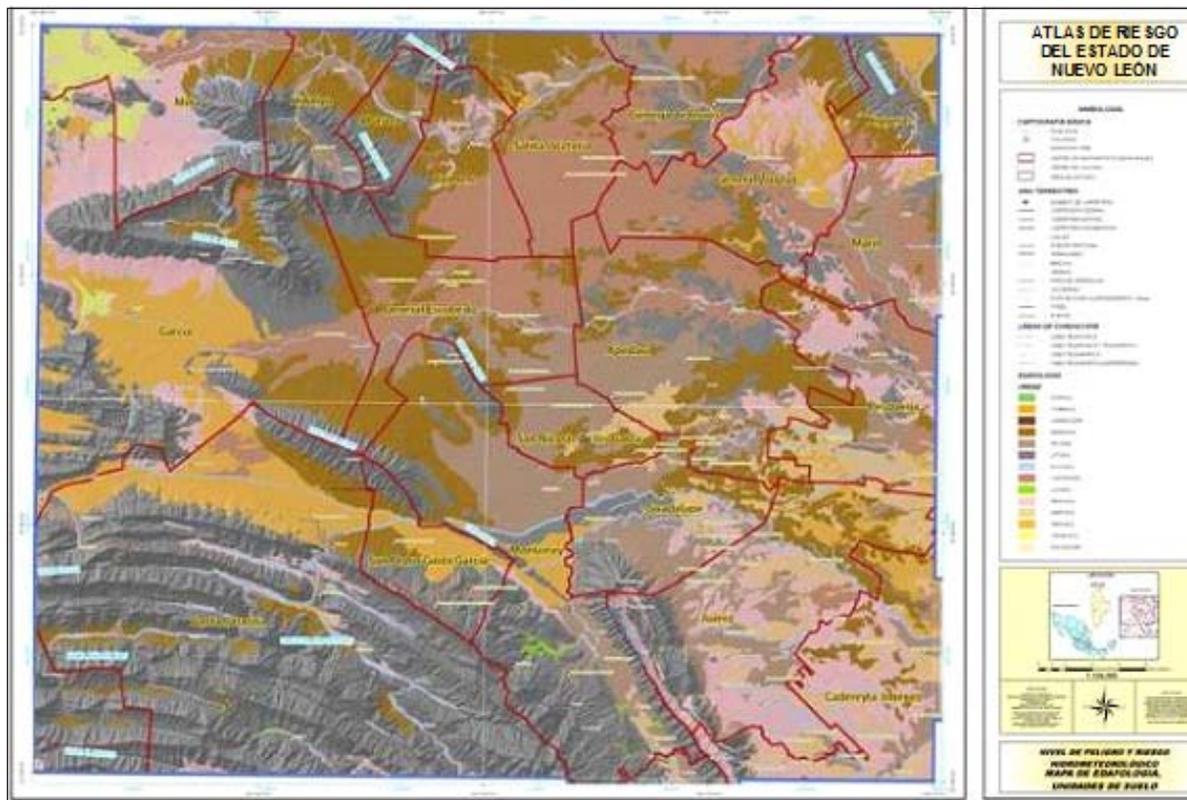


Figura 19. Mapa digital de edafología obtenido a partir de la cartografía del INEGI.

Las cartas edafológicas señalan la cobertura de suelos en función de su composición química y tienen por objeto proporcionar información con fines agrícolas. Únicamente la propiedad de textura del suelo es útil con fines de hidrología.

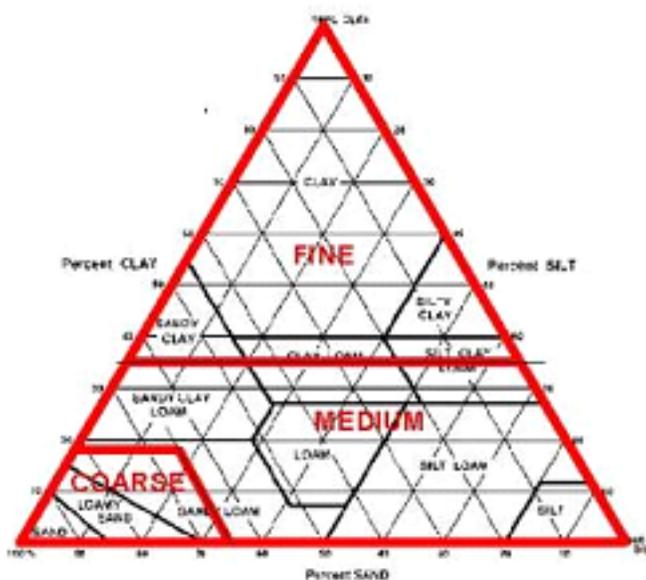


Figura 20. Triángulo de textura de suelo.



TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES IMPERMEABLES Y NO IMPERMEABLES.

Categoría	Segmentos/clase	Forma	Permeabilidad	P-Índice	Clase final
Urbanizado	Carreteras principales - pavimentadas	Linear	Muy baja	<10%	IMPERMEABLE
	Caminos de menor importancia - pavimentadas	Linear	Muy baja	<10%	
	Senderos y andadores peatonales pavimentados	Linear	Baja a Moderada	10-30 a 30-60%	
	Casas/tejados de construcciones	Polígono	Muy baja	<10%	
	Porción del estacionamiento - pavimentada	Polígono	Muy baja	<10%	
	Cualquier otra área asfaltada o cementada	Polígono	Muy baja	<10%	
	Pistas de aterrizaje - asfaltadas	Linear, entrecruzamiento	Baja	10-30%	
No Urbanizada	Naves industriales y comerciales	Rectangulares	Baja a Moderada	10-30 a 30-60%	PERMEABLES
	Patios - suelo/hierba	Polígono	Media a Alta	30-60% a 60-90%	
	Áreas abiertas	Ninguna forma particular	Alta a Muy Alta	>90%	
	Agricultura	Ninguna	Media a Alta	30-60% a 60-90%	
Vegetación	Granjas/campos	Polígono	Muy Alta	>90%	PERMEABLES
	Parques	Polígono	Muy Alta	>90%	
	Áreas verdes	Ninguna forma particular	Muy Alta	>90%	
	Áreas arboladas-lineales	Ninguna forma particular	Baja a Moderada	60-90% a 30-60%	
	Vegetación escasa	Ninguna forma particular	Baja a Muy Alta	60-90% a >90%	

B. Modelación hidrológica**a) Selección del programa de modelación hidrológica**

Los cálculos hidrológicos tienen por objeto relacionar la precipitación, el suelo y el escurrimiento, para una cuenca con una topografía determinada. Los métodos comúnmente aceptados en el medio profesional de la ingeniería son:

- Método Racional
- Método de Sánchez Bribiesca
- Método de Burki-Ziegler
- Método de Chow

Método Racional

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q - gasto a la salida de la cuenca, en metros cúbicos por segundo (m³/s)

C - coeficiente de escurrimiento (determina el porcentaje del agua que cae y circula)

I - intensidad de la lluvia en milímetros por hora (mm/hr)

A - área de drenaje en km²

Modelo de Sánchez Bribiesca

La fórmula de Sánchez Bribiesca se aplica a cuencas menores que 100km² (SCT, 1984):

$$Q = \frac{f_D \cdot f_W \cdot h_E \cdot A}{4500}$$

Q - gasto calculado en m³/s

f_D - coeficiente de duración, adimensional

f_W - coeficiente de precipitación, adimensional

h_E - altura de precipitación en exceso, en metros

A - área de la cuenca, en m²

Métodos de modelación computacional

El método de modelación computacional emplea un software desarrollado inicialmente por el US Army Corps of Engineers. La versión que se usó en el estudio es HEC-WMS 3.2.

C. Modelación hidráulica**a) Procedimiento para estimar planicies de inundación**

El modelo HEC-WMS sólo calcula los flujos a partir de una precipitación; para estimar las planicies de inundación se utiliza otro modelo: HEC-RAS (River Analysis System) versión 4.0 (US Army Corps of Engineers, 2008).



El principal insumo para este modelo son los gastos máximos en metros cúbicos por segundo estimados a partir de las precipitaciones con periodos de retorno de 10 años, 25 años y 100 años.

El sistema se alimenta con secciones transversales a intervalos fijos: por ejemplo, a cada 100 mts. sobre el cauce que se desea analizar. Automáticamente, el HEC-RAS produce la sección del modelo hidráulico con el nivel del agua correspondiente al periodo de retorno programado lo que permite determinar las planicies de inundación.

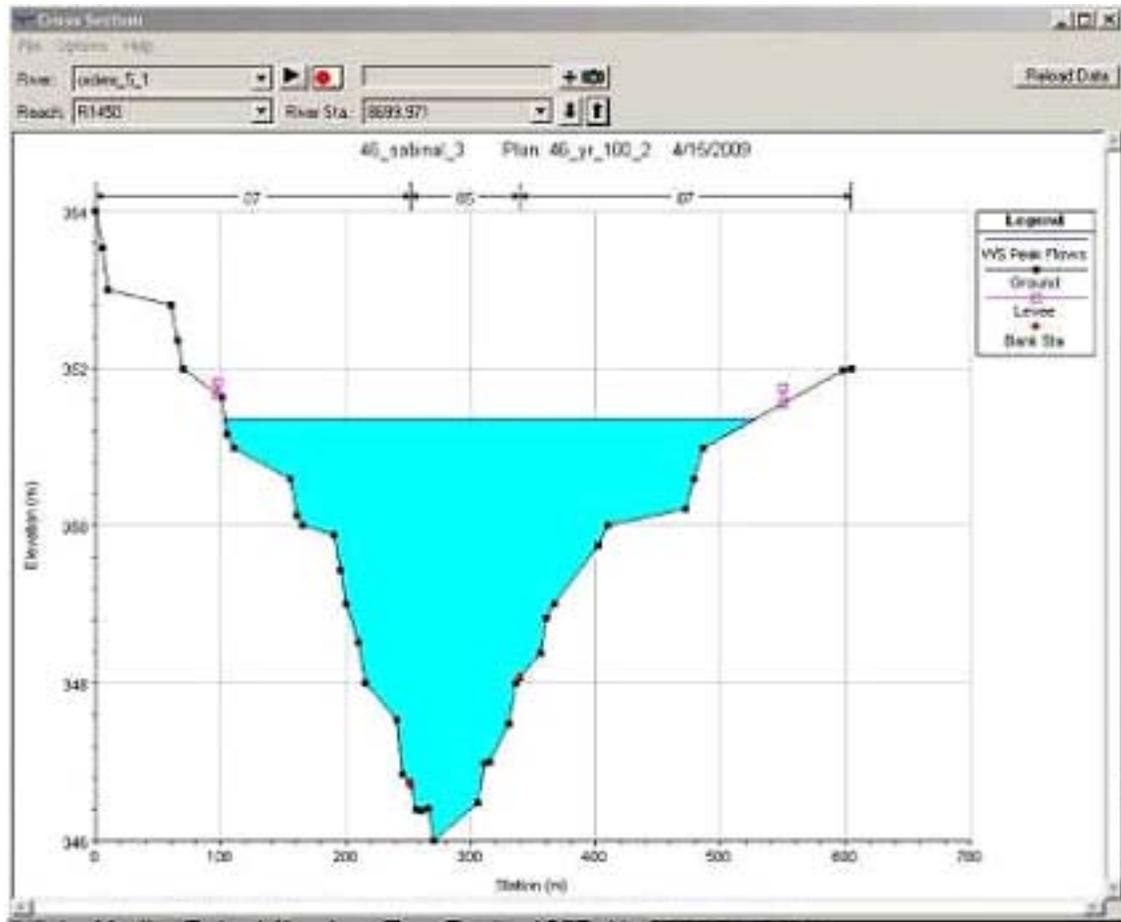


Figura 21. Ejemplo de sección del modelo hidráulico y altura del agua.

Modelación de los cauces principales (ríos Santa Catarina, Pesquería y Salinas)

Para el proyecto de estimar el peligro de inundación en el Área Metropolitana de Monterrey se consideran como cauces principales los ríos Salinas, Pesquería y Santa Catarina. Estos ríos comparten una característica en común: el área de acumulación de la cuenca se extiende más allá de los límites del área de estudio. El peligro de inundación no puede ser modelado de la misma manera que las subcuencas dentro del área de estudio porque no se cuenta con los datos necesarios. Lo que se hará es tomar como datos los flujos máximos anuales de los ríos registrados por estaciones hidrométricas y publicados en el Banco Nacional de Datos de Agua Superficiales (BANDAS), (IMTA 1997).

D. Peligro de encharcamiento

a) Encharcamientos

El término «encharcamiento» se aplica al proceso de acumulación de agua en superficies de cualquier tamaño; la razón de esta acumulación es, o bien que las condiciones de drenaje superficial no sean adecuadas para que salga rápidamente el agua, o que existen concavidades en las que el agua permanece hasta secarse por evaporación.

Los encharcamientos afectan en diversos grados a las vialidades urbanas; son una importante causa de accidentes automovilísticos con los obvios daños en la integridad física y a la economía de los involucrados. También afectan de manera relevante a la infraestructura de parques, paseos y áreas peatonales.

4. Resultados

A. Peligro de inundación

a) Cauces principales

La modelación del escurrimiento se llevó a cabo a nivel de cada cuenca, lo que representó la modelación de 130 unidades independientes para los tres periodos de retorno analizados (10, 25 y 100 años). La representación cartográfica de los resultados muestra entonces la extensión esperada de inundación para cada periodo de retorno. Los resultados de cada modelación fueron integrados en un solo archivo de «planicies de inundación».

Los cálculos se basan en el total de la superficie afectada (en Km²) para cada cuenca (Figura 22), es interesante notar que los máximos valores de superficie afectada ocurren en el periodo de retorno de 100 años en las cuatro cuencas estudiadas.

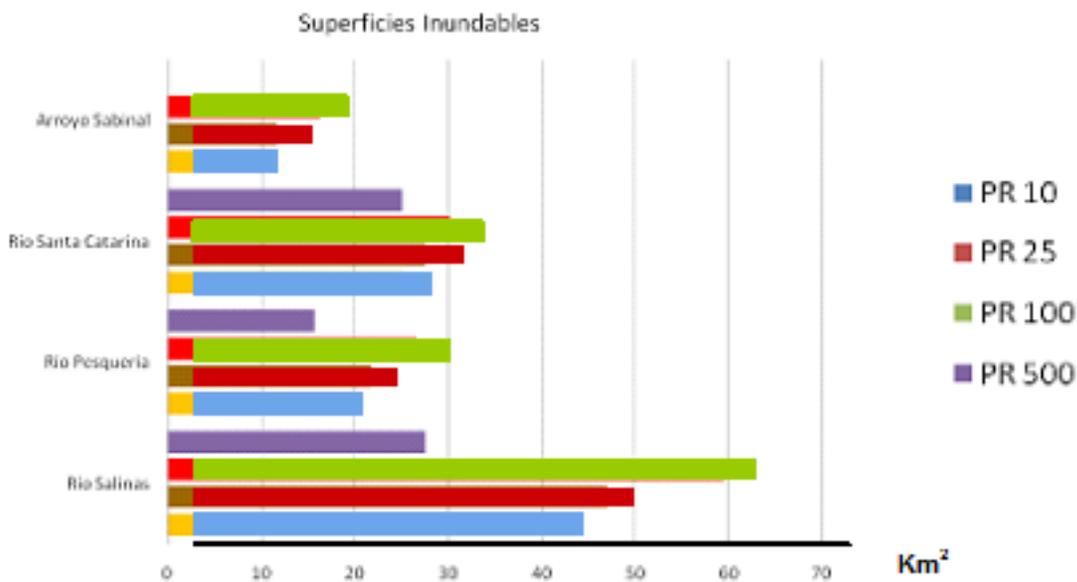


Figura 22. Superficie de las planicies de inundación, para los cuatro periodos de retorno.



Para cada una de las cuencas principales, se estimó la superficie ocupada por cada periodo de retorno analizado y los resultados se graficaron para cada cuenca (Figura 23 a la Figura 26)

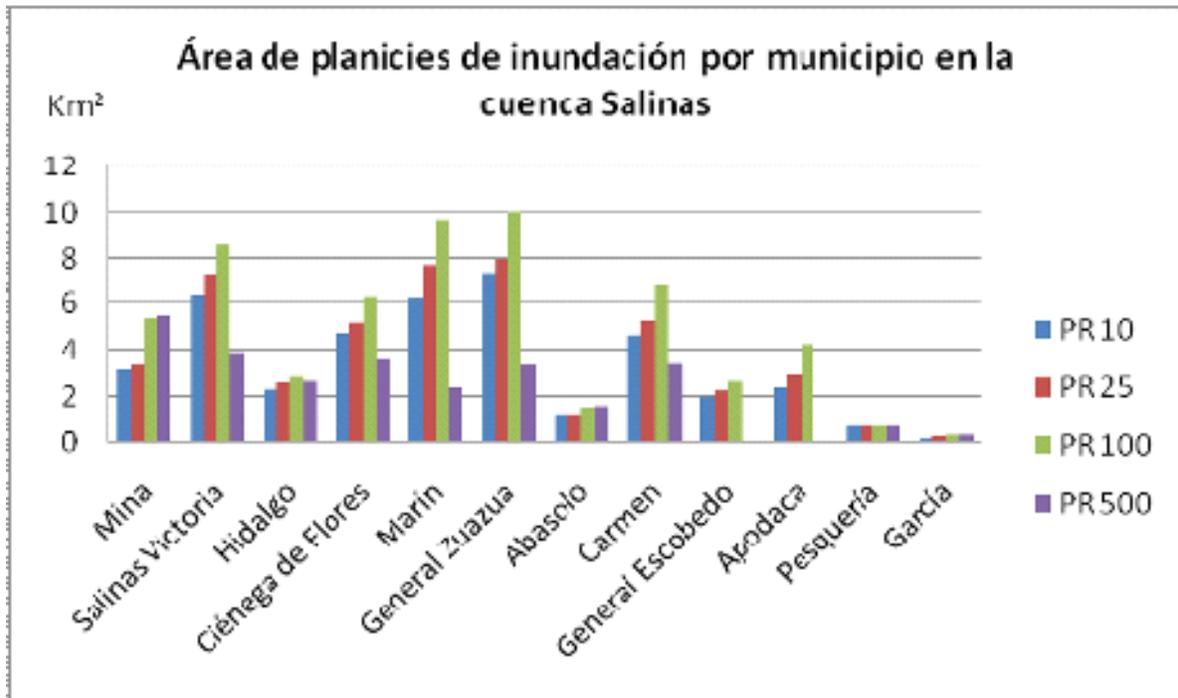


Figura 23. Superficie de las planicies de inundación, Río Salinas.

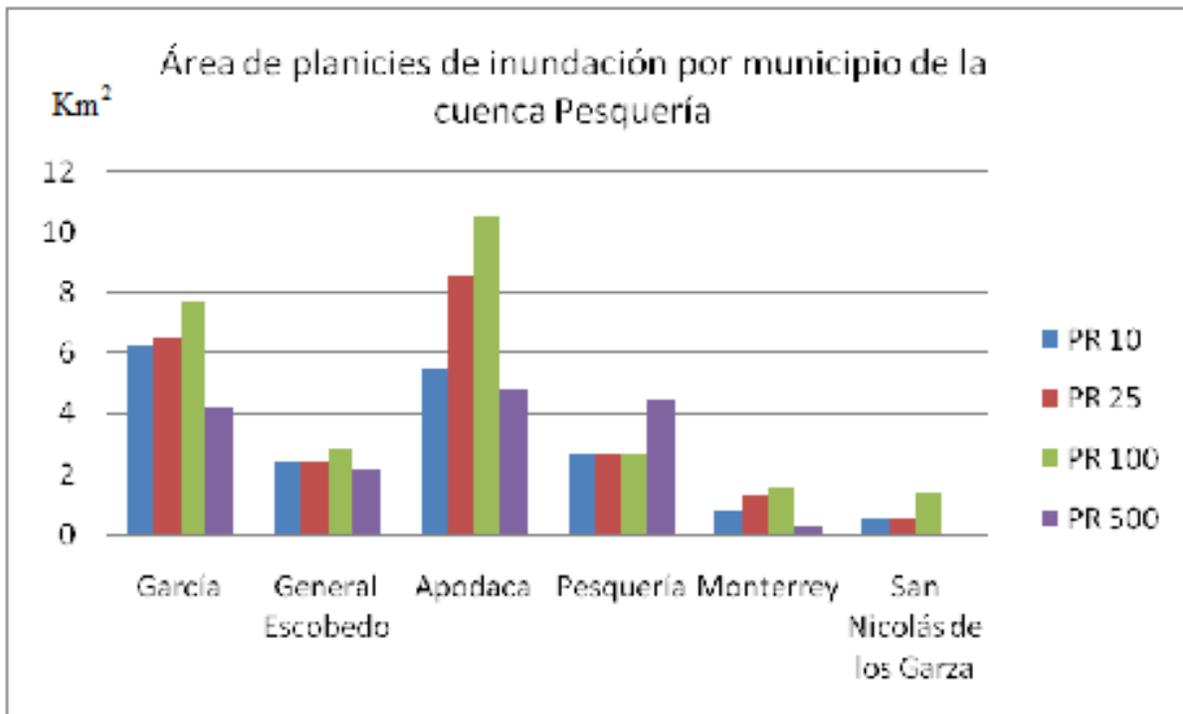


Figura 24. Superficie de las planicies de inundación, Río Pesquería.

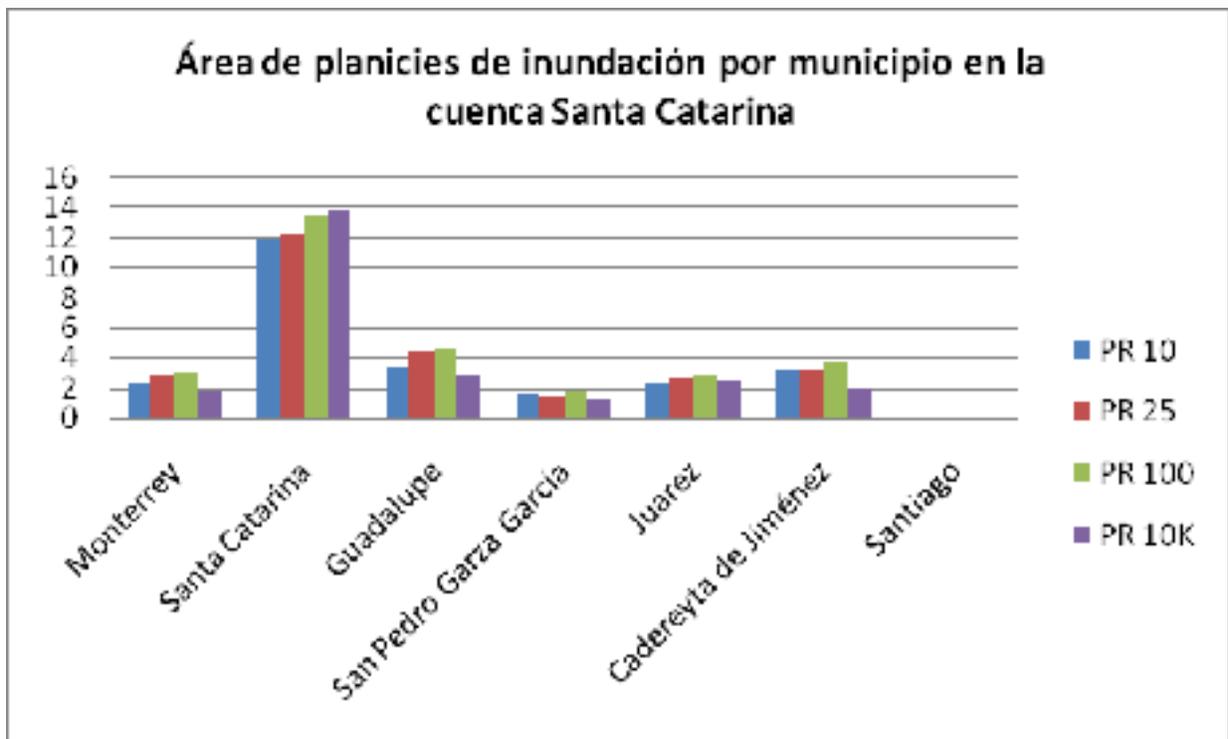


Figura 25. Superficie de las planicies de inundación, Río Santa Catarina.

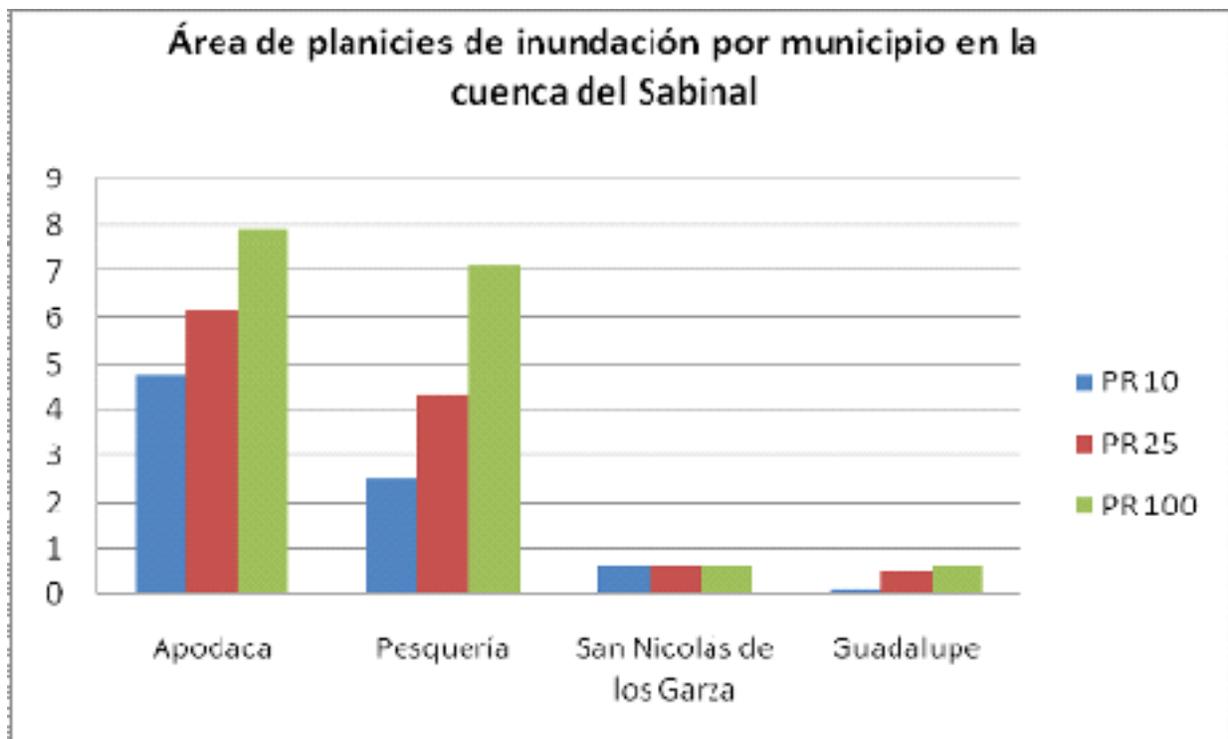


Figura 26. Superficie de las planicies de inundación, Arroyo Sabinal.

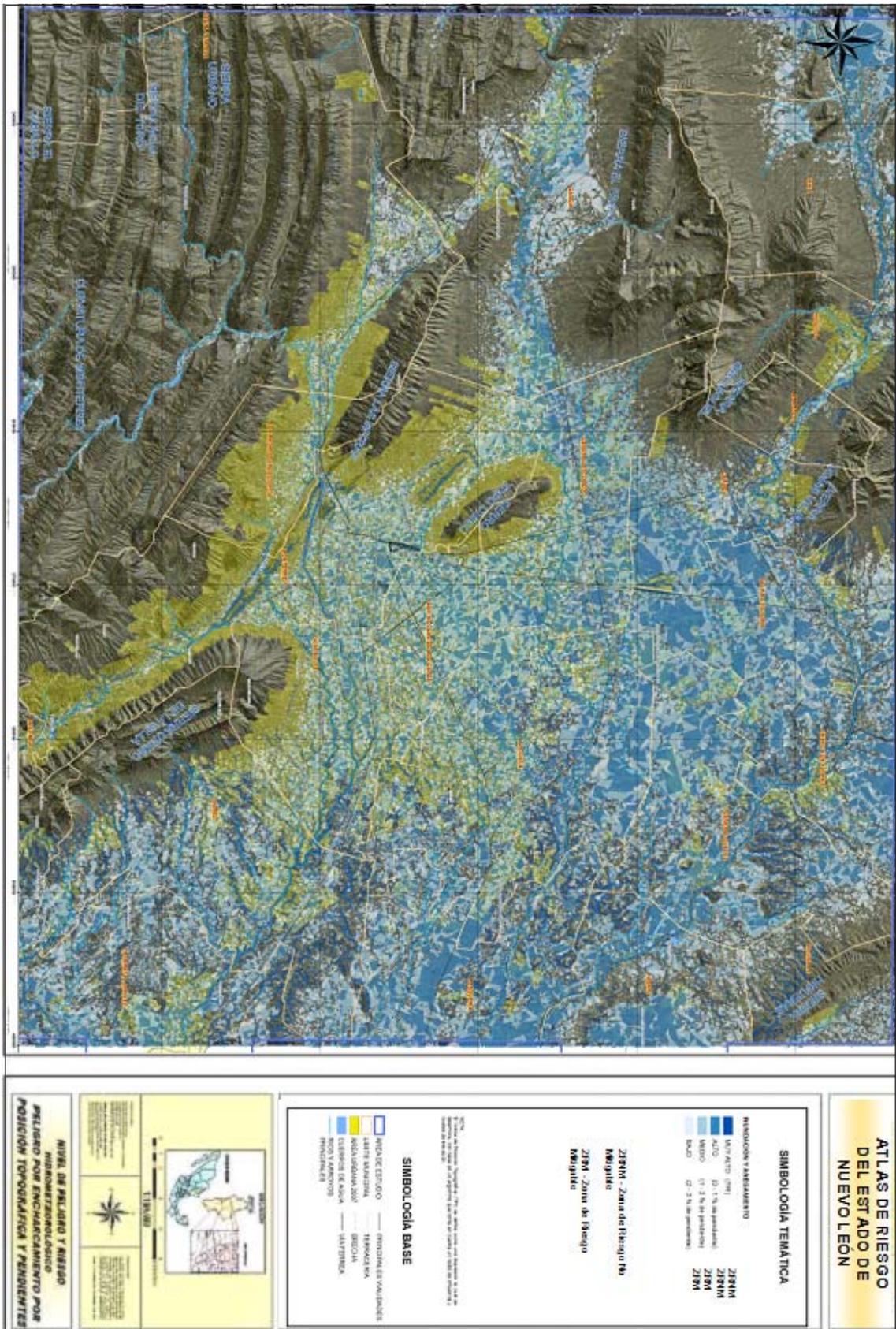


Figura 28. Mapa de peligros por encharcamientos por posición topográfica y pendientes.



C. Puntos conflictivos y verificación de campo

Los sitios con potencial de conflicto, son la confluencia de la red de calles, caminos y carreteras con la red hidrológica. En muchas de estas confluencias, se forman encharcamientos importantes.

Para analizar esta problemática se realizó la sobreposición de ambas capas de información y se clasificaron los puntos resultantes en función de dos parámetros básicos: Orden Hidrológico y Jerarquía de la vialidad; conforme el orden hidrológico aumenta y el tipo de vialidad se vuelve más importante, el potencial de conflicto se incrementa (Tabla 8 y Figura 29).

TABLA 8. CRITERIOS DE CATEGORIZACIÓN DE PELIGROS EN PUNTOS CONFLICTIVOS
(confluencias de ríos y calles).

ORDEN HIDROLÓGICO	Peligro		
	Calles	Avenidas	Carreteras
1	Medio	Medio	Medio
2	Medio	Medio	Alto
3	Medio	Alto	Alto
4	Alto	Alto	Muy Alto
5	Alto	Muy Alto	Muy Alto
6	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto

Las áreas de encharcamiento de susceptibilidad media y alta, que corresponden a corrientes de orden hidrológico 1, 2 y 3 en su cruce con vías públicas se clasifican como zonas de riesgo mitigable. Las áreas de encharcamiento de susceptibilidad alta y muy alta, que corresponden a la confluencia de corrientes de orden hidrológico 4, 5 y 6 (arroyos y ríos) con vías públicas, se clasifican como zonas de riesgo muy alto no mitigable. En los Atlas de Riesgo de los Municipios se podrán definir con mayor grado de precisión los límites y características de las zonas de riesgo alto y muy alto, así como las zonas de riesgo mitigables y no mitigables.

IX. PELIGROS Y RIESGOS ANTROPOGÉNICOS

1. Definiciones

- **Peligro:** Se entiende por peligro a un fenómeno que es potencialmente dañino
- **Riesgo:** se le define como la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores.

El riesgo está en función de la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino (peligro), de la vulnerabilidad y del valor de los bienes expuestos.

La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador, que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) a tal grado que constituye un desastre.

- **Riesgos antropogénicos:** Para esta sección del Atlas Riesgo para el Estado de Nuevo León Primera Etapa, se define a los **riesgos antropogénicos** como aquellos que son producto de las actividades humanas; de acuerdo al agente perturbador que los origina, se clasifican en: **riesgos químico-tecnológicos, sanitario-ambientales o socio-organizativos.**

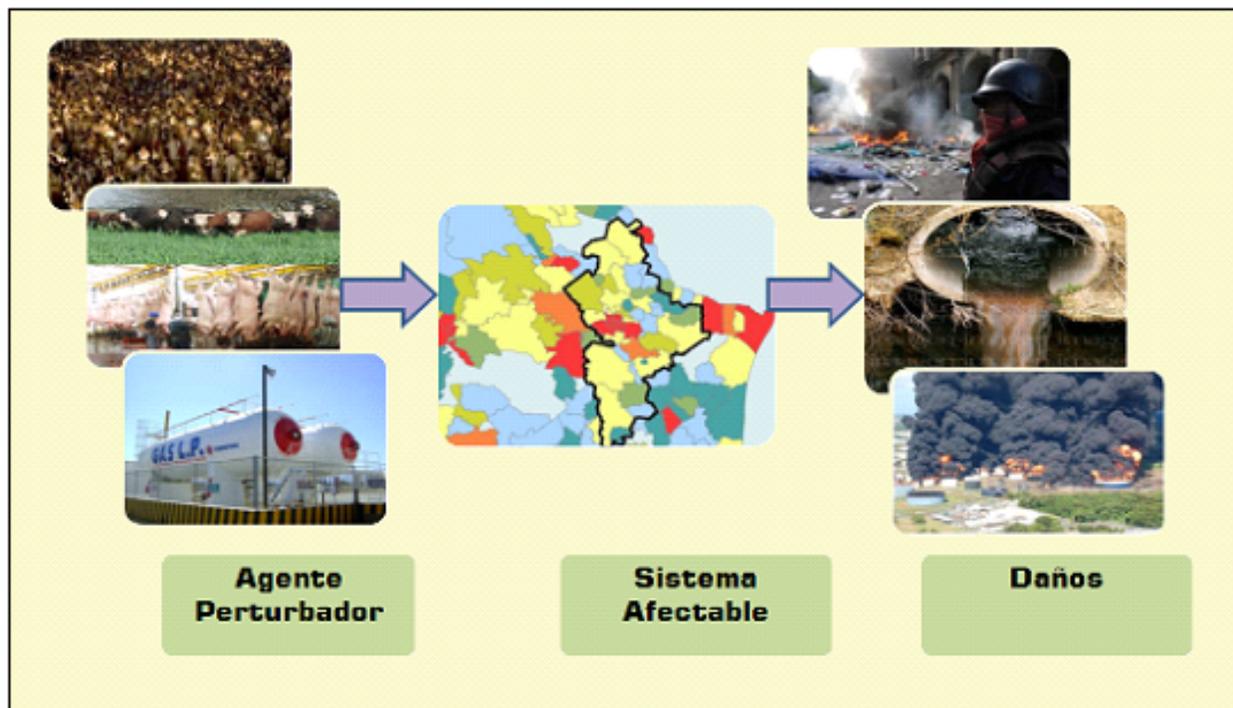


Figura 30. Esquema de los riesgos antropogénicos (Químico-tecnológicos, Sanitario-ambientales o Socio-organizativos).

- **Riesgos Químico-tecnológicos:** también conocidos como riesgos mayores se relacionan con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar una especial gravedad ya que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía podría afectar áreas considerables. Los eventos originados por el manejo de insumos químicos son:
 - Incendio de charco (pool fire).** Combustión estacionaria con llama de difusión del líquido de un charco, que se produce en un recinto descubierto.

- Dardo de fuego (jet fire).** Llama estacionaria y alargada provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
- Llamarada (flash fire).** Llama progresiva de difusión, de baja velocidad. No produce ondas de presión significativas. Suele estar asociada a la dispersión de vapores inflamables a ras del suelo. Cuando éstos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriendo y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) (Explosión de Vapor por Expansión de un Líquido en Ebullición).** Se refiere a la bola de fuego que se produce del estallido súbito y total, por calentamiento externo de un recipiente que contiene un gas inflamable licuado a presión, cuando el material de la pared pierde resistencia mecánica y no puede resistir la presión interior. El calentamiento extremo es generalmente producido por un incendio de charco o un dardo de fuego, y la probabilidad de que estalle es especialmente elevada en los casos donde hay un contacto directo de la llama con la superficie del recipiente.
- Explosión.** Equilibrio en un breve período de tiempo de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la envuelve. Si la energía necesaria para la expansión de los gases procede de una reacción química, se dice que la explosión es química; es el caso de las explosiones derivadas de fenómenos de combustión donde están involucrados gases inflamables, de explosiones derivadas de reacciones incontroladas y de explosiones asociadas a la ignición o descomposición de sustancias explosivas.
- Dispersión atmosférica.** Este caso se presenta cuando se involucra una sustancia que no es inflamable ni combustible, pero si es tóxica, lo que llevará a la formación de una nube y que en función de las condiciones meteorológicas, se extiende y se desplaza mientras se va diluyendo. Las áreas de terreno que quedan bajo el efecto de esta nube sufrirán las consecuencias del producto contaminante.

- **Riesgos Sanitario-Ambientales:** El fenómeno sanitario-ambiental es definido como una calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Los peligros y riesgos sanitarios se presentan principalmente por el acelerado crecimiento de la población y el desarrollo industrial. Estas se ubican con más frecuencia en lugares con mayor concentración humana
- **Riesgos Socio-Organizativos:** En el esquema del Sistema Nacional de Protección Civil se define a los riesgos de origen socio-organizativo como: una calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

Se agrupan en esta categoría ciertos accidentes y actos que son resultado de actividades humanas. Se tienen por una parte los accidentes relacionados con el transporte aéreo, terrestre, marítimo o fluvial; que arrojen como resultado grandes pérdidas humanas o materiales; la interrupción o desperfecto en el suministro u operación de servicios vitales que provoquen desorganización en las estructuras sociales; los accidentes industriales o tecnológicos no asociados a productos químicos; los derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de población y los que son producto de comportamiento antisocial, como los actos de sabotaje o terrorismo. También aquí se encuentran las marchas, mítines, manifestaciones, eventos deportivos y musicales.



- **Riesgos Químico-tecnológicos:** también conocidos como riesgos mayores se relacionan con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar una especial gravedad ya que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía podría afectar áreas considerables. Los eventos originados por el manejo de insumos químicos son:
 - Incendio de charco (pool fire).** Combustión estacionaria con llama de difusión del líquido de un charco, que se produce en un recinto descubierto.
 - Dardo de fuego (jet fire).** Llama estacionaria y alargada provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
 - Llamarada (flash fire).** Llama progresiva de difusión, de baja velocidad. No produce ondas de presión significativas. Suele estar asociada a la dispersión de vapores inflamables a ras del suelo. Cuando éstos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriendo y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.
 - BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) (Explosión de Vapor por Expansión de un Líquido en Ebullición).** Se refiere a la bola de fuego que se produce del estallido súbito y total, por calentamiento externo de un recipiente que contiene un gas inflamable licuado a presión, cuando el material de la pared pierde resistencia mecánica y no puede resistir la presión interior. El calentamiento extremo es generalmente producido por un incendio de charco o un dardo de fuego, y la probabilidad de que estalle es especialmente elevada en los casos donde hay un contacto directo de la llama con la superficie del recipiente.
 - Explosión.** Equilibrio en un breve período de tiempo de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la envuelve. Si la energía necesaria para la expansión de los gases procede de una reacción química, se dice que la explosión es química; es el caso de las explosiones derivadas de fenómenos de combustión donde están involucrados gases inflamables, de explosiones derivadas de reacciones incontroladas y de explosiones asociadas a la ignición o descomposición de sustancias explosivas.
 - Dispersión atmosférica.** Este caso se presenta cuando se involucra una sustancia que no es inflamable ni combustible, pero si es tóxica, lo que llevará a la formación de una nube y que en función de las condiciones meteorológicas, se extiende y se desplaza mientras se va diluyendo. Las áreas de terreno que quedan bajo el efecto de esta nube sufrirán las consecuencias del producto contaminante.
- **Riesgos Sanitario-Ambientales:** El fenómeno sanitario-ambiental es definido como una calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Los peligros y riesgos sanitarios se presentan principalmente por el acelerado crecimiento de la población y el desarrollo industrial. Estas se ubican con más frecuencia en lugares con mayor concentración humana
- **Riesgos Socio-Organizativos:** En el esquema del Sistema Nacional de Protección Civil se define a los riesgos de origen socio-organizativo como: una calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

Se agrupan en esta categoría ciertos accidentes y actos que son resultado de actividades humanas. Se tienen por una parte los accidentes relacionados con el transporte aéreo, terrestre, marítimo o fluvial; que arrojen como resultado grandes pérdidas humanas o materiales; la interrup-

ción o desperfecto en el suministro u operación de servicios vitales que provoquen desorganización en las estructuras sociales; los accidentes industriales o tecnológicos no asociados a productos químicos; los derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de población y los que son producto de comportamiento antisocial, como los actos de sabotaje o terrorismo. También aquí se encuentran las marchas, mítines, manifestaciones, eventos deportivos y musicales.

2. Metodología

La metodología aplicada para el estudio de los peligros antropogénicos, se adaptó de la «Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Químicos», publicado por el CENAPRED en el 2006.

El CENAPRED propone la identificación de peligros y riesgos químicos a nivel municipal, así como la identificación de las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas, pero establece que así como en la industria se utilizan y/o elaboran diversas sustancias y materiales peligrosos, asimismo en las actividades comerciales, educativas y de servicios se emplean o manipulan dichas sustancias y materiales. Las empresas, comercios, instituciones, etcétera, que realizan actividades no consideradas altamente riesgosas de acuerdo a los listados, pueden manejar en sus instalaciones sustancias y materiales peligrosos, por lo que es importante también ubicarlas.

En la Metodología del CENAPRED se propone un listado de las instalaciones que deben considerarse para obtener información sobre las sustancias que manejan

- Refinerías.
- Instalaciones industriales.
- Almacenamiento de gas LP.
- Terminales de autotransporte de carga.
- Plantas potabilizadoras de agua.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Plantas de refrigeración.
- Terminales de ferrocarriles: patios de maniobras, áreas de almacenamiento.
- Plantas para tratamiento y/o disposición de residuos.
- Terminales marítimas.
- Aeropuertos.
- Comercios.
- Gasolineras.
- Tintorerías.
- Restaurantes.
- Tlapalerías.
- Tortillerías.
- Mercados.
- Estaciones de carburación.
- Almacén de materiales pirotécnicos.
- Hospitales que manejan materiales radioactivos.



Otras instalaciones o sitios que pueden considerarse son:

- Sitios contaminados por sustancias químicas
- Sitios de disposición de residuos químicos industriales
- Rellenos sanitarios, basureros municipales, tiraderos clandestinos

Para la planeación del Proyecto del Atlas de Riesgo para el Estado de Nuevo León, Primera Etapa, el SGM y el Instituto de Ingeniería Civil de la UANL, asignaron las siguientes prioridades a los sitios que se consideraron de importancia:

TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS DE ACUERDO A LA PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS

Sitios con Prioridad 1 para Realizar la Evaluación de Riesgo		
QUÍMICO-TECNOLÓGICOS	SANITARIO-AMBIENTALES	SOCIO-ORGANIZATIVOS
Refinerías	Rellenos Sanitarios	Guarderías
Gasolineras	Rastros	Preescolar
Gaseras	Hospitales	Primarias
Instalaciones Industriales	Plantas de tratamiento de aguas residuales	Secundarias
Almacenamiento de gas LP	Plantas potabilizadoras de agua	Bachillerato
Ductos	Pedreras	Universidad
	Instalaciones industriales generadoras de residuos	Museos
	Basureros municipales	Bibliotecas
	Escombreras	Albergues
		Centros deportivos
		Centros comunitarios
		Hoteles
		Teatros
Sitios con Prioridad 2, para Realizar Evaluación de Riesgo (a verificar si y solo si se encuentran cerca de un sitio con prioridad 1)		
QUÍMICO-TECNOLÓGICOS	SANITARIO-AMBIENTALES	SOCIO-ORGANIZATIVOS
Manejo de sustancias químicas, pinturas y lubricantes	Tiraderos clandestinos	Cines
Tlapalerías	Lagunas de oxidación	Mercados
Subestaciones eléctricas	Estaciones de bombeo de agua	Antros
Sitios contaminados con sustancias químicas		Iglesias
Sitios de disposición de residuos químicos		Terminales de transportes
Fertilizantes y plaguicidas		

3. Descripción de los peligros antropogénicos por Municipios

A. Apodaca

El municipio de Apodaca es una de las localidades del área metropolitana de Monterrey. Limita con los municipios de San Nicolás de los Garza, Guadalupe, Pesquería, General Escobedo y General Zuazua. Apodaca es la sede de numerosas industrias tanto de compañías mexicanas como extranjeras, además del aeropuerto más importante de Nuevo León Aeropuerto Internacional Mariano Escobedo. Tiene una población de 350,000 habitantes censo del 2005. INEGI.

TABLA 10. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE APODACA.

APODACA			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	total
Químicos			66
Gasolineras	GAS	1	35
Gaseras	GLP	1	10
Ductos	DUC	1	17
Industria	IND	1	4
Sanitario ambiental			2
Rellenos sanitarios	RSA	1	1
Hospitales, clínicas y	HOS	1	1
Sociorganizativos			19
Albergues	ALB	1	1
Hoteles	HOT	1	2
Centros comerciales	ZCO	1	6
Plazas de toros	PLT	1	1
Escuelas primarias	EPR	1	2
Escuelas secundarias	EPS	1	2
Escuelas preparatorias	EPP	1	4
Universidades	UNI	1	1
GRAN TOTAL			87

El total de datos censados en dicho municipio fue de 87 casos los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (66), Sanitarios ambientales (2) y Socio-organizativos (19).

B. Juárez.

El municipio se encuentra al oriente del Área Metropolitana de Monterrey. Limita al norte con los municipios de Pesquería, al sur con Santiago, al este con Cadereyta Jiménez y al oeste con Guadalupe.

En el 2005, Ciudad Benito Juárez contaba con 78,644 habitantes.



TABLA 11. DATOS DE CAMPO PARA PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE JUÁREZ

Ciudad Benito Juárez,			
Tipos de riesgo	Clave	Prioridad	Total
Químicos			23
Gasolineras	GAS	1	16
Gaseras	GLP	1	6
Ductos	DUC	1	1
Sanitario ambiental			5
Tiraderos clandestinos	TCL	1	2
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	3
Sociorganizativos			77
Centros comerciales	ZCO	1	6
Escuelas primarias	EPR	1	36
Escuelas secundarias	EPS	1	14
Antros, cines, salas de fiestas, alberges		2	21
Total de casos censados			105

El total de datos censados en dicho municipio fue de 105 casos los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (23), Sanitarios ambientales (5) y Socio-organizativos 77.

C. General Escobedo.

Este municipio se encuentra ubicado en el norte del Área Metropolitana de Monterrey y limita al norte con los municipios de Hidalgo, Abasolo, El Carmen y Salinas Victoria; al sur con Monterrey y San Nicolás; al este con Apodaca y al oeste con Santa Catarina y García.

TABLA 12. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, L MUNICIPIO DE GENERAL ESCOBEDO.

ESCOBEDO			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	total
Químicos			62
Gasolineras	GAS	1	25
Gaseras	GLP	1	15
Ductos	DUC	1	18
Industria	IND	1	5
Sanitario ambiental			4
Planta de tratamiento de agua residual	PTR	1	1
Basureros	BAS	1	1
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	2
Sociorganizativos			36
Albergues	ALB	1	4
Antros	ANT	2	2
Teatros	TEA	2	1
Gimnasio	GIM	2	2
Centros comerciales	ZCO	1	7
Mercados	MER	1	2
Escuelas primarias	EPR	1	9
Escuelas secundarias	EPS	1	1
Escuelas preparatorias	EPP	1	5
Universidades	UNI	1	3
GRAN TOTAL			102

El total de datos censados en dicho municipio fue de 102 casos los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (62), Sanitarios ambientales (4) y Socio-organizativos (36).

D. García.

García limita al norte con Mina, General Escobedo e Hidalgo, al sur y este con Santa Catarina y al oeste con el estado de Coahuila. De a datos del INEGI del 2005, el municipio cuenta con un total de 51,658 habitantes.



Tabla 13. Datos de campo correspondientes a riesgos antropogénicos en el municipio de García.

GARCIA, N. L.			
Tipos de riesgo	Clave	prioridad	Total
Químicos			19
Gasolineras	GAS	1	7
Gaseras	GLP	1	6
Ductos	DUC	1	2
Industria	IND	1	4
Sanitario ambiental			6
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	4
Basureros	BAS	1	2
Sociorganizativos			4
Teatros	TEA	2	1
Centros comerciales	ZCO	1	3
GRAN TOTAL			29

El total de datos censados en dicho municipio fue de 29 casos los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (19), Sanitarios ambientales (6) y Socio-organizativos (4)

E. Guadalupe.

El Municipio de Guadalupe es parte de la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey y uno de los más poblados en el estado de Nuevo León.

De acuerdo con cifras del año 2005 el municipio cuenta con 670,162 habitantes, la mayoría de los cuales son de clase media y media baja dedicados a la industria y el comercio.

TABLA 14. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE GUADALUPE.

GUADALUPE			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	total
Químicos			86
Gasolineras	GAS	1	55
Gaseras	GLP	1	18
Ductos	DUC	1	12
Estaciones de carburación	ECA	1	1
Sanitario ambiental			4
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	2
Tanques almacenamiento de agua	TAN	2	1
Rastros	RAS	1	1
Sociorganizativos			24
Albergues	ALB	1	2
Centros comerciales	ZCO	1	8
Mercados	MER	1	1
Juegos electromecánicos	JEE	1	2
Escuelas primarias	EPR	1	4
Escuelas secundarias	EPS	1	1
Escuelas preparatorias	EPP	1	3
Institutos	INT	1	2
Universidades	UNI	1	1
GRAN TOTAL			114

El total de datos censados en dicho municipio fue de 114 casos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (86), Sanitarios ambientales (4) y Socio-organizativos (24).



F. Monterrey.

La ciudad de Monterrey contaba con 1.133.070 habitantes de acuerdo con el Censo del 2005 del INEGI.

TABLA 15. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE MONTERREY.

MONTERREY			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	total
Químicos			157
Gasolineras	GAS	1	116
Gaseras	GLP	1	30
Ductos	DUC	1	9
Estaciones de carburación	ECA	1	1
Tlapalerías	TLA	2	1
Sanitario ambiental			19
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	17
Tanques almacenamiento de agua	TAN	2	2
Socio-organizativos			78
Albergues	ALB	1	6
Antros	ANT	2	1
Hoteles	HOT	1	5
Teatros	TEA	2	5
Centros comerciales	ZCO	1	16
Mercados	MER	1	3
Plazas de toros	PLT	1	1
Estadios deportivos	EDE	1	2
Terminal de autobuses de pasajeros	TAU	1	3
Escuelas	ESC	1	1
Escuelas especializadas	EPE	1	3
Escuelas primarias	EPR	1	9
Escuelas secundarias	EPS	1	3
Escuelas preparatorias	EPP	1	11
Universidades	UNI	1	9
GRAN TOTAL			254

El total de datos censados en dicho municipio fue de 254 casos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (157), Sanitarios ambientales (19) y Socio-organizativos (78).

G. San Nicolás de los Garza.

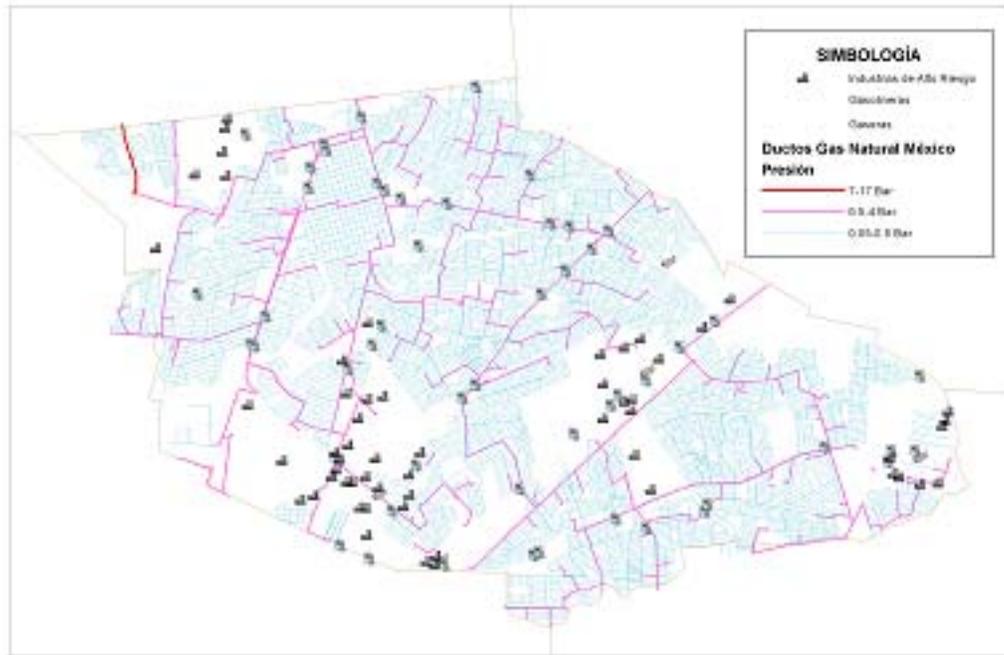
Municipio de San Nicolás de los Garza limita al norte con Escobedo y Apodaca; al sur, con Monterrey y Guadalupe al oriente, con Apodaca y Guadalupe y al poniente, con Monterrey.

TABLA 16. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE SAN NICOLÁS DE LOS GARZA.

San Nicolás de los Garza, N. L.			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	Total
Químicos			145
Gasolineras	GAS	1	56
Gaseras	GLP	1	5
Industrias de Alto Riesgo	IND	1	56
Ductos	DUC	1	2
Estaciones de carburación	ECA	1	1
Vias de Transporte	VIT	1	2
Comercio mayoreo de sustancias químicas	CSQ	1	23
Sanitario ambiental			15
Planta de Tratamientos de aguas residuales	PTR	1	3
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	12
Sociorganizativos			458
Cines	CIN	2	6
Alberges	ALB	1	2
Antros	ANT	2	42
Estadios Deportivos	EDE	1	2
Guarderías y Preescolar	GUP	1	105
Hoteles	HOT	1	7
Iglesias	IGL	2	91
Mercados	MER	1	3
Zonas Comerciales	ZCO	1	33
Estadios Deportivos	EDE	1	2
Centros Educativos	EDU	1	161
Universidades	UNI	1	4
GRAN TOTAL			613



El total de datos censados en dicho municipio fue de 618 casos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (145), Sanitarios ambientales (15) y Socio-organizativos (458).



H. San Pedro Garza García.

Limita al norte y al oriente con la ciudad de Monterrey, y al sur y poniente con el municipio de Santa Catarina. Población: 126,147 habitantes.

TABLA 17. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE SAN PEDRO GARZA GARCÍA.

SAN PEDRO			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	Total
Químicos			16
Gasolineras	GAS	1	11
Gaseras	GLP	1	1
Ductos	DUC	1	2
Subestación eléctrica	SEL	2	1
Sanitario ambiental			12
Hospitales, clínicas y sanatorios	HOS	1	3
Tanques almacenamiento de agua	TAN	2	4
Estaciones de bombeo	EBA	2	5
Sociorganizativos			15
Teatros	TEA	2	1
Centros comerciales	ZCO	1	3
Escuelas especializadas	EPE	1	4
Escuelas primarias	EPR	1	3
Escuelas secundarias	EPS	1	1
Escuelas preparatorias	EPP	1	1
Universidades	UNI	1	2
GRAN TOTAL			42

El total de datos censados en dicho municipio fue de 43 casos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (16), Sanitarios ambientales (12) y Socio-organizativos (15). Figura 210.



I. Santa Catarina.

Está ubicada a 9 Km. al poniente de Monterrey, formando parte del área conurbada. Colinda al norte con García, General Escobedo y Garza García; al oriente con Garza García, Monterrey y Santiago; al sur con Santiago y Coahuila y al poniente con Coahuila y García, N. L. De acuerdo con datos del INEGI del 2005, el municipio cuenta con un total de 259,896 habitantes.

Tabla 18. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA.

SANTA CATARINA			
Tipos de riesgo	clave	prioridad	total
Químicos			45
Gasolineras*	GAS	1	29
Gaseras	GLP	1	9
Ductos	DUC	1	12
Industria*	IND	1	9
Sanitario ambiental			5
Hospitales, clínicas y sanatorios*	HOS	1	4
Basureros	BAS	1	1
Tiraderos clandestinos	TCL	2	2
Sociorganizativos			30
Albergues	ALB	1	4
Gimnasios	GIM	2	1
Centros comerciales	ZCO	1	2
Mercados	MER	1	1
Terminal de autobuses de pasajeros	TAU	1	4
Escuelas primarias	EPR	1	9
Escuelas secundarias	EPS	1	3
Escuelas preparatorias	EPP	1	3
Universidades	UNI	1	3
GRAN TOTAL			80

*Las ubicaciones específicas pueden consultarse directamente en municipio de Santa Catarina.

El total de datos censados en dicho municipio fue de 80 casos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Químicos (45), Sanitarios ambientales (5) y Socio-organizativos (30).

En la Tabla 23 se presentan los datos de campo y de gabinete, recabados durante el censo de peligros antropogénicos correspondientes a la región periférica. La cantidad de datos correspondientes a peligros químicos son de 96, para los peligros sanitario-ambientales son 55, mientras que los socio-organizativos ascienden a 366.

TABLA 19. DATOS DE CAMPO DE PELIGROS ANTROPOGÉNICOS DE LA REGIÓN PERIFÉRICA.

INVENTARIO DE DATOS DE CAMPO Y DE GABINETE DE LA REGIÓN PERIFÉRICA POR MUNICIPIO														
	ABASOLO	CADEREYTA JIMÉNEZ	EL CARMEN	CIÉNEGA DE FLORES	DOCTOR GONZÁLEZ	GENERAL ZUAZUA	HIDALGO	HIGUERAS	MARÍN	MINA	PESQUERÍA	SALINAS VICTORIA	SANTIAGO	TOTAL
QUIMICO TECNOLÓGICOS														
Comercio al mayoreo de fertilizantes y plaguicidas		4												4
Comercio al mayoreo de sustancias químicas			1											1
Comercio al por menor de gas (tanques estacionarios)	1	4	1								1	1		8
Gaseras	2	5	1	2	1	1	1	1	5	1	2	1	3	26
Gasolineras	1	9	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	25
Instalaciones industriales			8								2			10
Sitios contaminados									1		1		2	4
Subestaciones eléctricas		1	3	1		6				5		2		18
SANITARIO AMBIENTALES														
Basureros municipales					4	2	3	4	4		1			18
Escombreras			7											7
Hospitales	1	24	2	2	4	3	2	1	2	4	2	3	2	52
Planta de tratamiento de aguas residuales											1			1
Rellenos sanitarios		1	1									1	1	4
SOCIO ORGANIZATIVOS														
Albergues														
Antros	2	14	3	1		1	14		1	1		2	10	49
Cines		3												3
Guarderías		1											2	3
Hoteles		4									1		3	8
Preescolar	1	32	4	4	2	1	5	1	3	2	9	2	18	84
Preparatorias		4		1			2		1				1	9
Primarias	1	95	5	7	4	1	8	1	3	18	17	1	38	199
Secundarias	1	21	1	2	1	1	3	1	1	1	3	3	8	47
Terminales de autotransporte												2		2
Universidades									1					1
Zonas comerciales		2											1	3



J. Propuestas de mitigación para los peligros antropogénicos

Una gran cantidad de sitios con riesgos químico-tecnológicos (gasolineras y gaseras) a pesar de ubicarse en las vías de acceso de las cabeceras municipales, ya han sido alcanzadas por las áreas urbanas; por lo que es importante que en primera instancia se busque la reubicación de los sitios que generan el riesgo o de los sitios que se encuentran vulnerables a ellos. Y en todo caso que la autoridad correspondiente, vigile que cada una de las instalaciones cubra con los manuales de seguridad, así como con los planes en caso de emergencias. Y que el personal que labora en los lugares esté capacitado tanto para el manejo de las sustancias las cuales son de alta peligrosidad, como para dar respuesta a una situación de emergencia.

Se debe verificar que las instalaciones que se pretendan establecer en los municipios de Nuevo León y que manejen o almacenen sustancias químicas peligrosas, cumplan con la distancia mínima requerida hacia la población (de acuerdo al análisis de riesgo que cada instalación debe realizar, en función del tipo y cantidad de sustancia que se pretenda almacenar).

Y en el caso contrario, también se debe evitar que los habitantes establezcan sus viviendas en sitios cercanos a las gaseras y gasolineras que ya han sido analizadas en este Atlas de Peligros y Riesgos.

En el caso de los municipios en los cuales por la falta de estaciones de servicio, se han convertido algunas casas habitacionales en centros de abasto de combustible; deberán ser cerrados esos sitios, ya que implican un peligro latente para la población, pues como se menciono en el informe no cuentan con ningún sistema de seguridad.

En el caso de los tiraderos municipales y de los basureros clandestinos, las autoridades de cada municipio, se deberán hacer cargo de clausurarlos y de dar el tratamiento adecuado al lugar, para evitar que continúe la contaminación ambiental y los focos de generación de vectores transmisores de enfermedades (ratas, cucarachas, moscas, etc.)

Cada uno de los rellenos sanitarios instalados en los municipios de Nuevo León, deben ser auditados periódicamente por las autoridades correspondientes, con la finalidad de que verifiquen el cumplimiento de los procedimientos correctos de confinamiento de residuos, para evitar la contaminación ambiental y el daño a las comunidades más cercanas a estos sitios.

El aprovechamiento del BIOGAS generado tanto en los rellenos sanitarios, como en las fincas ganaderas, es un potencial campo de oportunidad para la generación de electricidad. Ejemplo del éxito obtenido es el relleno sanitario instalado en el municipio de Salinas Victoria. Los beneficios no sólo son económicos, sino que también se controla la contaminación del aire, y en el caso del relleno se evitan posibles incendios por la fuga del gas metano.

En cuanto a los sitios socio-organizativos, en los cuales se llegan a concentrar una gran cantidad de personas es importante que cada uno de ellos cuente con planes en caso de emergencias.

X. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

1. Medidas de mitigación recomendadas para riesgos geológicos

Las medidas de mitigación se identifican como obligaciones de **dar**, de **hacer** y de **no hacer**.

Las medidas de mitigación de **dar**, para los mecanismos de **falla por deslizamiento, volteo y caída de rocas**, consisten en:

- Permitir a las autoridades correspondientes el acceso a las áreas para la ejecución de acciones preventivas o correctivas
- Dar usos a las zonas afectadas sin desestabilizar el terreno

Las medidas de mitigación consistentes en obligaciones **de hacer**, para el mecanismo de **falla por deslizamiento**, son las siguientes:

1. Modificar la geometría del talud, si es técnicamente conveniente
2. Diseñar y construir drenaje superficial
3. Construir drenaje subterráneo si se determina su conveniencia
4. Construir muros de gravedad (mampostería)
5. Proteger con gaviones
6. Construir muros de contención
7. Construir barreras de retención
8. Instalar geotextiles y/o vegetación
9. Anclajes con cable de acero postensionado
10. Anclaje simple con barras de acero en perforaciones cementadas

Las medidas de mitigación consistentes en obligación de **no hacer**, para el mecanismo de **falla por deslizamiento**, son las siguientes:

1. No desforestar
2. No hacer cortes para crear espacios horizontales
3. No alterar el estado natural de rocas y suelos
4. No utilizar explosivos
5. No utilizar maquinaria pesada
6. No obstruir las cañadas
7. No obstruir los escurrimientos, perenes o continuos

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **hacer**, para el mecanismo de **falla por volteo**, son las siguientes:

1. Mejorar el drenaje de superficie
2. Construir barreras de retención
3. Instalar geomallas para proteger contra la erosión
4. Cubrir con concreto lanzado sobre malla de acero
5. Retirar las rocas sueltas, desde la cumbre hasta donde sea necesario amacizar
6. Anclaje con cable postensionado o con barras simples, según convenga
7. Apuntalamiento, provisional o definitivo, según convenga

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **no hacer**, para el mecanismo de **falla por volteo**, son las siguientes:



1. No alterar el estado natural de las rocas
2. No excavar ni construir en las zonas de posible caída por volteo
3. No utilizar explosivos
4. No utilizar martillos neumáticos
5. Otras que determinen los estudios puntuales que se lleven a cabo

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **hacer**, para el mecanismo de **falla por caída de rocas**, son las siguientes:

1. Eliminar bloques o piedras en proceso de caer
2. Amacizar bloques fracturados
3. Atar y anclar bloques
4. Sistema mixto de cables y malla de acero
5. Aplicar concreto lanzado sobre malla de acero
6. Construir muretes de contención de mampostería
7. Construir zanjas de pie de ladera
8. Modificar el talud con bermas escalonadas

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **no hacer**, para el mecanismo de **falla por caída de rocas**, son los siguientes:

1. No desforestar
2. No extraer rocas o vegetación
3. No utilizar vehículos pesados
4. No utilizar explosivos
5. No utilizar martillos neumáticos
6. No construir en las zonas identificadas como trayectoria de caídos

2. Medidas de mitigación recomendadas para los riesgos hidrometeorológicos.

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **dar** para los riesgos de inundación, encharcamiento y arrastre de sedimentos y materia orgánica son las siguientes:

- Permitir a las autoridades correspondientes el acceso para la ejecución de acciones correctivas o preventivas
- Dar uso a los predios sin invadir las planicies de inundación

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **hacer**, para los riesgos de inundación, encharcamiento y arrastre de sedimentos y materia orgánica, son las siguientes:

Contra el arrastre de sedimentos y materia orgánica:

1. Gaviones
2. Barreras en taludes (cárcavas)
3. Zanjas de infiltración
4. Terrazas de absorción
5. Medidas de control de la erosión en agricultura
6. Canales revestidos
7. Sistema PNEUSOL
8. Sistema LOFFEL
9. Sistema GEOCELL
10. Geomantas
11. Sistema Criblock
12. Canales excavados
13. Tapetes de concreto flexible
14. Mallas orgánicas
15. Reforestación
16. Rollos geotextiles reforzados en laderas de ríos, como diques artificiales

Contra el desbordamiento de corrientes:

1. Filtros en drenajes pluviales
2. Techos verdes
3. Tanques de almacenamiento
4. Sistema de captación de aguas pluviales
5. Reforestación
6. Desazolver cauces

Contra inundación pluvial y encharcamientos:

1. Canales revestidos
2. Canales excavados
3. Tapetes de concreto flexible ecológicos
4. Diques artificiales
5. Gaviones
6. Barreras en taludes
7. Reforestación
8. Desazolver redes de drenaje pluvial
9. Limpiar alcantarillado

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **no hacer**, para los riesgos de inundación, encharcamiento y arrastre de sedimentos y materia orgánica, son las siguientes:



Contra el arrastre de sedimentos y materia orgánica:

1. No desforestar
2. No hacer cortes de terreno
3. No remover rocas, suelos o vegetación
4. No obstruir las cañadas
5. No obstruir los escurrimientos, perennes o continuos

Contra el desbordamiento de corrientes (inundación fluvial):

1. No invadir el cauce bajo la cota NAMO
2. No invadir las franjas laterales de 10m que señala la Ley Nacional de Aguas
3. No rellenar u obstruir cauces con escombros o basura
4. Otras que determinen los estudios puntuales especializados

Contra la inundación pluvial y encharcamientos:

1. No desforestar
2. No arrojar desechos sólidos al drenaje pluvial

Las medidas de mitigación enlistadas para los riesgos geológicos e hidrometeorológicos,

1. No son limitativas
2. No son de aplicación automática
3. Requieren de selección y aplicación mediante estudio y dictamen realizado por un experto autorizado

3. Medidas de mitigación recomendables para riesgos antropogénicos.

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **dar**, para los riesgos antropogénicos, son las siguientes:

Para todos los tipos de riesgo antropogénico:

- Químico-tecnológicos.
- Sanitario-ambientales.
- Socio-organizativos.

1. Alerta permanente
2. Vigilancia constante
3. Comunicación oportuna

Nota: estas medidas detalladas, pertenecen al ámbito de las Direcciones de Protección Civil y se rigen por las leyes correspondientes.

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **hacer**, son las siguientes (en general):

1. Verificar el cumplimiento de las normas de seguridad en las gaseras y gasolineras
2. Vigilar que no se invada las zonas de amortiguamiento para gaseras
3. Vigilar que se respete las zonas de amortiguamiento de la Refinería Cadereyta
4. Vigilar que se respete las zonas de amortiguamiento para plantas de gas licuado
5. Vigilar que se respete las zonas de amortiguamiento de las instalaciones industriales
6. Vigilar que no se invada la zona de amortiguamiento de las pedreras y caleras
7. Vigilar el respeto del derecho de paso de los ductos de PEMEX y/o gasoductos
8. Verificar el cumplimiento de las reglas de seguridad en Centros Comerciales, cines y teatros, estadios, centros escolares, casinos y centros de diversión y cualesquier otros lugares de concentración masiva de personas
9. Verificar el equipamiento de seguridad y el estado físico del mismo en todos los lugares de concentración masiva de personas: salidas de emergencia, extintores, hidrantes, tierras físicas para instalaciones eléctricas, etc.
10. Conocer el cupo de los lugares de concentración masiva de personas y vigilar que no se sobrepase
11. Vigilar que se revise periódicamente el estado mecánico y las condiciones de seguridad de los vehículos que transportan combustibles u otros productos peligrosos
12. Monitorear la correcta disposición de los residuos sólidos
13. Poner especial atención a verificar la correcta disposición de los desechos de hospitales y clínicas, hoteles y rastros
14. Asegurar que las entidades que manejan residuos peligrosos los concentren en las instalaciones de RIMSA en el Municipio de Mina

Las medidas de mitigación consistentes en la obligación de **no hacer**, son las siguientes (en general):

1. Desobedecer los señalamientos de seguridad en gaseras y estaciones de servicio
2. No atender los llamados e instrucciones de Protección Civil en cualquier circunstancia
3. Tener en malas condiciones las instalaciones eléctricas (hogar y negocios)
4. Desobedecer las instrucciones de seguridad en los sitios de concentración masiva
5. Tirar basura en cualquier parte
6. Disponer incorrectamente de plásticos, cartuchos de impresión, baterías de todo tipo, medicamentos y residuos hospitalarios
7. No equipar con extintores los sitios de concentración masiva
8. Cerrar indebidamente las salidas de emergencia de cualquier edificación que las requiera
9. Manejar explosivos sin permiso



BIBLIOGRAFÍA

- Irasema Alcántara Ayala, Alonso Echavarría Luna, Carlos Gutiérrez M. Leobardo Domínguez M. e Ignacio Noriega Rioja. *Serie Fascículos Inestabilidad de Laderas*, septiembre 2005, SEGOB CENAPRED.
- Ayala, C. F. J., 2002a., *Introducción al análisis y gestión de riesgos. Riesgos naturales*, ed. Ariel, pp. 133-135.
- Ayala C. F. J. 2002b. *Introducción a la matemática probabilística del riesgo. Riesgos naturales*, Ed. Ariel, pp. 147-148.
- CENAPRED, 2004. *Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales de Peligros y Riesgos*.
- Consejo de Recurso Minerales. *Informe de la Carta Geológica Minera. Escala 1: 250,000, Carta Monterrey G147*, Estado de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas. Agosto del 2000.
- Periódico Oficial del Estado de Nuevo León, 2003. *Plan Parcial de Desarrollo Urbano Sustentable Cañón del Huajuco Monterrey 2002-2020*. Lunes 03 febrero de 2003.
- Raisz E., 1964. *Physiographic Provinces*.
- SEDESOL-COREMI, 2004. *Guía metodológica para la elaboración de atlas de peligros naturales a nivel de ciudad, identificación y zonificación*, 101 p.
- SEMARNAT, 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996.
- SEGOB, 1993. *Guía técnica para la preparación de mapas de ubicación geográfica de riesgos*. Sistema Nacional de Protección Civil.
- Sociedad Internacional de Especialistas en Erosión, Edafología y Geomorfología 2006. *Clasificación por nivel y clase de los peligros por erosión, unidades de suelo y unidades geomorfológicas – Seminario Internacional de Peligros por Erosión*, agosto de 2006, Barcelona, España.

1. Geológicos

- Alcántara-Ayala, I. (2006). *Stripping off the invisibility cloak of landforms and processes: A taste of the tropical flavour of geomorphology*, *Singapore Journal of Tropical Geography*, 27, 2, 128-130
- Backer C. L. (1971). *Geologic Reconnaissance in the Eastern Cordillera of Mexico*. Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 131.
- Carrillo Bravo, J. (1971). *La Plataforma de Valles-San Luis Potosí*. Asoc. Mex. Geol. Petrol., Bol. vol. XXIII, Nos. 1-6.
- Charleston, S. (1974). *Stratigraphy, Tectonics and Hydrocarbon potential of the Lower Cretaceous, Coahuila Series; Coahuila, México*.
- De Cserna, Z. (1956). *Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México entre Torreón y Monterrey*. Congr. Geol. Internal., XXa. México.
- Enos, P. (1974). *Reefs, platforms, and basins of Middle Cretaceous in Northeast Mexico*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., V. 58, No. 5, p. 800-809.
- Garza, G. R. (1973). *Modelo sedimentario del Albiano-Cenomaniano en la porción sureste de la plataforma de Coahuila (Prospecto Parras, Edo. de Coahuila)*. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr., Vol. XXV, Nos. 7-9, p. 311-340.
- González S. F.; Camprubi A, Gonzalez P. E., Puente S. R., Canet Carles, Centeno G. E. y Viorel Atudorei, (2004). *Regional stratigraphy and distribution of epigenetic stratabound celestines, fluorite, barite, and Pb – Zn deposits in the MVT province of Northeasting Mexico*, Soc. Geol. Mex.

- Guzman, E. J. y De Cserna, Z. (1963). *Tectonic history of Mexico. Backbone of the Americas. Memoir. 2.*, Am. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa, Oklahoma.
- Heim, A. (1940). *The front ranges of the Sierra Madre Oriental, Mexico, from Ciudad Victoria to Tamazunchale.* Eclogae Geol. Helvetiae, Vol. 33.
- Humphrey, W. E. (1956). *Tectonic framework of Northeast Mexico.* Gulf Coast Assoc., Geol. Socs. Trans. Y. 6.
- Imlay R.W. (1936). *Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico, Part IV, Geology of the western part of the Sierra de Parras, Soc. Geol. Am. Bull 47 - 1091 - 1152*
- Imlay R. W., (1940). *Neocomian faunas of north Mexico, Soc. Geo. Am., Bull 51 117 - 190*
- Kellum, L. B. (1932). *Reconnaissance studies in the Sierra de Jimulco, Mexico.* Geol. Soc. Amer., Bull. v. 43.
- Kellum L. B., Imlay R. W. y Kane W. G. (1936). *Relation of structure, stratigraphy and igneous activity to and early continental margin.* Geol. Soc. Amer., Bull., V. 47.
- Mayer, R. F. (1967). *Hoja Viesca con resumen de la geología.* Estados de Coahuila y Durango. UNAM. Instituto de Geología, México.
- McBride, E. F., Weidie A. E., Wolleben J. A., y Laudon R. C. (1974). *Stratigraphy and structure of the Parras and la Popo Basins, Northeastern Mexico.* Geol. Soc. Amer. Bull., V. 84, p. 1603-1622.
- Padilla y Sanchez, 1992. *Geology Evolution of the Sierra Madre Oriental between. Linares, Concepción del Oro, Saltillo, and Monterrey.* Mex. University of Texas at Austin.
- Tardy, M. (1972). *Sobre la estratigrafía de la Sierra Madre Oriental en el sector transversal de Parras, Coahuila: distinción de las series coahuilense y parrense.* Soc. Geol. Mex. Bol., 33-2.
- Tardy, M. y Ruiz B. R. (1974). *Sobre la observación directa del «decollement» de la cobertura mesozoica del Sector Transversal de Parras, sobre el flanco oriental del anticlinal de San Julián, Sierra Madre Oriental. Estado de Zacatecas.* México. UNAM. Instituto de Geología. Serie Divulgación, No. 2.
- Tardy, M., J. Sigal y G. Glacon (1974). *Bosquejo sobre la estratigrafía y la paleogeografía de los flysch cretácicos del sector transversal de Parras. Sierra Madre Oriental, México.* Inst. Geol. UNAM, México, Serie Divul., No. 2.
- Tovar, J. C. (1964). *Geología de la Sierra de la Silla.* UNAM., Facultad de Ingeniería (inédito).
- Varnes, D. J. (1978) *Slope movement types and processes*, in Schuster y Krizek eds. *Landslides - Analysis and Control: National research Council, Washington, D. C. ransportation research Board, Special Report.* pp 11-13.

2. Hidrometeorológicos

- American Meteorological Society 2008 Glossary of Meteorology. <http://amsglossary.allenpress.com/glossary>
- Aparicio Mijares, Francisco Javier, 1996, *Fundamentos de Hidrología de Superficie*, Limusa Editores, p. 151
- Aparicio Mijares, Francisco Javier, 1999, *Fundamentos de Hidrología de Superficie*, Limusa Editores, p. 151.
- Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory. 2008. *Frequently Asked Questions.* <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/G1.html>



- Callow John C., Kimberly P. Van Niel, Guy S. Boggs, 2007, How does modifying a MDE to reflect known hydrology affect subsequent terrain analysis?, *Journal Of Hydrology*, Issue 332, págs 30-39
- Campos, A.D. 1990 *Procedimiento para obtener curvas de I-D-T a partir de registros pluviométricos*. *Ingeniería Hidráulica en México* 5(2):39-52.
- Campos Aranda, D.F. 1998. *Procesos del Ciclo Hidrológico*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosi, S.L.P. México.
- CENAPRED / SEGOB, 2006, *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (Fenómenos Hidrometeorológicos)*, CENAPRED, Av. Delfín Madrigal #665, Deleg. Cozacán, México, D.F., pág. 15
- CNA 2005. Climatic Computer Program. Comisión Nacional del Agua (CD)
- Conservation Engineering Division. 1986. Urban hydrology for small watersheds. Natural Resources Conservation Service, USDA, Technical Release 55. 162 pags.
- CSIRO Mathematical and Information Sciences. 2005. Terrestrial mapping & Monitoring, mapping waterlogging.
<http://www.cmis.csiro.au/RSM/casestudies/flyers/water/index.htm>
- Curie, F., S. Gallard, A. Ducharne, H. Bendjoudi. 2007. Geomorphological methods to characterize wetlands at the scale of the Seine watershed. *Science of the total environment* 367(1-3) 59-68.
- Doswell, C.A. III 2000 Severe Convective Storms, An Overview. The American Meteorological Society
<http://www.cimms.ou.edu/~doswell/Monograph/Overview.html>
- Eslava Morales, H., M. Jiménez Espinosa, M. Salas Salinas, F. García Jiménez y M.T. Vázquez Conde. 2004. *Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones y avenidas súbitas en zonas rurales, con arrastre de sedimentos*. In: CENAPRED-Sistema Nacional de Protección Civil. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres y Sistema Nacional de Protección Civil. México D.F. 386 Págs.
- Eslava Morales, H., M. Jiménez Espinosa, M. Salas Salinas, F. García Jiménez y M.T. Vázquez Conde, C. Baeza Ramírez y D.R. Mendoza Estrada. 2006. *Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones y avenidas súbitas en zonas rurales, con arrastre de sedimentos*. In: CENAPRED-Sistema Nacional de Protección Civil. Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Hidrometeorológicos. Centro Nacional de Prevención de Desastres y Sistema Nacional de Protección Civil. México D.F. 140 Págs.
- Fleming Mathew J., William A Scharffenberg, 2008, Hydrlogic Modeling System HEC-HMS User's Manual,
- Foro de Meteorología, Naturaleza y Senderismo de Cazatormentas.net y Mirabosques.com, 2008. Clasificación de Tormentas.
<http://www.cazatormentas.net/foro/index.php?topic=14994.msg265712>.
- Foufoula-Georgiou Efi, David R. Montgomery, 1993, Channel network source representation using digital elevation models, *Water Resources Research*, Vol 29, Issue 12, págs 3925-3934 December
- Foufoula-Georgiou Efi, Keith R. Helmlinger, Praveen Kumar, 1993, On the use of digital elevation model data for Hortonian and fractal analyses of channel networks, *Water Resources Research*, Vol. 29, Issue 8, Pages 2599-2613 August
- Hatton T.J.; Bartle G.A.; Silberstein R.P.; Salama R.B.; Hodgson G.; Ward P.R.; Lambert P.; Williamson D.R. 2002 Predicting and controlling water logging and groundwater flow in sloping duplex soils in western Australia. *Agricultural Water Management* 53(1): 57-81

- Heine Reuben A, Cristopher L. Lant, Raja R. Segupta, 2003, Development and Comparison of Approaches for Automated Mapping of Stream Channel Networks. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol 94, Issue 3, págs. 477-490
- Hellweger, Ferdi. 1997. AGREE-MDE details
<http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/gishydro/ferdi/research/agree/agree.html>
- Hewlett, J.H. 1969 *Principles of Forest Hydrology*. The University of Georgia Press. Athens. 183 pp.
- IMTA. 1997. *Bandas, Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Morelos. CD's
- IMTA. 2000 *Sistema de Información Climatológica SICLIM*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Morelos, México. Disco Compacto.
- Instituto de Ingeniería Civil. 2002. Proyecto: Presa Rompe-Picos Corriente del Río Santa Catarina, Nuevo León.. Facultad de Ingeniería Civil, UANL. 49 pags.
- Jaeger, Kristin. 2004 *Channel-Initiation and Surface Water Expression in Headwater Streams of Different Lithology*. MSc Thesis, University of Washington, 65 pags.
- Jenness, J. 2006. *Grid Tools (Jenness Enterprises)*, v. 1.7. <http://www.jennessent.com/>
- Levick, L.R., D.J. Semmens, D.P. Guertin, I.S. Burns, S.N. Scott, C.L. Unkrich, and D.C. Goodrich, 2004. Adding Global Soils Data to the Automated Geospatial Watershed Assessment Tool (AGWA). In: *Proceedings, 2nd International Symposium on Transboundary Waters Management*, Tucson, Arizona, Nov. 16-19, 2004.
- Linsley Ray K., Joseph B. Franzini, 1984, *Ingeniería de los Recursos Hidráulicos*, McGraw Hill Book, pág. 296
- Maidment, D.R. 2002. *ArcHydro: GIS for Water Resources*. ESRI Press, Redlands, CA. 300 pags.
- Merot, P., B. Ezzahar, C. Walter & P. Arousseau. 1995. Mapping waterlogging of soils using digital terrain models. *Hydrological processes* 9(1):27-34
- Montgomery David R., William E. Dietrich , 1988, Where do channels begin?, *Nature Magazine*, Vol. 336 17 November 1988, pág, 232-234
- NOAA, 2006, NOAA's Flood Safety Awareness Program, <http://www.floodsafety.noaa.gov/>
- NOAA, 2007, NOAA's Coastal Service Center, Historical Hurricane Tracks. <http://maps.csc.noaa.gov/hurricanes/>
- O'LOUGHLIN, E.M. (1986): Prediction of surface saturation zones in natural catchments by topographic analysis. *Water Resour. Res.*, 22(5): 794-804.
- Richards, J.A., & X. Jia. 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis*, 4th edition. Springer-Verlag. Berlin. 439 Págs.
- Schäuble, H. 2004. *HydroTools 1.0 for ArcView 3.x*. ESRI downloadables scripts. www.esri.com
- Sudarsanam, M.S., R. Singh & P.K. Grag. 2001. Waterlogged area analysis with ArcInfo. *ArcUser*, October-december 2001. ESRI press, Redlands, California.
- Summerell, G.K., T.I. Dowling, J.A. Wild & G. Beale. 2004. Flag UPNESS and its application for mapping seasonally wat to waterlogged soils. *Australian Journal of Soil Research* 42(2):155-162.
- Tarboton David, Rafael L. Bras, Ignacio Rodríguez-Iturbide, 1994, On the extraction of channel networks from digital elevation data, *Terrain Analysis and Distributed Modelling in Hydrology*, pág 85-104, John Wiley and Son, Chichester, England.
- U.S Army Corps of Engineers, 2008. HEC-HMS 3.2 Hydrological Modeling System. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
<http://www.hec.usace.army.mil/>



- U.S Army Corps of Engineers, 2008. HEC-RAS 4.0, River Analysis System. U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. <http://www.hec.usace.army.mil/>
- U.S. Soil Conservation Service. 1986. Technical Release 55: Urban Hydrology for Small Watersheds. USDA (U.S. Department of Agriculture). June 1986
- Vera Pérez, Ma., A. García Palomo, C. López Miguel y A.H. Galván García. 2006. Peligro por inundaciones en la Delegación Iztapalapa, Distrito Federal. III Encuentro 2Participación de la Mujer en la Ciencia. León Guanajuato, México 18-19 de Mayo del 2006.
- VERTESSY, R., O'LOUGHLIN, E., BEVERLY, E. and BUTT, T. (1994): Australian experiences with the CSIRO Topog model in land and water resources management. In: Proceedings of UNESCO International Symposium on Water Resources Planning in a Changing World, Karlsruhe, Germany, June 28-30, 1994, pp. III-135-144.
- Wanielista Martin, Robert Kersten, Ron Eagin, 1997, Hydrology, water quantity and quality control, John Wiley and Sons, pág 23
- Ward, Andy D, Stanley W. Trimble. 1995. Environmental Hydrology, Lewis Publishers, pág, 46.
- Weiss, A.D. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. ESRI Users Conference, San Diego, CA.

3. Antropogénicos

- Burrough, P. A., McDonell, R.A. (1998), «Principles of geographical information systems», Oxford University Press, New York, (333 pp.)
- Caire, J. (2002), «Cartografía básica», Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México D.F., (289 pp.)
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (2000), «Ley General de Protección Civil», Estados Unidos Mexicanos, 40 artículos
- Dirección General de Geografía (2004) «Sistema Geodésico Nacional (Versión 1.4)», México D.F., INEGI, (9 pp.)
- Huxhold, W., Levinsohn A. G. (1995), «Managing geographic information system projects», Oxford University Press, New York, (247 pp.)
- INEGI (2003) «Programa nacional de desarrollo de estadística y de información geográfica», Aguascalientes, Ags, (81 pp.)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática <http://www.inegi.gob.mx><http://www.inegi.gob.mx/>
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (2001), «Geographic information, systems and science», John Wiley & Sons, Inglaterra, (454 pp.)
- O'Looney, J. (2001), «Beyond maps, GIS and decision making in local government», ESRI Press, Estados Unidos de América, (225 pp.)
- Ordoñez, C., Martínez-Alegría, R. (2003), «Sistemas de información geográfica», Alfa omega Grupo editor, México, (227 pp.)
- Monmonier, M. (1996), «How to lie with maps», 2a edición, The University of Chicago Press, Estados Unidos de América, (207 pp.)
- Monmonier, M. (1997), «Cartographies of danger, mapping hazards in America», The University of Chicago Press, Estados Unidos de America, (363 pp.)
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo de Recursos Minerales (2004), «Guía Metodológica para la

Elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel de Ciudad, Identificación y Zonificación», Hábitat, México, (101 pp.)

Secretaría de Gobernación, Subsecretaría de Protección Civil y de Prevención y Readaptación Social (1991), «Guía técnica para la preparación de mapas de ubicación geográfica de riesgos», Estados Unidos Mexicanos, (69 pp.)

Secretaría de Gobernación, Subsecretaría de Protección Civil (1998), «Guía técnica para la implementación del plan municipal de contingencias», Estados Unidos Mexicanos (46 pp.)

Servicio Geológico Mexicano., 2004. Metodología del Atlas de Riesgos Naturales de la Ciudad de Acapulco, Guerrero, México. SEDESOL.

Zepeda R. O. (2003), «Análisis de contenidos de atlas estatales y municipales de la República Mexicana», Informe interno, CENAPRED, (10 pp.)



ANEXO I

Propuestas de Mitigación Recomendables para peligros Hidrometeorológicos y Geológicos

TABLA 20. MEDIDAS DE MITIGACIÓN RECOMENDABLES PARA LOS PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS.

FENÓMENO HIDROMETEOROLÓGICO	CAUSA	GRADO DE URBANIZACIÓN	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Arrastre de sedimentos y materia orgánica	La deforestación principalmente, azolve, ensanchamiento de cauces, desembocaduras a cuerpos de agua y también obstrucciones que bajan la velocidad del flujo.	Alta	Gaviones, barreras en talud de cerros, zanjas de infiltración, terrazas de absorción, medidas de control de la erosión en la agricultura, canales revestidos, sistema pneusol, sistema loffel, sistema geocell, geomanta, sistema criblock, canales excavados, tapetes de concreto flexible ecológicos, mallas orgánicas y reforestación.
		Media	Gaviones, barreras en talud de cerros, zanjas de infiltración, terrazas de absorción, medidas de control de la erosión en la agricultura, canales revestidos, sistema pneusol, sistema loffel, sistema geocell, geomanta, sistema criblock, canales excavados, tapetes de concreto flexible ecológicos, mallas orgánicas y reforestación.
		Baja	Rollos en laderas de los ríos como diques artificiales, gaviones, barreras en talud de cerros y reforestación.
Desbordamientos de corrientes por precipitación pluvial	Crecidas del río.	Alta	Filtros en drenajes pluviales, techos verdes, tanques de almacenamiento, sistema de captación de aguas pluviales y reforestación.
		Media	Filtros en drenajes pluviales, techos verdes, tanques de almacenamiento, sistema de captación de aguas pluviales y reforestación.
		Baja	Filtros en drenajes pluviales y reforestación.
Inundación pluvial	Se presentan por la sobre-saturación del suelo así como el cambio del drenaje natural por alteraciones al uso de suelo.	Alta	Canales revestidos, canales excavados, tapetes de concreto flexible ecológicos, diques artificiales, gaviones, barreras en talud de cerros y reforestación.
		Media	Canales revestidos, canales excavados, tapetes de concreto flexible ecológicos, diques artificiales, gaviones, barreras en talud de cerros y reforestación.
		Baja	Canales revestidos, canales excavados, tapetes de concreto flexible ecológicos, diques artificiales, gaviones, barreras en talud de cerros y reforestación.

En las siguientes tablas se resumen los tratamientos más recomendables para casos de deslizamientos, volteos y caídos. Lo anterior no significa prescindir de estudios puntuales para establecer la mejor solución para las condiciones específicas del sitio de que se trata.

TABLA 21. TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS RECOMENDADOS PARA DESLIZAMIENTO.

MECANISMO DE FALLA	TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS
DESLIZAMIENTO	<p>MODIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL TALUD. MEDIDAS DE DRENAJE. Drenaje superficial Drenaje profundo MUROS. Muros de gravedad Muros jaula Muros anclados PROTECCIÓN CONTRA LA EROSION. ANCLAJES.</p>

TABLA 22. TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS RECOMENDADOS PARA VOLTEO.

MECANISMO DE FALLA	TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS
VOLTEO	<p>MEDIDAS DE DRENAJE. a) Drenaje superficial. i) Excavaciones de cunetas de drenaje. ii) Sellado de grietas. MUROS. PROTECCIÓN CONTRA LA EROSION. MODIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL TALUD. a) Retiro de material en la cabecera. ANCLAJES. CABLES.</p>



TABLA 23. TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS RECOMENDADOS PARA CAÍDOS.

MECANISMO DE FALLA	TRATAMIENTOS GEOTÉCNICOS
CAÍDA DE ROCAS	<p>PROTECCIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTO DE ROCAS.</p> <p>Medidas activas o de estabilización</p> <ul style="list-style-type: none"> Eliminación de bloques Fijación de bloques Atado de bloques Sistema mixto de cables y malla Concreto lanzado <p>Medidas pasivas o de protección</p> <ul style="list-style-type: none"> Malla de guiado Mallas de sostenimiento Cunetones de pie Muros de contención de pie Barreras de contención

ANEXO II

Glosario

GLOSARIO - RIESGOS GEOLÓGICOS

ACUIFERO, manto: formación o estructura geológica subterránea conformada por rocas, grava y arena, situada encima de una capa impermeable y que permite el flujo del agua por su interior. Este flujo se produce entre los poros y oquedades que se intercomunican, es de velocidad variable, en función de las condiciones específicas de permeabilidad de cada tipo de roca y de la inclinación de los estratos en las formaciones sedimentarias. Los términos manto acuífero, estrato acuífero y depósito acuífero pueden considerarse como sinónimos.

AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN GEOLOGICO: acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre que causan daños en diversos grados a las construcciones e infraestructura. Aún sin daños de consideración, invariablemente causan temor en la población afectada. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas y los tsunamis o maremotos.

AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO: acciones violentas sobre la superficie terrestre generadas por los agentes atmosféricos, como huracanes y tormentas, trombas y tornados, precipitación pluvial muy intensa y prolongada, encharcamientos, inundaciones, granizadas, tormentas eléctricas. Provocan o contribuyen a daños en las laderas como derrumbes, volteos y deslizamientos, licuación y arrastre rápido de suelos.

AGUA FREATICA: agua subterránea, contenida o fluyendo sobre la primera capa impermeable del subsuelo.

ALUVIÓN: material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente. Puede ser arena, grava, arcilla o limo. Se acumula en los canales de las corrientes, en las planicies inundables y al pié de las cañadas que bajan de las sierras. Generalmente, son depósitos poco consolidados.

ABANICO DE ALUVIÓN: es una formación natural en la base de las cañadas que bajan de la sierra; tiene forma de abanico y una inclinación aproximada de 33° (ángulo natural de reposo de la tierra), originada en el transcurso de millones de años por el depósito de sedimentos erosionados. El grado de consolidación aumenta en función de la profundidad.

AFLORAMIENTO: Rocas correspondientes a una determinada formación geológica que se muestran en la superficie de la tierra.

AFLUENTE: corriente de agua que descarga permanentemente a una corriente de orden mayor; el lugar donde ocurre esta unión se llama punto de confluencia.

AFORO: procedimiento para medir el gasto que fluye por una corriente natural, por un canal artificial o por un ducto.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD: técnica que basada en el estudio de la situación física y geográfica de un lugar, detecta la sensibilidad del mismo ante el impacto de un fenómeno perturbador.

ALTIMETRÍA: parte de la topografía que determina las curvas de nivel.

ALTITUD: elevación absoluta sobre el nivel del mar de un lugar, objeto o persona.

ANCLAJE: procedimiento de consolidación por medio del cual se asegura la estabilidad de taludes y/o laderas rocosos. Consiste normalmente en hacer un taladro perpendicular a la ladera a una profundidad conveniente (de dos a cinco metros, según el estado de la roca); introducir un cable de acero o una varilla; colar un cabezal de concreto que lo sujete y permita postensionar el acero a un esfuerzo de magnitud diseñada de acuerdo a las normas aceptadas por la Ingeniería Civil.

ANTICLINAL: plegamiento de los estratos de una formación sedimentaria que quedan con la concavidad hacia abajo: por la secuencia de sedimentación, las capas más recientes (y relativamente menos duras) son las que quedan en la parte superior. Generalmente, los anticlinales conforman las serranías al emerger por encima del nivel del terreno.

ATLAS DE RIESGO: serie de mapas con diversos atributos y escalas, que informan en general o puntualmente, de las zonas naturales y/o urbanizadas, susceptibles de presentar daños o efectos indeseables para la población y sus bienes como consecuencia de eventos o fenómenos perturbadores de origen natural o antropogénico.

AVALANCHA O ALUD: movimiento descendente de una masa de material, comúnmente constituido por rocas, detritos o nieve, que se desprende de las partes altas de las montañas por la acción de agentes externos y se desliza por gravedad a gran velocidad por una ladera con inclinación de 40° o mayor, hasta encontrar una zona de reposo.

BRECHA: roca formada por la consolidación y cementación natural de detritos con cantos angulados, que aparece en las formaciones sedimentarias, con otros materiales semejantes, rellenando cavidades formadas por las fallas o fracturas de los estratos rocosos o bien en los depósitos de aluvión.

CAUCE DE UNA CORRIENTE: lecho de las cañadas, ríos o arroyos, canales naturales o artificiales, por donde corren las aguas permanentes o intermitentes.

CENIZA VOLCANICA: material piroclástico muy fino, emitido durante las erupciones volcánicas.

COLAPSO DE SUELO: hundimiento del terreno natural en un punto o una zona determinada, por una causa también determinada.

CONTAMINACION DEL SUELO: efecto del depósito sobre un terreno de materiales o residuos



que por su cantidad y sus características físicas y químicas, representan un riesgo para la salud humana, para otros organismos vivos y para el aprovechamiento de los bienes de las personas en los espacios adyacentes.

CORRIENTE SUPERFICIAL: es una corriente de agua que puede identificarse como:

- corriente perenne o constante, que tiene un escurrimiento que no se interrumpe en ninguna época del año, desde su inicio hasta su desembocadura;
- corriente intermitente, es aquella cuyos escurrimientos se interrumpen estacionalmente;
- corriente efímera, es la que ocurre única y exclusivamente durante el tiempo en que se producen las precipitaciones o inmediatamente después de ocurridas éstas. No tienen un cauce definido, simplemente escurren.

CORRIENTE DE LODO (LICUACIÓN DE SUELO): terreno conformado por arcillas, limos o arenas, situado en la parte más alta de un cerro o loma, que se desliza de una manera violenta por lluvias intensas; se comporta como un líquido espeso y es muy destructivo; invariablemente, la causa es deforestación con fines de urbanizar para clases sociales marginadas.

DEGRADACION DE SUELOS: evolución de un suelo en sentido desfavorable. Paso de un suelo a otro más lixiviado. Acción y efecto de disminuir o rebajar el relieve, proceso que se realiza mediante la incidencia de tres factores principalmente: meteorización, remoción en masa y erosión

DELIMITACION DE LAS AREAS DE RIESGO: Identificación de las áreas susceptibles de ser alcanzadas por un fenómeno destructivo; se puede señalar en un mapa de riesgo, marcarse en el campo puntualmente, o ambos.

DERRUMBE: fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel. Se diferencia de los deslizamientos, por ser la caída libre su principal forma de movimiento, y por no existir una bien marcada superficie de deslizamiento. Los derrumbes pueden ser tanto de rocas como de suelos. Los derrumbes de suelos no son generalmente de gran magnitud, ya que su poca consolidación impide la formación de cortes de suelo de gran altura; en cambio, los de rocas sí pueden producirse en grandes riscos y desniveles.

DESASTRE: evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella sufre un severo daño e incurre en pérdidas para sus miembros, de tal manera que la estructura social se desajusta y se afecta el funcionamiento vital de la misma.

DESLIZAMIENTO: fenómeno de desplazamiento masivo de material sólido que se produce bruscamente, cuesta abajo, a lo largo de una pendiente cuyo plano acumula de manera parcial el mismo material.

DESPRENDIMIENTO: fragmentación y caída, cercana a la vertical, de material rocoso consistente.

DETRITUS: partículas de suelo, gravas y fragmentos de roca de diversos tamaños, acarreados por gravedad o por acción del agua y del viento.

FALLA GEOLOGICA: discontinuidad en una masa rocosa, en la cual se observa un desplazamiento relativo entre los bloques resultantes; el desplazamiento puede ser diferencial o muy importante: es más notorio en las formaciones sedimentarias, ya que se presenta como discontinuidad en los estratos rocosos. Una falla ocurre cuando las rocas de la corteza terrestre han sido sometidas a fuertes tensiones y compresiones tectónicas, más allá de un punto de ruptura. Las fallas se clasifican en activas, e inactivas. Las primeras representan serios riesgos para las estructuras, pero son características de las zonas sísmicas. Las fallas pueden ser normales, inversas y de transcurrancia; las dos primeras corresponden a desplazamientos verticales entre los bloques.

FRECUENCIA: referida a una calamidad, es su número de ocurrencias en un período dado.

GEOLOGÍA: ciencia que estudia el origen, la evolución y el estado actual de la litosfera, que es la parte sólida de la superficie del globo terrestre.

NIVEL FREÁTICO: nivel de las aguas contenidas en el subsuelo que circulan o permanecen sobre una capa impermeable del terreno.

HUNDIMIENTO: dislocación de la corteza terrestre que da lugar a la remoción en sentido vertical de fragmentos de la misma.

HUNDIMIENTO O SUBSIDENCIA: fenómeno geológico que experimentan determinadas áreas de la superficie terrestre; consiste en el descenso de su nivel con respecto a las áreas circunvecinas. Puede ocurrir en forma repentina o lentamente.

HUNDIMIENTO REGIONAL Y AGRIETAMIENTO: fenómenos de naturaleza geológica característicos de grandes áreas de suelo arcilloso, en los cuales se producen pérdidas de volumen como consecuencia del abuso en la extracción de agua del subsuelo.

INFRAESTRUCTURA: conjunto de bienes y servicios básicos que sirven para el desarrollo de las funciones de cualquier organización o sociedad, generalmente gestionados y financiados por el sector público. Entre ellos se cuentan los sistemas de comunicación, las redes de energía eléctrica, etc.

INTEMPERISMO: proceso geológico de erosión lenta por degradación de las rocas expuestas a la acción de los vientos, el sol, las precipitaciones y los cambios de temperatura.

LITOLOGIA: disciplina de la geología dedicada al estudio global de las rocas.

MAPA DE RIESGOS: nombre que corresponde a un mapa topográfico de escala variable, al cual se le agrega la señalización de un tipo específico de riesgo, diferenciando las probabilidades alta, media y baja de ocurrencia de un desastre.

MITIGACION: acción preventiva orientada a disminuir la intensidad de los efectos que produce el impacto de los eventos catastróficos en una zona urbana.

MONITOREO: conjunto de acciones periódicas y sistemáticas de vigilancia, observación y medición de los parámetros relevantes de un sistema, o de las variables definidas como indicadores de la evolución de una amenaza natural. Según el tipo de amenaza, el monitoreo puede ser: meteorológico, climático, ambiental, etc.

MORFOLOGIA: parte de la geología que describe las formas externas del relieve terrestre, su origen y formación.

PELIGRO o peligrosidad: evaluación de la intensidad máxima esperada de un evento destructivo en una zona determinada y en el curso de un período dado, con base en el análisis de probabilidades

RIESGO: es la medida de la posible pérdida económica o de los daños a la vida humana, en términos de probabilidad y magnitud. Una zona de riesgo es aquella donde se conoce su ubicación, la susceptibilidad de su entorno al impacto de un fenómeno destructivo y su vulnerabilidad ante el peligro de que se trata.

SUELO COLAPSABLE: suelo que cuando se satura parcial o totalmente, sufre fuertes asentamientos repentinos.

TECTÓNICA: disciplina de la geología que se ocupa de la corteza terrestre con relación al conjunto de fuerzas internas que la moldean.

TECTONISMO: conjunto de movimientos de origen interno que modifican la corteza terrestre, elevándola, plegándola, fracturándola, invirtiendo las capas que la constituyen o hundiéndola.



TOPOGRAFIA: conjunto de los rasgos físicos que configuran una parte de la superficie terrestre

VULNERABILIDAD: facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado de normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad.

GLOSARIO: RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS

AFLUENTE: Corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

ÁREA HIDRÁULICA. Superficie ocupada por un líquido en una sección transversal normal a la dirección del flujo.

AZOLVE. Lodo o basura (sedimentos) que obstruyen un conducto de agua. El azolve puede provocar taponamiento.

BORDO. Obra hecha de tierra que sirve como represa para retener el agua de algún arroyo o riachuelo, o para acumular la lluvia, con el fin de prevenir reservas para la época de sequía.

CANAL. Cauce artificial destinado a conducir fluidos para darles salida u otros usos. Esta vertiente artificial ayuda a llevar el agua hasta los campos y huertas.

CAUDAL. Cantidad de agua que transporta un canal artificial, una corriente natural o un ducto. Se mide en metros cúbicos por segundo. También se le conoce con el nombre de gasto hidráulico.

CICLÓN. Perturbación atmosférica causada por el movimiento de una masa de aire impulsada por un frente frío, en torno a un área de bajas presiones, acompañada de abundante precipitación pluvial, vientos muy fuertes y descenso en la temperatura.

CUENCA HIDROLÓGICA. Superficie regada por un río y sus afluentes (ríos o arroyos más pequeños que lo alimentan), se encuentra delimitada por un parte aguas. Es una subdivisión de una región hidrológica.

CUERPO DE AGUA. Masa o extensión de agua que cubre parte del planeta, puede ser natural como un lago, mar u océano; o artificial como los estanques.

DEPRESIÓN TROPICAL. Fenómeno atmosférico producto de la existencia de un sistema de baja presión tropical, lo que ocasiona vientos sostenidos de hasta 62 Km/hr, y grandes cantidades de precipitación. Es la etapa inicial de un ciclón tropical.

DESBORDAMIENTO. Evento que se presenta cuando la precipitación provoca un aumento en el flujo de agua de un río o arroyo, lo que ocasiona que éste supere la capacidad máxima de captación (área hidráulica). El desbordamiento puede provocar una inundación fluvial.

ENCHARCAMIENTO. Inundación provocada por lluvias intensas sobre áreas planas y por deficiencias de drenaje superficial, que ocasionan que el agua se estanque.

EROSIÓN. Fenómeno que disgrega, desgasta y modifica las estructuras superficiales o relieve de la corteza terrestre, debido a factores de tipo climático como el viento, la lluvia y oleaje marino.

EROSIÓN ANTROPOGÉNICA. Es el desgaste y modificación de las estructuras superficiales o relieve de la corteza terrestre por la actuación del hombre. La deforestación con fines agropecuarios; los monocultivos que agotan la tierra y la resecan; la urbanización con mala planificación; la explotación forestal, la construcción de vías terrestres, etc., han ocasionado la pérdida de vegetación y acelerado la erosión de los suelos.

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA. Instalación que dispone de un conjunto de instrumentos de medición para tomar registros de temperatura, presión atmosférica, humedad ambiente, velocidad del viento y precipitación pluvial, con el fin de realizar estudios climáticos e hidrológicos.

ESTIAJE. Nivel más bajo o caudal mínimo que tienen las aguas de un río en ciertas épocas del año. Al período en que se presenta este nivel, también se le denomina período de estiaje.

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS. Fenómenos atmosféricos asociados a la presencia de humedad en la atmósfera; según la cantidad de agua, hablamos de tormentas, chubascos, trombas, lluvia, aguaceros, llovizna, niebla, rocío, escarcha, granizo, nieve, etc.

GRANIZO. Precipitación de agua congelada que se presenta en granos combinados de hielo y nieve, con forma esférica; por lo general su tamaño no excede los 2cm pero en ocasiones pueden alcanzar un diámetro de hasta 10 ó 12 cm.

HELADAS. Fenómeno climático que consiste en un descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua existente en el aire se congele depositándose en forma de hielo.

INCENDIO FORESTAL. Siniestro de propagación libre y no programada del fuego sobre áreas cubiertas de vegetación como árboles, pastizales, malezas, matorrales, bosques, selvas y en general, cualquiera de los tipos de asociaciones vegetales; cuando se dan las condiciones propicias, tales como suficiente material combustible y una fuente de calor para iniciar el fenómeno.

INUNDACIÓN. Fenómeno hidrológico generado por el desbordamiento del flujo de una corriente debido a la lluvia excesiva o problemas con el sistema de drenaje, provocando que el agua sobrepase las condiciones que le son normales y alcance niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen o puedan retenerla, como presas, canales, ríos, lagos y estanques; lo cual deriva, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas, y en valles o sitios bajos o planos.

INUNDACIÓN FLUVIAL. Inundación provocada por el crecimiento y desbordamiento del cauce normal del río, cuya capacidad es excedida y las zonas aledañas a éste, que normalmente se encuentran libres de agua, son invadidas.

INUNDACIÓN PLUVIAL. Inundación provocada por la lluvia excesiva, que satura la capacidad de permeabilidad del terreno o por deficiencias en el sistema de drenaje, lo que provoca la acumulación de agua por horas o días.

ISOTERMAS. Son líneas trazadas en un mapa uniendo puntos referenciados de igual temperatura media anual.

ISOYETAS. Son líneas trazadas en un mapa uniendo los puntos referenciados de igual cantidad de precipitación anual acumulada.

LAGUNA. Cuerpo o depósito natural de agua, por lo general dulce y de menor dimensión que el lago. También existen lagunas costeras que contienen agua salobre (mezcla de agua dulce, de origen fluvial con agua salada procedente del mar).

CUENCA. Espacio territorial delimitado de manera natural por un parteaguas (línea divisoria de escurrimientos). Forma un área cerrada con un solo punto de salida, en el cual puede originarse una cañada o bien, en escurrimientos de orden mayor, un arroyo, un río o salida al mar.

MILIBAR (MB). Unidad estándar de medida de presión atmosférica, que expresa la fuerza ejercida por la atmósfera en todas direcciones. La presión atmosférica normal se considera como 1013 milibares. Se lee en las estaciones meteorológicas en un barómetro.

PRECIPITACIÓN ANUAL. Suma de todas las cantidades de precipitación mensual.

PUNTO DE CALOR. Punto sobre la superficie terrestre que representa temperaturas muy altas, que son asociadas con incendios o posibles incendios.

REGIÓN HIDROLÓGICA. Porción de territorio que agrupa varias cuencas hidrológicas.



SEQUÍA. Lapso prolongado de escasa o nula precipitación pluvial.

TIRANTE. Es la profundidad máxima del agua en un conducto, natural o artificial.

TORMENTA TROPICAL. Etapa en la cuál se le asigna nombre a una perturbación tropical, de acuerdo a lo preestablecido por la Organización Meteorológica Mundial. Tiene una velocidad que varía entre 63 y 118 Km/h.

RIESGOS ANTROPOGÉNICOS

AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN QUIMICO: se genera por la acción violenta de gas, gasolinas y otros combustibles y sustancias inflamables. Comprende fenómenos destructivos tales como explosiones, fugas tóxicas y derrames de sustancias corrosivas.

AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN SANITARIO: se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

AGENTE PERTURBADOR DE ORIGEN SOCIO-ORGANIZATIVO: calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

AGUAS RESIDUALES: líquido de composición variada proveniente del drenaje sanitario y del uso del agua para cualquier fin, municipal, industrial, comercial, agropecuario o de cualquier otra índole.

ALBERGUE o refugio: lugar físico destinado a prestar asilo, amparo, alojamiento y resguardo temporal a personas, ante la inminencia o tras la ocurrencia de un fenómeno destructivo.

BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (Explosión de Vapor por Expansión un Líquido en Ebullición): se trata de la explosión de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o de gas licuado, sobrecalentado por cualquier causa.

BIOGAS: gas de procedencia biológica obtenido de la transformación de sustancias orgánicas por acción bacteriana. Su composición es de 66% de metano y 33% de carbón libre; su poder calorífico es muy alto y en cantidad y fuente suficientes, se puede aprovechar para generar energía.

CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CONTAMINACION AMBIENTAL: situación caracterizada por la presencia en el medio ambiente de uno o más elementos nocivos, en tal forma combinados que, atendiendo a sus características y duración, en mayor o menor medida causan un desequilibrio ecológico y dañan la salud y el bienestar del hombre, perjudicando también la flora, la fauna y los materiales expuestos a sus efectos.

CORROSIÓN: deterioro de la superficie de un cuerpo metálico, debido a falta de protección anticorrosiva y a la acción de agentes físicos naturales y agentes químicos en el entorno.

DESECHO: residuo que no es susceptible de volver a emplearse como materia prima en la elaboración de otros productos.

DESECHOS O RESIDUOS TOXICOS: productos y materiales de desecho en un proceso industrial, que mantienen elementos activos fisicoquímicos que pueden dañar la salud humana, la fauna y la vegetación.

EXPLOSIÓN: fenómeno originado por la expansión violenta de gases: se produce a partir de una reacción química, o por ignición o sobrecalentamiento de algunos materiales; produce una rápida liberación de energía y se acompaña de ruido, fuego y humo y la emisión de fragmentos de todos tamaños en una onda esférica expansiva.

FAUNA NOCIVA: animales que causan daño a las comunidades humanas: por agresión directa, por proliferación de plagas o por transporte de bacterias.

GAS NATURAL: gas combustible altamente inflamable que se obtiene asociado a la explotación de los pozos petroleros.

LIXIVIADO: es el líquido que se forma por la reacción, arrastre y filtrado de los residuos sólidos, y que contiene sustancias disueltas o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos adyacentes y escurrir fuera de los sitios de depósito de los residuos; el escurrimiento de los lixiviados puede producir contaminación del suelo y de los cuerpos de agua: aún en pequeños volúmenes, representan un riesgo potencial para la salud humana y de los demás organismos vivos.

POOL FIRE -Fuego en Derrames de Combustible: ignición de gasolinas o diesel derramados en un piso cualquiera, por descuido y negligencia. No produce explosiones.

RECICLAJE: proceso por el cual algunos materiales de desecho son transformados en productos útiles, de tal manera que los desechos originales se convierten en materia prima de calidad aceptable.

RELLENO SANITARIO: Obra de ingeniería que involucra métodos para la disposición final de desechos sólidos urbanos en terrenos apropiados para el efecto; el método consiste en depositar los residuos en capas de arcilla, compactarlos y preparar obras de infraestructura para dar un manejo apropiado a los lixiviados y para el posible aprovechamiento del biogás que se produce.

RESIDUOS PELIGROSOS: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, infecciosas, radioactivas o no degradables, representan un peligro para el equilibrio ecológico o para el ambiente.

RIESGOS ANTROPOGÉNICOS: son aquellos originados por la acción humana, como por ejemplo la contaminación ambiental, la deforestación y los depósitos de basura en lugares inapropiados.

SITIO CONTAMINADO: lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación social o cualesquiera combinaciones de estos, que han sido sujetos de contaminación con materiales o residuos que, por sus características físicas y por sus cantidades, representan un peligro para la salud humana, para los organismos vivos y para el aprovechamiento de los bienes y propiedades involucrados.

SEGUNDO: Se ordena la publicación de los presentes acuerdos en la Gaceta Municipal, difúndanse en el portal de internet www.monterrey.gob.mx

Atentamente, Monterrey, Nuevo León, a 27 de septiembre de 2012

. COMISIÓN DE DESARROLLO URBANO:

Síndico Primero Javier Orona Guerra, presidente

Regidor Juan Francisco Salinas Herrera, vocal

Regidor Víctor de Jesús Cruz Castro, vocal

Rúbricas

Regidor Juan Carlos Benavides Mier, secretario / *Sin rúbrica*

COMISIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL:

Regidor Carlos Fabián Pérez Navarro, presidente

Regidora Dora Luz Núñez Gracia, secretario

Regidor Marco Antonio Martínez Díaz, vocal

Rúbricas

Regidor Arturo Méndez Medina, vocal / *Sin rúbrica*

Regidor Luis Germán Hurtado Leija, vocal / *Sin rúbrica*