Sistema Nacional de Protección Civil

Coordinación nacional de Protección Civil

Centro Nacional de Prevención de Desastres

GUÍA DE CONTENIDO MÍNIMO PARA LA ELABORACIÓN DE ATLAS ESTATALES Y MUNICIPALES DE PELIGROS Y RIESGOS

VERSIÓN 2014

basadA en las metodologías para la elaboración de

atlas de PELIGROS Y riesgos estatales y municipales

Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos

Dirección de Investigación

México, D. F., 2014

Contenido

[INTRODUCCIÓN 1](#_Toc403738016)

[1. integración de la información 3](#_Toc403738017)

[1.1. Sistema de referencia 4](#_Toc403738018)

[1.2. Metadatos 4](#_Toc403738019)

[1.3. Publicación de la información 4](#_Toc403738020)

[2. Fenómenos perturbadores DE ORIGEN NATURAL 4](#_Toc403738021)

[2.1. PELIGROS GEOLÓGICOS 5](#_Toc403738022)

[2.2. PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS 5](#_Toc403738023)

[3. MAPA BASE 6](#_Toc403738024)

[3.1. Características físicas. 6](#_Toc403738025)

[3.2. 3.2 Características sociodemográficas. 7](#_Toc403738026)

[3.3. Infraestructura estratégica. 7](#_Toc403738027)

[4. Fenómenos geológicos 8](#_Toc403738028)

[inestabilidad de laderas, LICUACIÓN DE SUELOS, HUNDIMIENTO Y AGRIETAMIENTO DEL TERRENO, TSUNAMI, SISMO Y VULCANISMO 8](#_Toc403738029)

[4.1. Sistemas expuestos 8](#_Toc403738030)

[4.2. inestabilidad de laderas 9](#_Toc403738031)

[4.2.1. Peligro 9](#_Toc403738032)

[4.2.2. Vulnerabilidad 11](#_Toc403738033)

[4.2.3. Riesgo 11](#_Toc403738034)

[4.3. Licuación de suelos 12](#_Toc403738035)

[4.3.1. Peligro 12](#_Toc403738036)

[4.3.2. Vulnerabilidad 13](#_Toc403738037)

[4.3.3. Riesgo 13](#_Toc403738038)

[4.4. KARSTIFICACIÓN 14](#_Toc403738039)

[4.4.1. Peligro 14](#_Toc403738040)

[4.4.2. Vulnerabilidad 16](#_Toc403738041)

[4.4.3. Riesgo 17](#_Toc403738042)

[4.5. sIsmo 17](#_Toc403738043)

[4.5.1. Peligro 17](#_Toc403738044)

[4.5.2. Vulnerabilidad 18](#_Toc403738045)

[4.5.3. Riesgo 19](#_Toc403738046)

[4.6. Tsunami 19](#_Toc403738047)

[4.6.1. Peligro 19](#_Toc403738048)

[4.6.2. Vulnerabilidad 21](#_Toc403738049)

[4.6.3. Riesgo 21](#_Toc403738050)

[4.7. Vulcanismo 21](#_Toc403738051)

[4.7.1. Peligro 22](#_Toc403738052)

[4.7.2. Vulnerabilidad 24](#_Toc403738053)

[4.7.3. Riesgo 24](#_Toc403738054)

[4.8. Hundimiento y agrietamiento del terreno 24](#_Toc403738055)

[4.8.1. Susceptibilidad 25](#_Toc403738056)

[4.8.2. Vulnerabilidad 26](#_Toc403738057)

[4.8.3. Estimación de daños 26](#_Toc403738058)

[5. Fenómenos Hidrometeorológicos 27](#_Toc403738059)

[Ciclón tropical, Inundaciones pluviales, Inundaciones fluviales, marea de tormenta (Inundaciones costeras), Inundaciones lacustres, Tormentas de nieve, Tormentas de granizo, Tormentas de electricidad, Sequías, Ondas cálidas y Ondas gélidas 27](#_Toc403738060)

[5.1.1. Sistemas expuestos 27](#_Toc403738061)

[5.2. INUNDACIONES COSTERAS POR MAREA DE TORMENTA 28](#_Toc403738062)

[5.2.1. Peligro 28](#_Toc403738063)

[5.2.2. Vulnerabilidad 29](#_Toc403738064)

[5.2.3. Riesgo 30](#_Toc403738065)

[5.3. Inundaciones fluviales 30](#_Toc403738066)

[5.3.1. Peligro 30](#_Toc403738067)

[5.3.2. Vulnerabilidad 31](#_Toc403738068)

[5.3.3. Riesgo 32](#_Toc403738069)

[5.4. Inundaciones pluviales 32](#_Toc403738070)

[5.4.1. Peligro 33](#_Toc403738071)

[5.4.2. Vulnerabilidad 34](#_Toc403738072)

[5.4.3. Riesgo 34](#_Toc403738073)

[5.5. Inundaciones lacustres 34](#_Toc403738074)

[5.5.1. Peligro 35](#_Toc403738075)

[5.5.2. Vulnerabilidad 36](#_Toc403738076)

[5.5.3. Riesgo 36](#_Toc403738077)

[5.6. Tormentas de nieve 37](#_Toc403738078)

[5.6.1. Peligro 37](#_Toc403738079)

[5.6.2. Vulnerabilidad 37](#_Toc403738080)

[5.6.3. Riesgo 37](#_Toc403738081)

[5.7. Tormentas de Granizo 38](#_Toc403738082)

[5.7.1. Peligro 38](#_Toc403738083)

[5.7.2. Vulnerabilidad 38](#_Toc403738084)

[5.7.3. Riesgo 39](#_Toc403738085)

[5.8. Tormentas eléctricas 39](#_Toc403738086)

[5.8.1. Peligro 39](#_Toc403738087)

[5.8.2. Vulnerabilidad 39](#_Toc403738088)

[5.8.3. Riesgo 40](#_Toc403738089)

[5.9. Sequía 40](#_Toc403738090)

[5.9.1. Peligro 40](#_Toc403738091)

[5.9.2. Vulnerabilidad 40](#_Toc403738092)

[5.9.3. Riesgo 41](#_Toc403738093)

[5.10. Ondas gélidas 41](#_Toc403738094)

[5.10.1. Peligro 41](#_Toc403738095)

[5.10.2. Vulnerabilidad 42](#_Toc403738096)

[5.10.3. Riesgo 42](#_Toc403738097)

[5.11. Ondas cálidas 43](#_Toc403738098)

[5.11.1. Peligro 43](#_Toc403738099)

[5.11.2. Vulnerabilidad 43](#_Toc403738100)

[5.11.3. Riesgo 43](#_Toc403738101)

[5.12. vientos fuertes 44](#_Toc403738102)

[5.12.1. Peligro 44](#_Toc403738103)

[5.12.2. Vulnerabilidad 44](#_Toc403738104)

[5.12.3. Riesgo 45](#_Toc403738105)

[6. FENÓMENOS QÍMICOS –TECNOLÓGICOS 46](#_Toc403738106)

[6.1. Sistemas expuestos 46](#_Toc403738107)

[6.2. ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS 47](#_Toc403738108)

[6.2.1. Peligro 47](#_Toc403738109)

[6.2.2. Vulnerabilidad 50](#_Toc403738110)

[6.2.3. Riesgo 51](#_Toc403738111)

[6.3. Autotransporte de sustancias peligrosas 51](#_Toc403738112)

[6.3.1. Peligro 52](#_Toc403738113)

[6.3.2. Vulnerabilidad 53](#_Toc403738114)

[6.3.3. Riesgo 55](#_Toc403738115)

[6.4. Transporte Ferroviario 55](#_Toc403738116)

[6.4.1. Peligro 55](#_Toc403738117)

[6.4.2. Vulnerabilidad 57](#_Toc403738118)

[6.4.3. Riesgo 58](#_Toc403738119)

[6.5. Transporte por Ductos 59](#_Toc403738120)

[6.5.1. Peligro 59](#_Toc403738121)

[6.5.2. Vulnerabilidad 61](#_Toc403738122)

[6.5.3. Riesgo 62](#_Toc403738123)

[6.6. INCENDIOS FORESTALES 63](#_Toc403738124)

[6.6.1. Sistemas Expuestos 63](#_Toc403738125)

[6.6.2. Amenaza 64](#_Toc403738126)

[6.6.3. Vulnerabilidad 66](#_Toc403738127)

[6.6.4. Riesgo 67](#_Toc403738128)

[7. PELIGROS SANITARIO-ECOLOGICOS 67](#_Toc403738129)

[7.1. Sistemas Expuestos 67](#_Toc403738130)

[7.2. Epidemias y plagas 68](#_Toc403738131)

[7.3. Sitios y cuerpos de agua contaminados 68](#_Toc403738132)

[7.3.1. Peligro 69](#_Toc403738133)

[8. Fenómenos sociorganizativos 72](#_Toc403738134)

[8.1. Sistemas expuestos 72](#_Toc403738135)

[8.2. Concentraciones masivas de población 72](#_Toc403738136)

[8.2.1. Peligro 72](#_Toc403738137)

[8.3. accidentes de transporte 74](#_Toc403738138)

[8.3.1. Peligro 74](#_Toc403738139)

[8.4. afectaciones en instalaciones estratégicas por errores humanos 75](#_Toc403738140)

[8.4.1. Peligro 75](#_Toc403738141)

[8.5. Inconformidad Social 76](#_Toc403738142)

[8.5.1. Pelirgo 76](#_Toc403738143)

[8.6. TERRORISMO Y SABOTAJE 77](#_Toc403738144)

[8.6.1. Peligro 77](#_Toc403738145)

[8.7. Índices Delictivos 78](#_Toc403738146)

[8.7.1. Peligro 78](#_Toc403738147)

[8.8. Interrupción de servicios o instalaciones estratégicas por acciones premeditadas 80](#_Toc403738148)

[8.8.1. Peligro 80](#_Toc403738149)

[9. Referencias de Anexos 82](#_Toc403738150)

# INTRODUCCIÓN

En cumplimiento al segundo párrafo del artículo tercero transitorio del reglamento de la Ley General de Protección Civil, se emite la presente guía.

Para el cálculo del peligro, la vulnerabilidad o el riesgo, deberán emplearse las metodologías propuestas por el CENAPRED en los presentes lineamientos y anexos., En caso de proponer una metodología alterna, ésta se podrá utilizar siempre y cuando sea aprobada previamente por el CENAPRED. En todos los casos, se deberán adjuntar al producto final, los insumos que se hayan utilizado como sustento; esto es, las bases teóricas, experimentales, memoria de cálculo, bitácora del proyecto y base de datos de los sistemas expuestos. En la memoria de cálculo, se describirán, con el nivel de detalle suficiente, los procedimientos utilizados, para que puedan ser evaluados por un especialista externo al proyecto.

Aun cuando los fenómenos por licuación de suelos y karst no están considerados como parte de la Ley General de Protección Civil, se podrán evaluar las consecuencias de dichos los fenómenos cuando existan antecedentes documentados del peligro. Para evaluarlos, se deberá de cumplir con los lineamientos establecidos en las secciones 4.3 y 4.4, respectivamente.

El desarrollador de cada proyecto, deberá presentar, avances parciales al 25%, 50% y 75% del proyecto total.

Para la determinación de los mapas y/o atlas de riesgo será necesario conocer las características de vulnerabilidad de los sistemas expuestos ante los diferentes tipos de peligros que se mencionan en el documento. Para los casos en que no se cuente con información accesible para identificar o definir las funciones de vulnerabilidad de los bienes expuestos, por lo que se recomienda establecer convenios de colaboración con instituciones de enseñanza superior con el propósito de poder contar con dichas funciones a partir de procedimientos mejor aproximados y con la mayor certidumbre posible.

Los estudios de vulnerabilidad, de ser el caso, podrán ser contratados con empresas o despachos, bajo la rigurosa supervisión de profesores y/o investigadores de instituciones de enseñanza superior.

Independientemente de cuál sea el tipo de solución que se elija para cualquier tipo de estudio, ya sea peligro, vulnerabilidad o riesgo, se deberá solicitar la entrega de los productos finales e información de sustento, al menos, como se indica:

* Capas de información referentes al peligro, vulnerabilidad y riesgo que se esté representando con sus correspondientes campos, la descripción del nombre del campo, los tipos de valores que puede tomar y su correspondiente diccionario de datos.
* Entrega de las expresiones que definen a las funciones de vulnerabilidad, indicando claramente el tipo de fenómeno al que se asocia cada una de ellas.
* Entrega de los valores recomendados para coeficientes y exponentes que conformen la expresión mencionada en el párrafo anterior, indicando claramente las hipótesis que dieron sustento a la propuesta.
* Incluir una lista completa y exhaustiva de las referencias consultadas, tanto para el planteamiento teórico de la función, como para la definición de parámetros.
* Incluir una lista de las referencias o trabajos de investigación consultados para la recopilación de la información sustento para ajuste de las funciones.
* Indicar, para cada caso, las limitantes de aplicabilidad de las funciones de vulnerabilidad propuestas.
* Incluir la información general del responsable del desarrollo (Curriculum vitae completo, incluyendo el No. de cédula profesional, por ejemplo). El convenio para el desarrollo del trabajo de determinación de las funciones de vulnerabilidad, asociadas a cada fenómeno perturbador, deberá contar con una cláusula en la que se indique que el desarrollador podrá ser consultado (se podría indicar el número de veces como límite a nivel anual y/o mensual) sobre el contenido de los documentos entregados como resultado del estudio, lo anterior durante, al menos, el año siguiente a la entrega de los resultados del estudio y sin ningún costo adicional.

# integración de la información

Los atlas de riesgos deberán integrarse en un sistema de información geográfica, las capas de información que se generen deben ser compatibles con la base de datos del Atlas Nacional de Riesgos, el formato que se utilizará para la información de tipo vectorial es el *shape* con la tabla de atributos que comprende la información y su archivo de sistema de referencia, también se deberán utilizar formatos *raster* para representar principalmente los fenómenos perturbadores.

La información concerniente a los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo serán integrados en una plataforma informática basada en sistemas de información geográfica, compuesta por bases de datos georreferenciados y herramientas para su visualización, análisis espacial y temporal de los riesgos y que permita su actualización permanente. Este sistema deberá contener un proyecto que integre los mapas de peligros, vulnerabilidad y riesgos de los fenómenos naturales y antropogénicos, de acuerdo al tipo de fenómeno, incluyendo su clasificación y simbología.

## Sistema de referencia

• Sistema Geodésico Nacional ITRF92 asociado al GRS80 (Datum)

• Proyección cartográfica: Cónica Conforme de Lambert (CCL) la cual permite representar todo el territorio nacional sin sufrir una gran distorsión.

## Metadatos

El metadato es el conjunto de datos sobre las características de la información y sirve para la clasificación, integración y búsqueda de mapas existentes. Por esta razón cada mapa debe ir acompañado de su metadato. Los datos se tienen que apegar a las variables que se establecen en la Norma Mexicana de Metadatos Geográficos elaborada por el INEGI.

## Publicación de la información

La información sobre peligro, vulnerabilidad y riesgos será difundida de manera simple y clara mediante un sistema basado en internet para la consulta pública.

Con la finalidad de permitir la interoperabilidad y el acceso a datos abiertos es indispensable que se ajuste a los estándares establecidos por la Open Geoespacial Consorcium (OGC).

# Fenómenos perturbadores DE ORIGEN NATURAL

A continuación se presentan los principales fenómenos perturbadores que deberá contener un Atlas de Riesgos. Éstos se clasifican por su origen, como sigue:

## PELIGROS GEOLÓGICOS

1. Inestabilidad de laderas
2. Licuación de arenas
3. Karstificación
4. Sismos
5. Tsunamis
6. Volcanes
7. Hundimientos y agrietamientos del terreno

## PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS

Con base en la LGPC los presentes lineamientos contemplan los fenómenos que aquí se enlistan. Para aquellos casos en que se requiere, se señalan las diversas manifestaciones que incluyen

1. Ciclón tropical, cuyos efectos son: marea de tormenta (inundaciones costeras), oleaje, vientos y lluvias. En estos lineamientos se analizan la marea de tormenta y el oleaje; los vientos se analizan como aquéllos que son generados incluso por otros fenómenos como los frentes fríos y nortes, y también por tornados. Las lluvias se estudian dentro del subcapítulo de inundaciones pluviales, fluviales y lacustres.
2. Inundaciones pluviales
3. Inundaciones fluviales
4. Inundaciones costeras
5. Inundaciones lacustres
6. Tormentas de nieve
7. Tormentas de granizo
8. Tormentas de electricidad
9. Sequías
10. Ondas cálidas
11. Ondas gélidas
12. Vientos fuertes

# MAPA BASE

Se deberá utilizar cartografía digital con un periodo de actualización no mayor a dos años, la escala de representación deberá ser de 1:10,000 o mayor (por ejemplo 1:1,000). La información base debe tener formato electrónico compatibles con el ANR. El mapa deberá contener:

## Características físicas.

Para representar las características topográficas, geológicas (litología y estructural), uso de suelo, cubierta vegetal, cuencas hidrológicas y sus características fisiográficas en el Atlas Nacional de Riesgos, se deberán integrar imágenes de alta resolución, menor o igual a 1 m de tamaño de pixel (aéreas o satelitales). Esta información se podrá solicitar a instituciones como el INEGI, el Servicio Geológico Mexicano, CONABIO, CONAFOR, y en caso de no existir la información con la escala adecuada se deberá contemplar un levantamiento de campo.

Para el caso particular de tsunami, marea de tormenta e inundaciones fluviales, pluviales y lacustres, se deberá usar curvas de nivel, mínimo a cada 20 cm. Para el caso específico del tsunami y marea de tormenta se deberá incluir la línea de costa. El área de estudio para estos fenómenos deberá abarcar de la línea de costa hasta la cota de 10 m sobre el nivel medio del mar; podrá incluir hasta una cota de 20 m.

## 3.2 Características sociodemográficas.

La traza urbana a nivel de amanzanamiento. Para ello, se deberá usar información del catastro y/o la cartografía geoestadística urbana y rural. Asimismo, se estimará la población asentada en dicha zona, y en la medida de lo posible conocer sus características tales como, edad, sexo y capacidades diferentes.

La información que se utilice para representar la población, vivienda, (INEGI) indicadores (CONAPO) deberá ser la más actualizada por la institución que rige en el tema y en caso de un levantamiento en campo, mencionar fecha y una breve descripción del método de levantamiento.

## Infraestructura estratégica.

Como parte del mapa base se podrá incluir la infraestructura estratégica (hospitales, clínicas y centros de salud, estaciones de bomberos, instalaciones de policía, emergencia y protección civil, escuelas, estancias infantiles, instalaciones de comunicación, carreteras, infraestructura eléctrica, redes de conducción de agua potable, red de drenaje, gas natural, gasoductos, presas, infraestructura hidroagrícola). Para ello, se deberá usar la información más reciente de instituciones locales, así como la generada por INEGI, SCT, CFE, PEMEX, SAGARPA, SEMARNAT y CONAGUA. Esta información se deberá proveer al atlas de tal manera que sea factible su continua actualización, ya sea por medio de servicios web, o en formato *shape* mediante convenios con las instancias generados para actualizar la información constantemente en el mismo formato. Es necesario que la actualización de información se vea reflejada en el sistema de información geográfica que se publique.

# Fenómenos geológicos

## inestabilidad de laderas, LICUACIÓN DE SUELOS, HUNDIMIENTO Y AGRIETAMIENTO DEL TERRENO, TSUNAMI, SISMO Y VULCANISMO

## Sistemas expuestos

El sistema expuesto que se analice, deberá ser: población, vivienda y la infraestructura estratégica relativa a la edificación.

Adicionalmente se podrán considerar los siguientes sistemas: instalaciones de fibra óptica y cultivos.

Las características del sistema expuesto que se deberá analizar son: la tipología de vivienda o edificación y tiempo de vida de las viviendas en la zona de estudio. La tipología de vivienda deberá incluir la geometría general de la edificación, número de niveles y sistema constructivo.

Se deberá incluir la base de datos de los sistemas expuestos.

Asimismo, se estimará la población asentada en dicha zona, pudiendo incluir sus características tales como, edad, sexo y capacidades diferentes.

Para el caso específico de inundación por tsunami, se podrá analizar, como parte del sistema expuesto, el menaje de la vivienda, y se estimará el valor del mismo en cada una de las viviendas en la zona de estudio. Se podrá usar la estimación del costo de menaje con el método descrito en el anexo 9.

## inestabilidad de laderas

Para la evaluación del riesgo por inestabilidad de laderas, en primer lugar se deberá realizar un inventario de casos documentados de deslizamientos representativo de la zona o región por estudiar. Posteriormente, se realizan análisis de susceptibilidad basados en la investigación y determinación de los factores condicionantes que, de manera local o regional, influyen en la inestabilidad de una ladera, según la información del inventario. Para la determinación del peligro se analizan los factores detonantes de inestabilidad como la lluvia y el sismo, según la intensidad y umbrales que arroje el inventario. Finalmente, la vulnerabilidad de los sistemas expuestos se determina con base en las características físicas de dichos sistemas, según el tipo de inestabilidad.

### Peligro

Para la determinación del peligro por inestabilidad de laderas se deberán realizar análisis separados de los factores condicionantes y de los desencadenantes.

Para definir los primeros se deberá realizar un inventario detallado que contenga información histórica de eventos que hayan ocurrido en un periodo no menor a 10 años (inventario) en el sitio o zona por estudiar. Dicho inventario servirá para definir la influencia de los factores condicionantes y los umbrales de los factores detonantes, tales como sismos y lluvias.

Para la integración del inventario se deberá utilizar la metodología y el Formato de Captura y Ordenamiento de Información Georreferenciada que se indica en el Anexo 1. Se deberá incluir la base de datos del inventario y un mapa que contenga los puntos y/o polígonos de dicho inventario.

Con la información del inventario se deberán definir las variables a considerar para los análisis de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas. Para ello, se deberá considerar como mínimo la geología (litología), la pendiente del terreno (MDET con resolución de 2 a 15 metros) y el uso de suelo y vegetación (densidad forestal), según el Anexo 2. Adicionalmente, se podrán integrar otras variables como el índice de humedad del suelo, la densidad de fallas y fracturas (geología estructural), el intemperismo local y/o regional, y el espesor de capas de suelo, entre otros. Con la integración e interacción de estas variables se deberán elaborar e incluir los mapas que se utilicen para el análisis de susceptibilidad (como mínimo los de geología, pendientes y uso de suelo y vegetación) y el mapa de susceptibilidad resultante.

Una vez determinado el mapa de susceptibilidad se deberán elaborar análisis de peligro con información de las lluvias y de los sismos que desencadenan deslizamientos en el sitio o zona por estudiar, con sus respectivos periodos de retorno.

Para el caso de las lluvias como factor detonante se deberán incluir como mínimo 12 mapas de peligro por cada sistema expuesto con periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años; para ello se deberán utilizar los mapas de isoyetas para lluvias con duración de 24 horas (seis mapas) y 48 horas (seis mapas) de duración elaborados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM y la Comisión Nacional del Agua.

Para el caso de los sismos como factor detonante se deberán incluir como mínimo tres mapas de peligro por cada sistema expuesto, con aceleraciones del terreno producto de sismos con periodos de retorno de 20, 50 y 100 años; considerando los umbrales de aceleración del terreno que se definan en los inventarios.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

Todos los mapas, procedimientos y análisis empleados se deberán incluir en un informe que contenga la memoria de cálculo, los criterios y las metodologías utilizadas para la elaboración de los mapas, en formatos compatibles con el ANR.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se deberán realizar con base en las características físicas de los sistemas expuestos antes mencionados, según el tipo de fenómeno (caídos, flujos y/o deslizamientos) y su grado de intensidad, definido por el volumen de material en movimiento y la distancia de recorrido.

Se deberán incluir mapas de vulnerabilidad por cada tipo de sistema expuesto, fundamentados con funciones de vulnerabilidad según la tipología del sistema expuesto y las intensidades que se determinen con los mapas de peligro.

Todos los mapas y análisis de vulnerabilidad, deberán estar acompañados de sus respectivos informes, memorias de cálculo, funciones de vulnerabilidad y bases de datos que incluyan los catálogos de funciones de vulnerabilidad en formatos que sean compatibles con el ANR.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de riesgo por cada sistema expuesto que se analice, indicando los costos del daño esperado en la infraestructura básica debido a la inestabilidad de las laderas (flujos, caídos y deslizamientos), así como la memoria de cálculo correspondiente, para los periodos de retorno indicados en el punto anterior.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

## Licuación de suelos

Para la evaluación del riesgo por licuación de suelos, se realiza un análisis de susceptibilidad según los factores que condicionan la ocurrencia del fenómeno. Para la determinación del peligro se considera que el factor principal que detona el fenómeno, es el sismo, definiendo la magnitud o intensidad con la que se presentará la licuación. La vulnerabilidad o funciones de vulnerabilidad de los sistemas expuestos a este fenómeno se determinan con base en las características físicas de dichos sistemas, según la intensidad del fenómeno.

### Peligro

Se deberá incluir un mapa de peligro por cada sistema expuesto que se analice considerando los factores que condicionan y desencadenan los movimientos.

Para los primeros se deberá incluir mapas de: geología (depósitos aluviales, fluviales y aluvio-lacustres), estratigrafía, humedad del suelo e isolíneas del nivel freático; los cuales deberán determinarse mediante estudios geológicos, hidrológicos, geotécnicos y geofísicos.

Para definir la influencia de los factores condicionantes y los umbrales de los sismos que detonan el fenómeno se deberá elaborar un inventario de casos que hayan ocurrido en un periodo no menor a 100 años.

Se deberá incluir tres mapas de peligro por cada sistema expuesto, asociados a aceleraciones del terreno producto de sismos con periodos de retorno de 20, 50 y 100 años; según los umbrales que se definan en el inventario y los procedimientos que se indican en el Anexo 3.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:5,000 a 1:10,000.

Todos los mapas, estudios, procedimientos y análisis empleados deberán incluir un informe en el que se incluya la memoria de cálculo, los criterios y las metodologías utilizadas para la elaboración de los mapas en formatos compatibles con el ANR.

### Vulnerabilidad

Se elaborarán las funciones de vulnerabilidad necesarias en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se deberán realizar con base en las características físicas de los sistemas expuestos, según la intensidad del fenómeno; la cual estará definida por el porcentaje de la pérdida de capacidad de carga del subsuelo.

Se deberán incluir mapas de vulnerabilidad por cada tipo de sistema expuesto, fundamentados con funciones de vulnerabilidad según la tipología del sistema expuesto y las intensidades (porcentaje de la pérdida de capacidad de carga del subsuelo) que se determinen con el mapa de peligro.

Todos los mapas y análisis de vulnerabilidad que se entreguen deberán estar acompañados de sus respectivos informes, memorias de cálculo, funciones de vulnerabilidad y bases de datos que incluyan los catálogos de funciones de vulnerabilidad en formatos que sean compatibles con el ANR.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de riesgo por cada sistema expuesto que se analice, indicando los costos del daño esperado en la infraestructura básica debido a la licuación de suelos, así como la memoria de cálculo para los periodos de retorno considerados en el estudio.

Se podrá usar cualquier metodología que cumpla con lo establecido en diferentes publicaciones técnicas. Así como las metodologías que cumplan con lo descrito en esta guía de contenido mínimo.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:5,000 a 1:10,000.

## KARSTIFICACIÓN

En la evaluación del riesgo por karst se analiza la intensidad con la que se ha desarrollado este fenómeno en la región, para con ello construir los posibles escenarios de peligro.

### Peligro

En relación con el fenómeno de karst, el CENAPRED carece de una metodología para elaborar atlas de peligros. La evaluación del peligro kárstico deberá realizarse considerando los siguientes factores:

a. Factor litológico: Los procesos de karstificación, son susceptibles de producirse en lo que se conoce como rocas solubles. Sin embargo, rocas que aparentemente son insolubles se convierten en solubles con el paso del tiempo, como es el caso de las cuarcitas.

b. Factor estructural: La tectónica es la que genera las familias de fallas y de diaclasas que se observan en los macizos kársticos. Los procesos de tensión y descompresión producen fracturas en las rocas, que luego serán aprovechadas por las aguas superficiales para introducirse en el subsuelo.

c. Factor hidrológico: Las regiones kársticas presentan un potencial para la contaminación de acuíferos especialmente grande, debido a que el sistema de drenaje subterráneo no presenta sistemas naturales de filtración y la mayoría de las formas del relieve funcionan como puntos de absorción del agua y los contaminantes, y a que el flujo es sumamente rápido, tanto el flujo difuso por fracturas como el flujo masivo por conductos.

d. Factor climático: Un rasgo fundamental en la disolución de los carbonatos, es la disponibilidad de agua, contenido de anhídrido carbónico (CO2) y temperatura. Condiciones influenciadas por el clima, debido a la cuantía de las precipitaciones y a la temperatura, que puede incrementar el poder de disolución del agua.

e. Factor temporal: La primera fase de karstogénesis es la generación, desde las zonas de absorción, de una red incipiente de drenaje a través de microfracturas. Progresivamente, algunas de las microfracturas conseguirán conectar con las zonas de surgencia, favoreciendo a través de ellas el flujo del agua, y sufriendo un notable ensanchamiento. A partir de aquí la formación de cavidades ya es relativamente rápida.

La identificación del peligro por karst deberá realizarse a partir de la integración y el análisis de la siguiente información

a. Mapa topográfico (escala 1: 10,000 mínima).

b. Mapa geológico (escala 1: 10,000 mínima).

c. Mapas de Karst de la República Mexicana (Espinasa-Pereña, 1991, 2007)

d. Análisis del tipo de drenaje superficial, vertical y subterráneo.

e. Valor de caudal circulante.

f Identificación y georreferenciación de formas del relieve de tipo kárstico.

g. Mapa geomorfológico y de densidad de lineamientos (Escala 1: 10,000 mínima).

h. Aplicación de métodos geofísicos (eléctricos, gravimétricos, sísmico, radar de penetración).

i. Geoquímica de aguas.

Deberán construirse escenarios de peligro de hundimiento por la presencia del proceso de karstificación así como la probabilidad de que ocurran.

Además deberán elaborarse mapas de peligro por fenómeno kárstico, que identifiquen las zonas donde afectan los hundimientos con diferentes intensidades y periodos de retorno.

### Vulnerabilidad

Se deberán incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se deberán realizar con base en las características físicas de los sistemas expuestos; según la intensidad del fenómeno, la cual estará definida por la velocidad y la magnitud del hundimiento.

Se deberán incluir mapas de vulnerabilidad por cada tipo de sistema expuesto, fundamentados con funciones de vulnerabilidad según la tipología del sistema expuesto y las intensidades que se determinen con el mapa de susceptibilidad.

Todos los mapas y análisis de vulnerabilidad que se entreguen deberán estar acompañados de sus respectivos informes, memorias de cálculo, funciones de vulnerabilidad y bases de datos, que incluyan los catálogos de funciones de vulnerabilidad, en formatos que sean compatibles con el ANR.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de susceptibilidad de daño, indicándose el costo esperado del daño debido al fenómeno kárstico.

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida esperada de la zona de estudio.

## sIsmo

Para la evaluación del riesgo sísmico es necesario realizar el análisis de la distribución de aceleraciones máximas a las que un lugar específico podrá estar expuesto, considerando la ubicación en relación con zonas sísmicamente activas y diferentes periodos de retorno. Lo anterior con el fin de identificar y evaluar las zonas donde pudiera haber daños en la vivienda y en la infraestructura estratégica.

### Peligro

Se deberá incluir un mapa de localizaciones epicentrales e hipocentrales de sismos ocurridos en la zona en estudio, considerando la información histórica hasta la fecha. Con el fin de detectar peligros concatenados con la sismicidad local se deberá incluir, además, mapas geomorfolígicos destacando la topografía y la geología, para el caso de la hipsometría, patrón de drenaje, densidad de drenaje, densidad de profundidad, pendientes, densidad de fracturamiento y finalmente el mapa morfológico y los lineamientos geohidrológicos de la zona en estudio..

Se podrá incluir un mapa de intensidades (Escala de Mercalli Modificada) para cada uno de los sismos que hayan producido daños.

Se deberá incluir un mapa de peligro sísmico para periodos de retorno de 50, 100, 250, 500 y 1000 años. Se incluirán los productos utilizados para el cálculo del peligro sísmico, una explicación clara del método utilizado, así como la memoria de cálculo de los estudios probabilísticos para determinar la aceleración máxima esperada. Los mapas de peligro sísmico corresponden a mapas de aceleraciones máximas esperadas en la masa estructural de los sistemas expuestos; considerando los periodos fundamentales de las estructuras de 0.0 (aceleraciones del terreno), 0.5, 1.0 y 1.5 segundos.

Se deberá incluir un mapa de microzonificación sísmica de centros urbanos con más de 10,000 habitantes, prioritariamente en las zonas C y D de la Regionalización Sísmica de la Comisión Federal de Electricidad. Para ello, se deberá hacer un estudio de microzonificación de acuerdo con la metodología descrita en el anexo 4. Las amplificaciones del movimiento del terreno se deberán corroborar con más de un método. Se deberá incluir los productos utilizados para la elaboración del mapa, esto comprende las coordenadas de las estaciones utilizadas para los estudios de microzonificación sísmica, así como las señales de vibración ambiental, y una explicación de la metodología utilizada. .

Se deberá entregar un reporte que incluya la base de datos empleados en los estudios y el sustento técnico de los resultados.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se reportarán considerando, como parámetro de intensidad, la aceleración reportada en los mapas del estudio de peligro sísmico. Se podrá usar las funciones de vulnerabilidad del anexo 5.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas de acuerdo con el tipo de función de vulnerabilidad.

En el caso de que no se usen las funciones de vulnerabilidad del anexo 5, se deberá incluir el conjunto de valores de aceleración en la masa estructural contra porcentaje de daño, incluyendo su sustento teórico.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa del nivel de daño esperado en los sistemas expuestos, asociado a cada periodo de retorno. Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo que sustenta los mapas anteriormente mencionados. Para evaluar el riesgo, se podrá utilizar la metodología indicada en el anexo 5.

## Tsunami

En la evaluación del riesgo por tsunami es necesario realizar el análisis del oleaje generado por sismos locales, sismos lejanos, deslizamientos del talud continental, por lahares y/o flujos volcánicos producidos por actividad volcánica en costas o cercanos a lagunas. Se debe contar con información de batimetría y topografía de la zona en estudio; lo anterior con el fin de identificar las zonas donde pudiera haber daños a la población, vivienda e infraestructura estratégica. Todos los estudios deberán estar asociados a un periodo de retorno.

### Peligro

Se deberá elaborar un mapa de ocurrencia histórica de tsunamis originados por sismos locales y lejanos, con información de la altura máxima de ola en la línea de costa, cota máxima alcanzada sobre el nivel medio del mar y el área de inundación generada por la transgresión de la ola.

Este mapa deberá ser entregado por los estados que tengan áreas costeras susceptibles de afectación por tsunamis, indicados en la figura 1.12 del Anexo 6 y podrá ser entregado por los demás estados costeros.

Se podrá incluir un mapa de peligro por tsunamis generados por fuentes no sísmicas, como deslizamiento en el talud continental, por lahares y/o flujos volcánicos producidos por actividad volcánica en costas o cercanos a lagunas.

Se debería elaborar mapas de peligro por tsunami asociados a eventos con periodos de retorno de 50, 100, 250, 500 y 1000 años, en los que se reporten, como parámetros de intensidad del fenómeno, la altura máxima de ola en la línea de costa, la cota máxima alcanzada sobre el nivel medio del mar y el área de inundación generada por la transgresión de la ola. La altura máxima de oleaje para dicho mapa se podrá calcular utilizando modelación numérica por medio del método descrito en el anexo 24. El reporte del estudio deberá incluir los insumos utilizados para el cálculo del peligro, así como una explicación clara del método utilizado.

La magnitud del sismo a considerar se estimará a partir de una ley Gutenberg–Richter para las zonas sismogenéticas que tengan influencia en el área de estudio. Se incluirán los productos utilizados para el cálculo del peligro por tsunami así como una explicación clara del método utilizado.

Estos mapas deberán ser entregados por los estados que tengan áreas costeras, indicados en la figura 1.12 del Anexo 6

Finalmente, se deberá incluir la memoria de cálculo, así como los productos utilizados para la elaboración de los mapas, indicando el método y la base de datos empleada.

### Vulnerabilidad

Se incluirán las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en el tirante de inundación, (o altura máxima de ola), y la velocidad de la masa de agua en movimiento, como los parámetros de intensidad de la función.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas de acuerdo con el tipo de función de vulnerabilidad aplicable.

Se deberá incluir el conjunto de valores que definen a las funciones de vulnerabilidad usadas en el estudio, como es el parámetro de intensidad y el porcentaje de daño, incluyendo su sustento técnico.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de susceptibilidad de daño y costo esperado por ocurrencia de tsunami generado por sismo local, sismo lejano, deslizamiento del talud continental por lahares y/o flujos volcánicos producidos por actividad volcánica en costas o cercanos a lagunas.

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida esperada de la zona de estudio

## Vulcanismo

En la evaluación del riesgo por vulcanismo, se realiza el análisis de los peligros o amenazas volcánicas considerando el relieve y topografía de la zona de estudio, con el fin de identificar las zonas donde pudiera haber daños en la población, vivienda e infraestructura estratégica, por los efectos de los distintos fenómenos asociados a las erupciones volcánicas.

### Peligro

Una adecuada evaluación de los peligros o amenazas volcánicas deberá estar basada primordialmente en tres factores:

a. Deberá identificar claramente del tipo de actividad y manifestaciones que un volcán o región volcánica es capaz de producir y sus alcances, basada en el análisis de la actividad pasada y en la conformación del terreno y morfología del volcán y sus alrededores.

b. Deberá identificar la distribución estadística que siguen los patrones eruptivos en el tiempo como función de sus magnitudes, esto es, las tasas a las que se producen las distintas manifestaciones que exceden cierto tamaño sobre cada región del entorno.

c. Además analizará el comportamiento estadístico de factores externos que pueden inducir o modificar algunas de las manifestaciones volcánicas como son principalmente agentes meteorológicos e hidrológicos tales como patrones de viento, de lluvia o de trayectorias y caudales de ríos, y la presencia de glaciares o lagunas.

Se debe estimar la probabilidad de que ocurra alguna erupción o manifestación específica, en un intervalo de tiempo determinado. Para ello se utilizarán dos parámetros fundamentales: I) el Índice de Explosividad Volcánica VEI definido en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Geológicos anexo 6. II) la tasa eruptiva, esto es la tasa media a la que han ocurrido erupciones de cierta magnitud o rango de magnitudes en el tiempo.

Además, se deberá identificar plenamente si el volcán o volcanes bajo estudio son capaces de producir cada uno de los distintos fenómenos volcánicos primarios o secundarios y evaluarlos;

Peligros primarios: caída de ceniza, proyectiles balísticos, flujos de lava, flujos piroclásticos, avalancha de escombros, lahares, deslizamientos, gases volcánicos y sismos volcánicos;

Peligros secundarios: Inundaciones, tsunamis, contaminación de aguas subterráneas y manantiales, geotermalismo. Éstos están definidos en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Fenómenos Geológicos anexo 6 o cualquier otro peligro que se identifique mediante estudios geológicos.

Se deberá definir los escenarios de amenaza volcánica: Estimar las probabilidades que alguna de las diversas manifestaciones volcánicas alcance y afecte una cierta región en un intervalo de tiempo dado. Esto determinaría el peligro o amenaza volcánica asociado a esa manifestación particular.

Se deberá elaborar un Mapa de Peligros Volcánicos (escala mínima 1:20,000): Los mapas de peligros volcánicos, representarán cartográficamente la extensión o área probable que puede ser afectada por los productos emitidos en cualquiera de las manifestaciones volcánicas. Se deberá considerar todas las áreas, incluyendo las más alejadas: las cenizas volcánicas pueden dispersarse a distancias superiores a los 100 km; los lahares pueden inundar drenajes, pendiente abajo del área de influencia del volcán.

Las áreas de posible afectación se delimitarán a partir de la información geológica, cronológica y vulcanológica obtenida. Adicionalmente, para algunos tipos de productos volcánicos se podrán realizar simulaciones de las trayectorias que tomarían durante una futura erupción a partir de software específico de modelación.

En el mapa se deberá distinguir entre los peligros primarios, y secundarios

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en el alcance e intensidad de cada uno de los fenómenos volcánicos que daña la infraestructura básica y vivienda.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas de acuerdo con el tipo de función de vulnerabilidad para cada uno de los peligros volcánicos, primarios y secundarios.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de susceptibilidad de daño y costo esperado del daño debido a cada uno de los peligros volcánicos.

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida esperada de la zona de estudio.

## Hundimiento y agrietamiento del terreno

La evaluación del riesgo por este fenómeno es complicada debido al gran número de factores que influyen en su desarrollo y evolución, así como por las causas que lo detonan. No obstante, para la evaluación de las zonas o áreas susceptibles al mismo, se realizan análisis considerando los factores naturales y no naturales que lo desencadenan y se implementan medidas de monitoreo para conocer su distribución y evolución en una zona o región. La vulnerabilidad o funciones de vulnerabilidad de los sistemas expuestos a este fenómeno se determinan con base en las características físicas de dichos sistemas, según la velocidad y/o la magnitud del mismo.

### Susceptibilidad

Se deberá incluir un mapa por cada uno de los factores que condicionan la susceptibilidad al fenómeno como: geología (depósitos lacustres aluviales, fluviales y aluvio-lacustres), estratigrafía, humedad del suelo e isolíneas del nivel freático, zonas minadas, cavernas; los cuales deberán determinarse mediante estudios geológicos, geohidrológicos, geotécnicos y geofísicos.

Para la cuantificación y evolución del fenómeno se deberán utilizar imágenes de satélite, levantamientos LIDAR, imágenes aéreas, estudios topográficos u otras técnicas que permitan determinar las áreas de afectación y de ocurrencia del fenómeno. Para el caso de fotografías se deberán hacer análisis e interpretaciones en un periodo de tiempo no menor a 20 años (inventario). Para los análisis de susceptibilidad se podrán utilizar los procedimientos que se indican en las referencias del anexo 7. Se deberá incluir toda la información que se genere o se utilice para los análisis de susceptibilidad, incluyendo un informe o memoria descriptiva con la metodología utilizada.

Para los casos en los que se analicen los fenómenos de hundimiento y agrietamiento del terreno, asociados a la extracción de agua, se deberá elaborar un inventario de los pozos de extracción de agua, donde se especifique el año de instalación del pozo, las profundidades y los gastos de extracción. Así mismo, se deberán realizar estudios para establecer la relación de la tasa de crecimiento de la población, contra la demanda de agua y la evolución de los fenómenos.

Se deberá contar con información fehaciente de las autoridades locales, estatales y/o federales que competen.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

Todos los mapas, procedimientos y análisis empleados se deberán incluir en un informe en el que se incluya la memoria de cálculo, los criterios y las metodologías utilizadas para la elaboración de los mapas. Así mismo, se deberá incluir las bases de datos utilizadas y los mapas de susceptibilidad en formatos compatibles con el ANR.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se deberán definir con base en las características físicas de los sistemas expuestos; según la intensidad del fenómeno, la cual estará definida por la velocidad y la magnitud del hundimiento total y/o diferencial.

Se deberá incluir mapas de vulnerabilidad por cada tipo de sistema expuesto, fundamentados con funciones de vulnerabilidad según la tipología del sistema expuesto y las intensidades que se determinen con el mapa de susceptibilidad.

Todos los mapas y análisis de vulnerabilidad que se desarrollen deberán estar acompañados de sus respectivos informes, memorias de cálculo, funciones de vulnerabilidad y bases de datos que incluyan los catálogos de funciones de vulnerabilidad en formatos que sean compatibles con el ANR.

### Estimación de daños

Se deberá incluir un mapa de estimación de daños por por cada sistema expuesto que se analice, indicando los costos del daño esperado en la infraestructura básica y edificación de vivienda, así como la memoria de cálculo.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

# Fenómenos Hidrometeorológicos

## Ciclón tropical, Inundaciones pluviales, Inundaciones fluviales, marea de tormenta (Inundaciones costeras), Inundaciones lacustres, Tormentas de nieve, Tormentas de granizo, Tormentas de electricidad, Sequías, Ondas cálidas y Ondas gélidas

### Sistemas expuestos

El sistema expuesto que se analice, deberá ser: población, vivienda e infraestructura estratégica anteriormente señalada.

Las características del sistema expuesto que se deberá analizar son: la tipología de vivienda y tiempo de vida de las viviendas en la zona de estudio. La tipología de vivienda deberá incluir la geometría general de la edificación, número de niveles y sistema constructivo.

Se deberá incluir la base de datos de los sistemas expuestos, así como su ubicación.

Asimismo, se estimará la población asentada en dicha zona; para ello, podrá incluir edad, sexo y capacidades diferentes.

Para el caso específico de:

Inundaciones costeras por marea de tormenta, pluviales, fluviales y lacustres, se deberá analizar, como parte del sistema expuesto, el menaje de la vivienda, y se estimará el valor del mismo en cada una de las viviendas en la zona de estudio. Para el cálculo del riesgo se podrá usar la estimación del costo de menaje con el método descrito en el anexo 8.

Tormentas de granizo y de nieve, los sistemas expuestos deberán incluir, además, techos de viviendas, cultivos y ganado.

Tormentas eléctricas, los sistemas expuestos deberán incluir, además, ganado.

Sequía, los sistemas expuestos deberán incluir, además, cultivos y ganado.

Ondas gélidas, los sistemas expuestos deberán incluir, sistemas de agua potable, cultivos y ganado.

Vientos fuertes, provocados por ciclones tropicales y tornados, en el caso de la vivienda, además se deberá considerar las siguientes características: sistema constructivo, sistema de techo, características de las bardas de colindancia y tipos de materiales usados en puertas y ventanas. Además, para la infraestructura urbana se deberá incluir las dimensiones generales de las superficies de mayor relevancia, por ejemplo, en las estaciones de distribución de gasolina, la altura de la techumbre y la superficie que cubre; en el caso de los anuncios espectaculares, las dimensiones máximas del anuncio y la altura de ubicación.

## INUNDACIONES COSTERAS POR MAREA DE TORMENTA

La marea de tormenta es el ascenso del nivel del mar generado por ciclones tropicales intensos en zonas bajas que colindan con el océano. Sobre este ascenso de nivel del mar también se presenta oleaje, que en ocasiones será importante considerar y calcular, sobre todo si hay vivienda o infraestructura sobre la playa.

### Peligro

Se deberá incluir mapas de inundaciones costeras asociados para tormenta tropical y para cada intensidad de huracán en la escala Saffir-Simpson (hasta seis mapas), donde el parámetro de intensidad es el tirante de agua o altura de inundación.

El cálculo de la marea de tormenta se obtendrá de acuerdo con un método simplificado descrito en el anexo 8 o cualquier otro método con características superiores.

Finalmente, se deberá incluir la memoria de cálculo para la elaboración de los mapas, indicando el método y la base de datos de trayectorias ciclónicas utilizadas.

Se podrá usar batimetría para el uso de metodologías más precisas.

Se podrá tomar en cuenta las fuerzas dinámicas generadas por la marea de tormenta y el oleaje que puedan dañar a las estructuras, la cuales deberán ser revisadas a la luz de un modelo numérico aplicado en la zona de estudio.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en el tirante de inundación que daña el menaje de cada vivienda. Se podrán usar las funciones de vulnerabilidad del anexo 9.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas de acuerdo con el tipo de función de vulnerabilidad.

En el caso de que no se utilicen las funciones de vulnerabilidad del anexo 9 se deberá incluir el conjunto de valores de tirante contra porcentaje de daño, o de la función de vulnerabilidad utilizada, incluyendo su sustento técnico.

En caso que se analicen las fuerzas dinámicas generadas por la marea de tormenta y el oleaje, deberán utilizarse funciones de vulnerabilidad que consideren dichas fuerzas contra el porcentaje de daño de las estructuras.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de la susceptibilidad de daño, en el cual se podrá incluir el costo anual esperado de daño por menaje de las viviendas debido a la inundación costera.

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada de la zona de estudio.

Se podrá usar la metodología para obtener el costo anual esperado de daño por menaje de las viviendas debido a la inundación costera, descrita en las referencias bibliográficas indicadas en el anexo 8.

En el análisis de riesgo se deberá estimar la población potencialmente afectable y, de preferencia, representar, mediante un mapa, la distribución de sus características.

En caso que se analicen las fuerzas dinámicas generadas por la marea de tormenta y el oleaje deberá calcularse el costo anual esperado de daño de las estructuras.

## Inundaciones fluviales

En la evaluación del riesgo de inundaciones fluviales se realiza el análisis de flujos superficiales en una dimensión, estableciéndose la variación de los gastos, velocidades y perfiles de la superficie libre del agua en los cauces de naturaleza perenne e intermitente de una cuenca de interés, para identificar las zonas donde puede presentarse un desbordamiento que genere una inundación y sus consecuentes daños, asociados a un periodo de retorno.

### Peligro

Se deberá incluir mapas de inundaciones fluviales calculadas con el tránsito hidráulico de hidrogramas de escurrimiento directo, asociados a los periodos de retorno siguientes: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 años. El parámetro de intensidad es el tirante de agua o profundidad de inundación.

El cálculo de hidrogramas de escurrimiento directo y su tránsito hidráulico sobre los cauces, mediante un análisis unidimensional de flujos, se realizará de acuerdo con las metodologías simplificadas descritas en el anexo 10, o cualquier otro método de características superiores. En los ríos perennes se podrá usar levantamientos batimétricos de los cauces para la obtención de resultados más precisos.

Cada uno de los hidrogramas anteriores estará asociado a una intensidad de precipitación con probabilidad de ocurrencia que corresponda con los periodos de retorno señalados. Estas lluvias se obtendrán de mapas de isoyetas, curvas hp-d-Tr, curvas i-d-Tr, o inclusive de estudios hidrológicos realizados con información de precipitaciones diarias registradas en estaciones climatológicas de la región de estudio. Cabe mencionar que se podrán utilizar los mapas de isoyetas, elaborados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, los cuales se encuentran disponibles en el portal del Atlas Nacional de México, en la sección de climatología, con la finalidad de validar los mapas obtenidos.

Finalmente, se deberá incluir la memoria de cálculo para la elaboración de los mapas, indicando el método y la base de datos de precipitaciones considerada.

### Vulnerabilidad

Se deberán incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en el tirante de inundación que daña el menaje de cada vivienda. Se podrán utilizar las funciones de vulnerabilidad del anexo 9.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas, de acuerdo con el tipo de vivienda y su función de vulnerabilidad.

En el caso de que no se utilicen las funciones de vulnerabilidad del anexo 9, se deberá incluir el conjunto de valores de tirante contra porcentaje de daño considerados, incluyendo su sustento técnico.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de la susceptibilidad de daño, en el cual se podrá incluir el costo del daño anual esperado por menaje de las viviendas debido a la inundación fluvial.

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada de la zona de estudio.

Para obtener el costo del daño anual esperado por menaje de las viviendas debido a la inundación fluvial, se podrá emplear la metodología descrita en el anexo 11.

## Inundaciones pluviales

En la evaluación del riesgo de inundaciones pluviales se realiza el análisis de flujos superficiales en dos dimensiones que son consecuencia de una lluvia distribuida espacial y temporalmente dentro de una cuenca de interés. Se calcula la variación en el tiempo de las profundidades y velocidades del escurrimiento sobre un terreno definido a partir de un modelo digital de elevaciones, y con este nivel de inundación asociado a un periodo de retorno, se estiman los daños sobre los bienes expuestos.

### Peligro

Se deberán incluir mapas de inundaciones pluviales calculadas con un análisis de flujos superficiales en dos dimensiones horizontales, ocurridos por el escurrimiento de la lluvia efectiva precipitada sobre la región de estudio, y asociada a los periodos de retorno siguientes: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 años. El parámetro de intensidad es el tirante de agua o profundidad de inundación.

Se realizará el cálculo de la lluvia efectiva a partir de la construcción de hietogramas con información de precipitación diaria registrada en la ubicación de estaciones climatológicas dentro del área de estudio. Los hietogramas requeridos se obtendrán con la metodología descrita en el anexo 12. La distribución espacial de la lluvia puntual calculada en las estaciones climatológicas podrá realizarse con el procedimiento descrito en el anexo 12, o mediante un cálculo simplificado como el de la lluvia media de los Polígonos de Thiessen.

El proceso de transformación de la lluvia efectiva en escurrimiento superficial se realizará con la aplicación de un modelo hidráulico en dos dimensiones horizontales, definido mediante las ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento y de conservación de la masa, suponiendo que las velocidades corresponden a su valor promedio en la vertical. La construcción del modelo matemático requerido para los cálculos puede realizarse tomando en cuenta los elementos teóricos descritos en el anexo 13. De otra forma, podrá utilizarse un modelo comercial o de acceso gratuito cuyo funcionamiento adecuado esté respaldado por su aplicación práctica con resultados exitosos debidamente acreditados. Respecto a los accidentes topográficos del terreno, se podrá utilizar la información LIDAR para obtener resultados más precisos.

Finalmente, se deberá incluir la memoria de cálculo para la elaboración de los mapas, indicando el método y la base de datos de precipitaciones considerada.

### Vulnerabilidad

Se deberán de incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en el tirante de inundación que daña el menaje de cada vivienda. Se podrán utilizar las funciones de vulnerabilidad del anexo 9.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas, de acuerdo con el tipo de vivienda y su función de vulnerabilidad.

En el caso de que no se utilicen las funciones de vulnerabilidad del anexo 9, se deberá incluir el conjunto de valores de tirante contra porcentaje de daño considerados, incluyendo su sustento técnico.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de susceptibilidad de daño, en el cual se podrá incluir el costo del daño anual esperado por menaje de las viviendas debido a la inundación pluvial

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada de la zona de estudio.

Para obtener el costo del daño anual esperado por menaje de las viviendas debido a la inundación pluvial, se podrá emplear la metodología descrita en el anexo 11.

## Inundaciones lacustres

La evaluación del riesgo por inundaciones lacustres se realiza mediante el análisis bidimensional de los escurrimientos, especialmente por el ingreso de una avenida hacia una zona lagunar, con la intención de establecer las variaciones de velocidad y cargas (niveles de agua) a lo largo del tiempo en todo el cuerpo de agua, y en caso de desbordamiento, identificar las zonas de inundación y el nivel de afectación de los bienes de un poblado de interés, respecto a periodos de retorno establecidos.

### Peligro

Se deberá incluir mapas de inundaciones lacustres calculadas con una simulación numérica de flujos superficiales en dos dimensiones horizontales, ocurridas especialmente por el ingreso de una avenida hacia una zona lagunar. El cálculo de los hidrogramas de las avenidas de ingreso se realizará de acuerdo con la metodología simplificada descrita en el anexo 10, o cualquier otro método de características superiores, asociados a los periodos de retorno siguientes: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 años.

Cada uno de los hidrogramas anteriores estará asociado a una intensidad de precipitación con probabilidad de ocurrencia que corresponda con los periodos de retorno señalados. Estas lluvias se obtendrán de mapas de isoyetas, curvas hp-d-Tr, curvas i-d-Tr, o inclusive de estudios hidrológicos realizados con información de precipitaciones diarias registradas en estaciones climatológicas de la región de estudio.

La simulación de flujos en la zona lagunar, que implica el cálculo de las variaciones de velocidad y cargas (niveles de agua) a lo largo del tiempo en todo el cuerpo de agua, se realizará con la aplicación de un modelo hidráulico en el que se analice el cambio de almacenamiento dentro de un volumen de control, mediante la aplicación de las ecuaciones de conservación de la cantidad de movimiento y de conservación de la masa. La construcción del modelo matemático requerido para los cálculos puede realizarse tomando en cuenta los elementos teóricos descritos en el anexo 13. De otra forma, podrá utilizarse un modelo comercial o de acceso gratuito cuyo funcionamiento adecuado esté respaldado por su aplicación práctica con resultados exitosos debidamente acreditados. Respecto a los accidentes topográficos del terreno, se podrá utilizar la información LIDAR para obtener resultados más precisos.

Finalmente, se deberá incluir la memoria de cálculo para la elaboración de los mapas, indicando el método y la base de datos de precipitaciones considerada.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio. Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en el tirante de inundación que daña el menaje de cada vivienda. Se podrán utilizar las funciones de vulnerabilidad del anexo 9.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad de las viviendas, de acuerdo con el tipo de función de vulnerabilidad.

En el caso de que no se utilicen las funciones de vulnerabilidad del anexo 9, se deberá incluir el conjunto de valores de tirante contra porcentaje de daño considerados, incluyendo su sustento técnico.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa de susceptibilidad de daño, en el cual se podrá incluir el costo del daño anual esperado por menaje de las viviendas debido a la inundación lacustre.

Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada de la zona de estudio.

Para obtener el costo del daño anual esperado por menaje de las viviendas debido a la inundación lacustre, se podrá emplear la metodología descrita en el anexo 11.

## Tormentas de nieve

En la evaluación de riesgo por tormentas de nieve se realizará el análisis de las alturas de nieve acumulada, para identificar los daños a las techumbres de las viviendas, asociados a diferentes periodos de retorno.

### Peligro

Se analizarán registros de nevadas en estaciones climatológicas, y se establecerán probabilidades anuales de ocurrencia.

Se deberá incluir la memoria de cálculo para la estimación de peligro por nevadas y las bases de datos de nevadas utilizadas.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio.

Se incluirá el conjunto de valores definitorios de la función: altura de nieve acumulada contra porcentaje de daño, o de la función de vulnerabilidad utilizada, incluyendo su sustento técnico, tomando en cuenta el párrafo anterior.

Se podrá incluir un mapa de sistemas expuestos vulnerables, por ejemplo, el de viviendas con techumbres, para diferenciarlos del de techos más resistentes o con cierta inclinación.

### Riesgo

Se incluirá un mapa de las afectaciones y la gravedad de estos, o una estimación del costo del daño anual esperado de los sistemas expuestos a nevadas.

Asimismo, se deberá incluir el análisis de las afectaciones o la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada en la zona de estudio.

En el análisis de riesgo se deberá estimar la población potencialmente afectable y, de preferencia, representar, mediante un mapa, la distribución de sus características.

## Tormentas de Granizo

En la evaluación de riesgo por tormentas de granizo se realizará el análisis de los espesores de capas de granizo acumulado o de diámetro del mismo, para identificar los daños a las techumbres de las viviendas, asociados a diferentes periodos de retorno.

### Peligro

Se analizarán registros de granizadas en estaciones climatológicas, y se establecen probabilidades anuales de que ocurran éstas.

Se deberá incluir la memoria de cálculo para la estimación de peligro por granizadas y las bases de datos utilizadas.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio.

Se incluirá el conjunto de valores definitorios de la función: espesores de capas de granizo acumulado o de diámetro del mismo, contra porcentaje de daño, o de la función de vulnerabilidad utilizada, incluyendo su sustento técnico, tomando en cuenta el párrafo anterior.

Se podrá incluir un mapa de sistemas expuestos vulnerables, por ejemplo, el de viviendas con techumbres, para diferenciarlos del de techos más resistentes o con cierta inclinación.

### Riesgo

Se incluirá un mapa de las afectaciones y la gravedad de estos, o una estimación del costo del daño anual esperado de los sistemas expuestos a granizadas.

Asimismo, se deberá incluir el análisis de las afectaciones, o la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada en la zona de estudio.

En el análisis de riesgo se deberá estimar la población potencialmente afectable y, de preferencia, representar, mediante un mapa, la distribución de sus características.

## Tormentas eléctricas

En la evaluación de riesgo por tormentas de electricidad se realizará el análisis de la frecuencia de las descargas eléctricas, para identificar los daños de los sistemas expuestos, asociadas a diferentes periodos de retorno.

### Peligro

Se analizarán registros de tormentas eléctricas en estaciones climatológicas, o en bases de datos de descargas eléctricas, y se establecerán probabilidades anuales de que ocurran éstas.

Se deberá incluir la memoria de cálculo para la estimación de peligro por tormentas eléctricas y las bases de datos utilizadas.

### Vulnerabilidad

Se puede considerar que si ante un evento de tormenta eléctrica, o bien, descargas eléctricas, se producirán daños.

Se deberá incluir el conjunto de relaciones entre tormentas eléctricas, o descargas eléctricas, contra porcentaje de daño, o de la función de vulnerabilidad utilizada, incluyendo su sustento técnico, tomando en cuenta el párrafo anterior.

### Riesgo

Se incluirá un resumen de las afectaciones y la gravedad de éstas, o una estimación del costo del daño anual esperado de los sistemas expuestos a tormentas o descargas eléctricas.

Asimismo, se deberá incluir el análisis de las afectaciones, o la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada en la zona de estudio.

En el análisis de riesgo se deberá estimar la población potencialmente afectable.

## Sequía

En la evaluación del riesgo por sequía se debe identificar la severidad y duración de la sequía asociándola sus respectivos periodos de retorno, para posteriormente hacer una estimación del costo de los daños en función de las enfermedades y decesos relacionados con la falta de agua potable en la población, pérdida de cultivos y ganado.

### Peligro

Se deberá caracterizar el fenómeno de la sequía para las zonas de estudio, utilizando cualquiera de los siguientes índices: índice de severidad de sequía de Palmer, índice de precipitación estandarizada o cualquier otro método que considere la severidad y duración de la sequía. Con los índices anteriores se podrán estimar periodos de retorno de los diferentes niveles de sequía: severa, crítica, catastrófica, etc. Utilizando la referencia indicada en el anexo 14.

Se deberá incluir la memoria de cálculo, base de datos de lluvia o escurrimientos utilizada y mapas que muestren los grados de sequía para las zonas de estudio.

### Vulnerabilidad

Se podrá elaborar funciones de vulnerabilidad del deterioro de la salud de la población y de su posible muerte ante la falta de agua potable, así como de pérdidas del cultivo y ganado al disminuir la dotación de agua. Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad y su sustento técnico.

### Riesgo

Se incluirá un resumen de las afectaciones y la gravedad de estos, a través de la evaluación socioeconómica de las sequías históricas.

Se podrá hacer una estimación del costo del daño anual esperado de enfermedades y decesos relacionados con la falta de agua potable en la población, y de la pérdida de cultivos y ganado.

En su caso, se deberá incluir la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada de la zona de estudio.

## Ondas gélidas

Para el caso de bajas temperaturas se deberá obtener información de la temperatura horaria de estaciones meteorológicas automáticas para calcular funciones de peligro. Por otro lado, se investigan las características sociales de la población para inferir su vulnerabilidad.

### Peligro

Se analizarán registros de temperaturas de estaciones meteorológicas, de preferencia automáticas, y se estimarán probabilidades de que ocurran ciertos eventos que rebasen umbrales de temperatura. Se podrá tomar en cuenta también su duración.

El cálculo del peligro por ondas gélidas se podrá obtener de acuerdo con el método descrito en el anexo 15, o cualquier otro método con características superiores.

Se deberá incluir la memoria de cálculo para la estimación de peligro por ondas gélidas y las bases de datos utilizadas.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir el conjunto de relaciones entre ondas gélidas, caracterizadas por las temperaturas alcanzadas, y en lo posible, su duración, contra porcentaje de daño, o de la función de vulnerabilidad utilizada, incluyendo su sustento técnico.

Se podrá tomar en cuenta para el caso de la vulnerabilidad de la población, su condición socioeconómica y edad.

Se podrá incluir un mapa de sistemas expuestos vulnerables, por ejemplo, el de viviendas precarias, para diferenciarlos del de viviendas más resistentes al frío.

Se podrán usar las funciones de vulnerabilidad mostradas en el anexo 16.

### Riesgo

Se incluirá un resumen de las afectaciones y la gravedad de estos, o una estimación del costo del daño anual esperado de los sistemas expuestos a ondas gélidas.

Asimismo, se deberá incluir el análisis de las afectaciones, o la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada en la zona de estudio.

En el análisis de riesgo se deberá estimar la población potencialmente afectable y, de preferencia, representar, mediante un mapa, la distribución de sus características.

## Ondas cálidas

En la evaluación del riesgo por ondas cálidas se debe de identificar las zonas en donde se presenta el fenómeno en función de la temperatura máxima determinando su correspondiente periodo de retorno y posteriormente hacer una estimación del costo de los daños en función de las enfermedades y decesos relacionados.

### Peligro

Se identificarán las ondas de calor fijando un umbral para la zona de estudio, con base en temperaturas máximas, y en un análisis más detallado se podrán incluir incluso las mínimas establecidas en las referencias de los anexos 17a y 17b.

Se deberá incluir la memoria de cálculo para la estimación de peligro por ondas de calor y las bases de datos utilizadas.

### Vulnerabilidad

Se podrá construir funciones de vulnerabilidad de la relación de las ondas de calor y las afectaciones que pudieran presentar la población.

Se deberá incluir un mapa de las características de las viviendas en la zona de estudio, para saber si se encuentran aptas ante el fenómeno de ondas de calor (si cuentan con aire acondicionado, con qué tipo de material está construido, etc.).

### Riesgo

Se incluirá un resumen de las afectaciones y la gravedad de estos, o una estimación del costo del daño anual esperado de la población por ondas de calor.

Asimismo, se deberá incluir el análisis de las afectaciones, o la memoria de cálculo de la pérdida anual esperada en la zona de estudio.

## vientos fuertes

### Peligro

Se deberá incluir mapas de escenarios de peligro por vientos fuertes (mapas de isotacas), indicando la velocidad regional del viento en km/h, a una altura de 10 metros sobre el terreno, factorizada por las características topográficas del sitio. Los mapas se deberán elaborar para tres periodos de retorno: 50, 200 y 2000 años.

Se deberá incluir la memoria de cálculo del proceso para la elaboración de los mapas, indicando el método, la base de datos utilizada y la información topográfica considerada. En relación con este último aspecto, se deberá incluir un mapa en escala 1:50,000, en el cual se presenten las características de topografía del terreno.

Finalmente, se deberá incluir los *Catálogos de velocidades regionales estándar*, en este caso la fuente más completa se podrá considerar los mapas de iguales velocidades regionales del Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento, de la Comisión Federal de Electricidad. Además, si se llegara a emplear información adicional local, se deberán incluir los *Catálogos de velocidades regionales de eventos extraordinarios locales*, registrados con estaciones locales.

### Vulnerabilidad

Se deberá incluir las funciones de vulnerabilidad consideradas en el estudio.

Las funciones de vulnerabilidad se estimarán con base en la velocidad de viento calculada a la altura del centroide de la superficie del obstáculo del elemento susceptible de ser dañado. Para algunos casos se podrá usar las funciones de vulnerabilidad del anexo 5.

Se deberá incluir un mapa de vulnerabilidad para las viviendas, otro para la infraestructura básica y otro para la infraestructura urbana de acuerdo con el tipo de función de vulnerabilidad.

En el caso de que no se usen las funciones de vulnerabilidad del anexo 5, se deberá incluir el conjunto de valores de velocidad de viento (km/h) contra porcentaje de daño o de la función de vulnerabilidad utilizada, incluyendo su sustento técnico.

La escala utilizada para los mapas de vulnerabilidad deberá ser consistente con la empleada en el rubro de sistemas expuestos.

### Riesgo

Se deberá incluir un mapa del nivel de daño en los sistemas expuestos asociado a cada periodo de retorno. Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo sustento de los mapas anteriores. Para evaluar el riesgo, se podrá utilizar la metodología indicada en el anexo 5 presentado en el apartado de peligro sísmico.

# FENÓMENOS QÍMICOS –TECNOLÓGICOS

Durante el almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas pueden presentarse como consecuencia de un accidente, los siguientes eventos:

• Fuga o derrame de sustancias tóxicas en estado gaseoso, líquido y sólido

• Incendios

• Explosiones.

Los accidentes con sustancias químicas pueden tener efectos negativos sobre:

• La población: provocando muerte lesión, invalidez, intoxicación o enfermedad, ya sea a corto, mediano o largo plazo.

• El ambiente: produciendo contaminación del suelo, aire, agua superficial y agua subterránea.

• Las construcciones: ocasionando daño a equipos, instrumentos, instalaciones industriales, casas y comercios

• La economía: debido a la suspensión de actividades productivas, pérdida de empleos, gastos de reconstrucción de viviendas y servicios públicos, así como gastos para el auxilio de la población afectada.

## Sistemas expuestos

Los sistemas expuestos a los peligros derivados del almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, así como de los incendios forestales estarán integrados por la zona en estudio, la traza urbana con manzanas de la zona en estudio, vías de comunicación, vivienda e infraestructura básica como son: hospitales, clínicas ,centros de salud, estaciones de bomberos, centros de recreación de emergencia, instalaciones de protección civil, e, escuelas, estancias infantiles, centros de reunión pública, edificios de gobierno, cruz roja, otros sistemas afectables de interés Para ello, se deberá usar la información sobre uso de suelo, actividad económica y población de instituciones locales y estatales, así como la generada por SEDATU , INEGI, PEMEX, SCT, entre otras.

Las características del sistema expuesto que se deberá analizar son la población y los efectos a la salud que ocasione el evento, que pueden ser intoxicaciones, quemaduras y en casos extremos la muerte.

Las escalas de representación de los mapas con los sistemas expuestos deberán ser de 1:1,000 hasta 1:10,000.

## ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

### Peligro

Para la determinación del peligro por el almacenamiento de sustancias peligrosas se deberán identificar y ubicar las instalaciones industriales, comerciales y de servicios que manejan sustancias y materiales peligrosos, las cuales representan un peligro a la población, al ambiente y a las instalaciones debido a las características de peligrosidad de las sustancias químicas que almacenan.

El propósito de la identificación de peligros es obtener la siguiente información:

• Tipo y cantidad de sustancias peligrosas que se manejan

• Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas

• Localizar las instalaciones de servicios que usan o almacenan materiales peligrosos

• Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas y determinar sus características de peligrosidad.

• Determinar el tipo de evento que puede ocurrir como consecuencia de una liberación de material peligroso, tal como incendio, explosión o nube tóxica.

Para realizar esta identificación se deberá tomar en cuenta las actividades e instalaciones considerando las disposiciones federales y estatales enlistadas en el Anexo 18

Se deberán entregar mapas con las posibles áreas de afectación en caso de que se presente un accidente que implique la liberación de una sustancia peligrosa, para cada tipo de evento: nubes tóxicas, incendio y explosión, para lo cual pueden considerarse las siguientes opciones.

1.- Emplear los radios de afectación reportados por las industrias consideradas altamente riesgosas, contenidos en los programas de prevención de accidentes y los estudios de riesgo presentados ante la SEMARNAT.

2.- Emplear los radios de afectación contenidos en el análisis de riesgo y/o en los programas internos de protección civil o su equivalente, que las autoridades de protección civil estatales y municipales solicitan a las empresas que almacenan, producen, comercializan, utilizan o disponen sustancias y materiales peligrosos.

3.- Si no se cuenta con los radios de afectación reportados por la empresa, éstos deberán determinarse mediante el uso de modelos matemáticos que determinen las consecuencias derivadas de un accidente con sustancias peligrosas. La selección de las sustancias peligrosas para las cuales se llevará a cabo el cálculo de las áreas de afectación se hará considerando el grado de riesgo de la sustancia para la Salud, Inflamabilidad y Reactividad de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas.

Deberán considerarse aquellas sustancias que tengan un valor de 3 y 4 en uno o más de los grados de riesgo y comparar el volumen de almacenamiento de estas sustancias con las cantidades de reporte que se encuentran en el 1er listado y 2° listado de actividades altamente riesgosas, con el listado contenido en la NOM-028-STPS-20122 y los listados que las autoridades estatales han emitido para regular las actividades riesgosas o de riesgo.

Los criterios para definir las zonas de riesgo y amortiguamiento en los alrededores de la instalación para nube tóxica la concentración de la sustancia en el aire, para incendio la radiación térmica y para explosión las ondas de sobrepresión. Para el cálculo de estas áreas de afectación se deberán emplear programas de modelación como el SCRI, ALOHA, PHAST, etc. Los cuales requieren considerar las condiciones meteorológicas del lugar, las propiedades fisicoquímicas de la sustancia involucrada en el accidente, los límites permisibles de afectación y establecer las condiciones particulares del escenario del accidente.

Deberán considerarse dos escenarios para cada evento de accidente que son el peor caso y el caso alternativo o más probable, los cuales se definen en el Anexo 19

Deberá ubicarse en un mapa por cada municipio y en un mapa estatal, las empresas geo-referenciadas que almacenen sustancias peligrosas determinadas de acuerdo con lo señalado en los puntos anteriores, y se deberán trazar las zonas de afectación como consecuencia de una nube tóxica, incendio o explosión obtenidas a partir de los escenarios simulados mediante un modelo matemático o con la información reportada por las empresas e instalaciones en el programa de prevención de accidentes, estudio de riesgo o programa interno de protección civil.

Deberá elaborarse una base de datos con la información de las instalaciones industriales, comerciales y de servicios, que incluya el nombre de la empresa, actividad industrial, sustancias peligrosas almacenadas, volumen almacenado, dirección, coordenadas geográficas y los criterios empleados para establecer las zonas de riesgo y amortiguamiento.

### Vulnerabilidad

Para establecer la vulnerabilidad de los sistemas expuestos por el almacenamiento de sustancias peligrosas, se desarrollará exclusivamente la vulnerabilidad de las personas y la vulnerabilidad de las instalaciones (propiedades, bienes, equipos, etc.).

La vulnerabilidad de las personas se establecerá considerando la susceptibilidad a sufrir un daño, por fenómenos de tipo mecánico (ondas de sobre presión, impulso, proyectiles), térmico (radiación térmica) y toxicológico; para el caso de la vulnerabilidad de las instalaciones se considerará el daño por fenómenos de tipo mecánico y térmico. Las ecuaciones empleadas deberán establecer una relación dosis-efecto (respuesta).

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro, se deberá realizar un análisis y determinar la población e instalaciones que están ubicadas dentro de las áreas y distancias de riesgo y amortiguamiento.

Se deberá realizar la determinación de las frecuencias y probabilidades de que ocurra un accidente en la empresa y que pueda afectar a la población ubicada dentro de las zonas de afectación.

Se deberá entregar un mapa del nivel de daño en los sistemas expuestos asociado a cada escenario de accidente considerado en el estudio. Asimismo, se deberá entregar la memoria de cálculo sustento de los mapas anteriores.

### Riesgo

Se deberán entregar mapas de riesgo donde se incluya cada una de las instalaciones donde se almacenen o manejen sustancias peligrosas, indicando los valores del riesgo individual (curvas de isoriesgo) y el valor del riesgo social correspondiente, los costos del daño esperado en la infraestructura básica para cada escenario de accidente considerado, así como las memorias de cálculo correspondientes como sustento de los mapas anteriores.

Se podrá usar cualquiera de las metodologías para la evaluación cuantitativa del riesgo en el almacenamiento de materiales peligrosos que cumpla con lo establecido anteriormente.

Para fines de planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

## Autotransporte de sustancias peligrosas

Los accidentes en el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos son eventos en los que puede ocurrir una liberación de éstos y tener un impacto considerable al ambiente, a las propiedades y a las personas próximas al sitio del incidente. El riesgo en el transporte depende en primer lugar de las características peligrosas de cada sustancia, material o residuo, las cuales se manifestarán en las consecuencias específicas de los eventos que puedan presentarse.

El transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos incluye al autotransporte, transporte ferroviario y transporte de sustancias peligrosas por ductos o tuberías.

El autotransporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos se realiza en las carreteras, calles, avenidas y otras vías de comunicación del país, en esta actividad se emplean diversos tipos y arreglos de vehículos y unidades de arrastre.

### Peligro

Para establecer el peligro por autotransporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos como primera alternativa se deberá utilizar el procedimiento incluido en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Químicos e incluida en el Anexo 20 este procedimiento es simplificado; sin embargo, la metodología aplicada para la obtención de las distancias de afectación posee una base estadística muy detallada y consistente. En caso contrario deberá emplearse alguna de las metodologías para la evaluación cuantitativa del riesgo en el transporte de sustancias y materiales peligrosos.

Se deberán elaborar mapas georreferenciados por cada municipio y mapas georreferenciados a nivel estatal que incluyan las trayectorias de las carreteras, calles, avenidas u otras vías de comunicación por las que se transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos.

En estos mapas se deberán identificar las sustancias peligrosas transportadas. Para cada sustancia peligrosa se deberán establecer los tipos de evento químico considerados (fuga, derrame, incendio o explosión), determinar las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) correspondientes.

Cada uno de los mapas anteriores deberá tener asociada una base de datos que contenga para cada carretera, calle, avenida u otra vía de comunicación la información sobre la sustancia o material identificado, los eventos considerados, las correspondientes distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) obtenidas y los parámetros empleados para determinar dichas distancias, los parámetros empleados para la modelación de escenarios; los niveles de toxicidad, inflamabilidad y sobrepresión empleados; las características de cada vía de comunicación considerada; el número promedio de unidades que transitan diariamente (tráfico promedio diario); la frecuencia o tasa de accidentes con sustancias y materiales peligrosos; la probabilidades condicionales para cada tipo de evento considerado, así como otros parámetros empleados e información de interés para cada municipio.

En caso de haberse diseñado escenarios de accidentes para la obtención de las distancias de afectación y las correspondientes modelaciones o simulaciones, se deberán incluir las memorias de cálculo para cada uno de estos escenarios.

### Vulnerabilidad

Para determinar la vulnerabilidad de los sistemas expuestos por el autotransporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos se desarrollará exclusivamente la vulnerabilidad de las personas y la vulnerabilidad de las instalaciones (propiedades, bienes, equipos, etc.).

La vulnerabilidad de las personas se establecerá considerando la susceptibilidad a sufrir un daño, por fenómenos de tipo mecánico (ondas de sobre presión, impulso, proyectiles), térmico (radiación térmica) y toxicológico; para el caso de la vulnerabilidad de las instalaciones se considerará únicamente el daño por fenómenos de tipo mecánico y térmico. Las ecuaciones empleadas para establecer la vulnerabilidad deberán establecer una relación dosis-efecto (respuesta).

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.3.1, se deberá realizar un análisis y determinar la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación). También se deberá determinar la probabilidad de que la población y las instalaciones dentro de estas áreas sean afectadas.

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.3.1, se deberá determinar la vulnerabilidad de la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación).

Se deberá elaborar un mapa donde se establezca el tipo o nivel de daño a la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) para cada escenario de accidente considerado en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.3.1. Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo sustento de los mapas anteriores.

Se deberá elaborar una base de datos que concentre la información establecida para los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.3.1; y adicionalmente deberá incluir la probabilidad de que la población y las instalaciones sean afectadas por cada uno de los eventos que fueron establecidos para la elaboración de los mapas de peligro, el tipo o nivel de daño a la población e instalaciones y las ecuaciones de dosis-efecto (respuesta) utilizadas.

### Riesgo

Se deberán elaborar mapas de riesgo para cada una de las carreteras, calles, avenidas o vías de comunicación por las cuales se transporten sustancias, materiales y residuos peligrosos, donde se indiquen los valores o niveles del riesgo individual (curvas de isoriesgo) y del riesgo social correspondiente. Los valores de riesgo anteriores deberán determinarse para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.3.1 a los que se deberá integrar los resultados correspondientes de vulnerabilidad de acuerdo a 6.3.2, Asimismo, deberán entregarse las memorias de cálculo correspondientes como sustento de los mapas de riesgo.

Se podrá usar cualquiera de las metodologías para la evaluación cuantitativa del riesgo en el transporte de materiales peligrosos que cumpla con lo establecido anteriormente.

Para fines de planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

## Transporte Ferroviario

El transporte ferroviario transporta grandes cantidades de sustancias y materiales peligrosos en las diferentes rutas establecidas en el país, para esta actividad se emplean diversos tipos de unidades de arrastre como son los carrotanques, furgones, contenedores y tolvas.

### Peligro

Para establecer el peligro por el transporte ferroviario de sustancias, materiales y residuos peligrosos como primera alternativa se deberá utilizar el procedimiento incluido en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Químicos, el cual está contenido en el Anexo 20, este procedimiento es simplificado; sin embargo, la metodología aplicada para la obtención de las distancias de afectación posee una base estadística muy detallada y consistente. En caso contrario deberá emplearse alguna de las metodologías para la evaluación cuantitativa del riesgo en el transporte ferroviario de sustancias y materiales peligrosos.

Se deberán elaborar mapas georreferenciados por cada municipio y mapas georreferenciados a nivel estatal que incluyan las trayectorias de las vías férreas por las que se transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos. En estos mapas se deberán identificar las sustancias peligrosas transportadas, para cada sustancia peligrosa se deberán establecer los tipos de evento químico considerados (fuga, derrame, incendio o explosión), determinar las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) correspondientes.

Cada uno de los mapas anteriores deberá tener asociada una base de datos que concentre para cada vía férrea la información sobre la sustancia o material identificado, los eventos considerados, las correspondientes distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) obtenidas y los parámetros empleados para determinar dichas distancias, los niveles de toxicidad, inflamabilidad y sobrepresión empleados; las características de cada vía férrea considerada; el número promedio de unidades que transitan diariamente (tráfico promedio diario); la frecuencia o tasa de accidentes con sustancias y materiales peligrosos; la probabilidades condicionales para cada tipo de evento considerado, así como otros parámetros empleados e información de interés para cada municipio.

En caso de haberse diseñado escenarios de accidentes para la obtención de las distancias de afectación y las correspondientes modelaciones o simulaciones, se deberán incluir las memorias de cálculo para cada uno de estos escenarios.

### Vulnerabilidad

Para determinar la vulnerabilidad de los sistemas expuestos por el transporte ferroviario de sustancias, materiales y residuos peligrosos se desarrollará exclusivamente la vulnerabilidad de las personas y la vulnerabilidad de las instalaciones (propiedades, bienes, equipos, etc.).

La vulnerabilidad de las personas se establecerá considerando la susceptibilidad a sufrir un daño, por fenómenos de tipo mecánico (ondas de sobre presión, impulso, proyectiles), térmico (radiación térmica) y toxicológico; para el caso de la vulnerabilidad de las instalaciones se considerará únicamente el daño por fenómenos de tipo mecánico y térmico. Las ecuaciones empleadas para establecer la vulnerabilidad deberán establecer una relación dosis-efecto (respuesta).

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.4.1, se deberá realizar un análisis y determinar la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación); y se deberá determinar la probabilidad de que la población y las instalaciones dentro de estas áreas sean afectadas

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.4.1, se deberá determinar la vulnerabilidad de la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación).

Se deberá elaborar un mapa donde se establezca el tipo o nivel de daño a la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) para cada escenario de accidente considerado en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.4.1 Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo sustento de los mapas anteriores.

Se deberá elaborar una base de datos que concentre la información establecida para los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 64.1; y adicionalmente deberá incluir la probabilidad de que la población y las instalaciones sean afectadas por cada uno de los eventos que fueron establecidos para la elaboración de los mapas de peligro, el tipo o nivel de daño a la población e instalaciones y las ecuaciones de dosis-efecto (respuesta) utilizadas.

### Riesgo

Se deberán elaborar mapas de riesgo para cada una de las vías férreas por las cuales se transporten sustancias, materiales y residuos peligrosos, donde se indiquen los valores o niveles del riesgo individual (curvas de isoriesgo) y del riesgo social correspondiente. Los valores de riesgo anteriores deberán determinarse para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.4.1, a los que se deberá integrar los resultados correspondientes de vulnerabilidad de acuerdo a 6.4.2, Asimismo, deberán entregarse las memorias de cálculo correspondientes como sustento de los mapas de riesgo.

Se podrá usar cualquiera de las metodologías para la evaluación cuantitativa del riesgo en el transporte ferroviario de materiales peligrosos que cumpla con lo establecido anteriormente.

Para fines de la planeación del territorio y el desarrollo urbano los mapas deberán ser elaborados con escalas de 1:1,000 a 1:10,000.

## Transporte por Ductos

El transporte por ductos o tuberías de sustancias peligrosas se realiza de acuerdo con las disposiciones de la Secretaría de Energía y, en el caso de Petróleos Mexicanos se aplica adicionalmente normatividad propia. Se deberá entender por ductos o tuberías de sustancias peligrosas a los sistemas de transporte y los sistemas de distribución de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas.

### Peligro

Para establecer el peligro por el transporte de sustancias peligrosas por ducto como primera alternativa se deberá utilizar el procedimiento incluido en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Químicos, el cual está contenido en el Anexo 21, este procedimiento establece distancias de seguridad para niveles establecidos de radiación térmica, inflamabilidad y sobrepresión. Sin embargo, si se cuenta con el Estudio de Riesgo Ambiental o con el Programa de Prevención de Accidentes que los operadores de ductos deben elaborar y entregar a la SEMARNAT, y una copia debe ser entregada a las autoridades de Protección Civil, se deberán incorporar al Atlas de Peligros y Riesgos Estatal o Municipal los resultados para los escenarios de liberación en el peor caso y caso alternativo referidos en estos documentos.

Cuando se emplee el procedimiento incluido en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Químicos, se deberán elaborar mapas georreferenciados por cada municipio y mapas georreferenciados a nivel estatal que incluyan las trayectorias de los ductos por las que se transportan sustancias peligrosas, deberán incluir las distancias de seguridad obtenidas de acuerdo a la tabla correspondiente, en lugar de las distancias de riesgo y amortiguamiento.

Cada uno de los mapas anteriores deberá tener asociada una base de datos que concentre para cada ducto las sustancias químicas que son transportadas a través de éstos, características de los ductos, los eventos considerados, las distancias de seguridad obtenidas y los parámetros empleados para determinar dichas distancias. Asimismo, deberá contener; nombre del ducto, nombre del propietario o administrador del ducto, diámetro y presión de operación del ducto, los niveles de toxicidad, inflamabilidad y sobrepresión empleados; teléfonos de emergencia, así como otra información de interés.

Cuando no se aplique el procedimiento citado anteriormente, deberá emplearse alguna de las metodologías aplicables para la evaluación cuantitativa del riesgo en el transporte de sustancias peligrosas por ducto.

En este caso se deberán elaborar mapas georreferenciados por cada municipio y mapas georreferenciados a nivel estatal que incluyan las trayectorias de los ductos por las que se transportan sustancias peligrosas; en estos mapas se deberán identificar las sustancias peligrosas transportadas, los tipos de eventos químicos considerados (fuga, derrame, incendio o explosión), y determinar las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) correspondientes.

Cada uno de los mapas anteriores deberá tener asociada una base de datos que concentre para cada ducto sustancias químicas que son transportadas, características de los ductos, los eventos considerados, las correspondientes distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) obtenidas y los parámetros empleados para determinar dichas distancias, el nombre del ducto, nombre del propietario o administrador del ducto, diámetro y presión de operación del ducto, los criterios empleados para establecer los escenarios o eventos; los niveles de toxicidad, inflamabilidad y sobrepresión empleados; las características de cada ducto o segmento considerado; la frecuencia o tasa de accidentes; la probabilidades condicionales para cada tipo de evento considerado; teléfonos de emergencia, así como otros parámetros empleados e información adicional de interés .

En caso de haberse diseñado escenarios de accidentes para la obtención de las distancias de afectación y las correspondientes modelaciones o simulaciones, se deberán incluir las memorias de cálculo para cada uno de estos escenarios.

### Vulnerabilidad

Para determinar la vulnerabilidad de los sistemas expuestos por el transporte de sustancias peligrosas por ducto se desarrollará exclusivamente la vulnerabilidad de las personas y la vulnerabilidad de las instalaciones (propiedades, bienes, equipos, etc.).

La vulnerabilidad de las personas se establecerá considerando la susceptibilidad a sufrir un daño, por fenómenos de tipo mecánico (ondas de sobre presión, impulso, proyectiles), térmico (radiación térmica) y toxicológico; para el caso de la vulnerabilidad de las instalaciones se considerará únicamente el daño por fenómenos de tipo mecánico y térmico. Las ecuaciones empleadas para establecer la vulnerabilidad deberán establecer una relación dosis-efecto (respuesta).

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.5.1, se deberá realizar un análisis y determinar la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación), se deberá determinar la probabilidad de que la población y las instalaciones dentro de las áreas sean afectadas.

Para cada uno de los escenarios de accidentes incluidos en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.5.1, se deberá determinar la vulnerabilidad de la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación).

Se deberá elaborar un mapa donde se establezca el tipo o nivel de daño a la población e instalaciones dentro de las áreas y distancias de riesgo (aislamiento) y amortiguamiento (evacuación) para cada escenario de accidente considerado en los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.5.1. Asimismo, se deberá incluir la memoria de cálculo sustento de los mapas anteriores.

Se deberá elaborar una base de datos que concentre la información establecida para los mapas de peligro desarrollados de acuerdo a 6.5.1; y adicionalmente deberá incluir la probabilidad de que la población y las instalaciones sean afectadas por cada uno de los eventos que fueron establecidos para la elaboración de los mapas de peligro, el tipo o nivel de daño a la población e instalaciones y las ecuaciones de dosis-efecto (respuesta) utilizadas.

### Riesgo

Para determinar el riesgo y elaborar los mapas correspondientes se deberán emplear las metodologías basadas en el análisis cuantitativo de riesgo y las metodologías basadas en índices de riesgo.

Para establecer el riesgo en los sistemas de transporte y distribución de sustancias peligrosas por ducto se requiere de información específica para cada uno de los segmentos que integran la trayectoria de éste; esta información de manera general incluye: condiciones de diseño, condiciones presentes, mantenimiento, condiciones de operación, corrosión, sistemas de protección, anomalías detectadas, frecuencias de falla, entre otros. Debido a lo anterior los mapas de riesgo solo podrán ser elaborados por las empresas administradoras o propietarias de estos ductos que posean dicha información.

## INCENDIOS FORESTALES

Los incendios forestales son eventos que se generan por la intervención de una serie de fenómenos tanto antrópicos como naturales; pueden ser causados esporádicamente de forma natural como un proceso de regeneración para los bosques; sin embargo, la mayoría de éstos se deben a la intervención de factores como la tala inmoderada, el turismo no ecológico, la cercanía de terrenos de cultivo a los bosques, cambio de uso de suelo, la cercanía a caminos.

### Sistemas Expuestos

Se elaborará un mapa base que contendrá la zona en estudio con los recursos forestales, que incluya todo tipo de vegetación como son bosques, selvas, pastizales, arbustos y matorrales, terrenos agrícolas, agropecuarios, donde se ubique también la población, la infraestructura y las especies animales que se encuentren en el área de estudio.

Para ello, se deberá usar la información sobre uso de suelo, actividad económica y población de instituciones locales y estatales, así como la generada por CONAFOR, SEMARNAT, CONABIO, Servicio Meteorológico Nacional, INIFAP e INEGI, entre otras.

Las escalas de representación de los mapas con los sistemas expuestos deberán ser de 1:20,000 y 1:50,000, los estudios se deben realizar de forma local o regional.

Las características del sistema expuesto que se deberá analizar son las zonas de vegetación que puedan presentar incendios forestales, así como los efectos a la población que ocasione el incendio, y los daños a la infraestructura y los animales.

### Amenaza

Para evaluar la amenaza por incendios forestales, se genera un índice que señala si la posibilidad de incendios es baja, media o alta en una región determinada; para el cual se consideran tres componentes que son: combustibles forestales, condiciones meteorológicas y el entorno socioeconómico, a los cuales se les asigna un factor ponderado según el nivel de peligro que representa cada uno.

Para llevar a cabo la evaluación de la amenaza por incendios forestales se debe seguir el procedimiento descrito en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos – Fenómenos Químicos”, incluido en el Anexo 22.

Los tres componentes del peligro por incendios forestales son el combustible forestal, los aspectos meteorológicos y las causas que provocan el evento.

a. Componente Combustibles Forestales: Este componente se encuentra determinado por tres parámetros: carga de combustibles compuesta por ligeros (cl) y pesados (cp), y su profundidad también llamada profundidad del mantillo (pcc). La determinación de estos parámetros deberá realizarse en el área de estudio por medio de un muestreo, aplicando la técnica de intersecciones planares.

b. Componente Meteorológico: Este componente tiene gran influencia en la determinación del índice de peligro, ya que de éste depende la humedad relativa y el contenido de humedad del material combustible, la orientación de la pendiente y su recurrencia en los incendios forestales históricos.

c. Componente de Causa: Es de gran importancia considerar los agentes causales de los incendios forestales para su integración en el presente modelo; sin embargo, se presenta una gran dificultad para representarlos espacialmente, por lo que se debe realizar un análisis de los rasgos geográficos asociados con actividades humanas; tales como distancia a vías de acceso al sitio de estudio, distancia a poblados, áreas sometidas a manejo forestal, y se determinan a través de una carta topográfica

Una vez obtenidos los tres componentes que intervienen, se debe realizar un análisis espacial empleando sistemas de información geográfica SIG’s para que en forma de mapas se escenifique la zona de estudio y se vayan realizando las operaciones de los valores de cada componente para cada píxel con su valor de peligrosidad, y de esta forma obtener un mapa que indique la posibilidad de ocurrencia de un incendio forestal para una zona y un momento determinado

Se pueden generar varios escenarios asociados al fenómeno, los principales son:

a. Escenario por distribución espacial del índice de amenaza. Se pueden generar escenarios para conocer el nivel de peligro por incendios forestales a nivel local o municipal o hasta regional; cada escenario que se genere demanda información cartográfica y estadística a la misma escala a la que se vaya a realizar el estudio

b. Escenarios por distribución temporal del índice de amenaza. Es posible generar escenarios que indiquen el nivel de peligro por incendios forestales para cada periodo que sea necesario para el usuario, como puede ser diario, semanal, quincenal, mensual, etc.; también dependiendo de la temporalidad de los datos con que se cuente.

Deberán elaborarse mapas georreferenciados por cada municipio y mapas georreferenciados a nivel estatal que incluyan las zonas forestales susceptibles de incendiarse y se deberán incluir las distancias de afectación alrededor del incendio y la población e infraestructura dentro de dichas zonas.

Cada uno de los mapas anteriores deberá tener asociada una base de datos que concentre para cada zona de estudio el tipo de vegetación identificada, el área que abarca, información a partir de la recopilación histórica sobre áreas afectadas, evaluación de daños y número de eventos, que hayan ocurrido en el pasado. Así como información estadística y obtenida en campo, sobre las condiciones meteorológicas de la zona, datos sobre el material combustible y aspectos del terreno de acuerdo a lo indicado en la “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Químicos” incluida en el Anexo 22.

Se debe considerar factores como el paso de eventos hidrometeorológicos que puedan aumentar en gran medida la cantidad de material combustible disponible, por lo que es necesario que se cuente con mapas combustible forestal muerto y se vaya construyendo una línea de tiempo hasta la información actual.

### Vulnerabilidad

Para cada uno de los escenarios de amenaza desarrollados, se deberá realizar un análisis y determinar el sistema expuesto dentro de las áreas de peligro, se deberá determinar la probabilidad de que la población e infraestructura dentro de las áreas sean afectadas, y se deberá determinar la vulnerabilidad de la población y las construcciones dentro de las áreas de peligro. Es necesario contemplar que este fenómenos no solo afecta a la población e infraestructura, si no que requiere que se cuantifiquen las áreas naturales protegidas y población vegetal y animal dentro de las zonas de amenaza.

### Riesgo

Se deberá entregar un mapa de susceptibilidad de daño y costo esperado del daño debido al impacto producido por la presencia de incendios forestales en las zonas vulnerables. En este caso aplicar el daño ambiental, expresado en CO2 disponible, especies vegetales y animales existentes o en extinción.

Asimismo, se deberá entregar la memoria de cálculo de la pérdida esperada de la zona de estudio.

# PELIGROS SANITARIO-ECOLOGICOS

El Fenómeno Sanitario-Ecológico se define en la Ley General de Protección Civil, 2012 como:

Agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las **epidemias y plagas** constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la **contaminación** del aire, agua, suelo y alimentos.

## Sistemas Expuestos

Integrará los sistemas expuestos de los peligros derivados de las epidemias, plagas, sitios y cuerpos contaminados, la población expuesta, áreas de cultivo, zonas urbanas y áreas recreativas a los sitios y cuerpos de agua contaminados.

Para el caso de sitios contaminados además se deberán identificar las fuentes de abastecimiento de agua (ríos superficiales, agua subterránea) que pudieran ser afectadas.

## Epidemias y plagas

En relación con los fenómenos sanitarios de epidemias y plagas, los organismos responsables de proporcionar la información al Atlas Nacional de Riesgos son la Secretaría de Salud (SSa) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

## Sitios y cuerpos de agua contaminados

La contaminación, se define como un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente natural, producido sobre todo por la actividad de la especie humana. La contaminación en un sentido práctico es el resultado de la ineficiencia de los procesos desarrollados por el hombre, ya que la extracción de materias primas, la fabricación de un producto, la energía necesaria para el proceso de fabricación, la distribución de productos, los envases y empaques para su comercialización y el producto mismo generan una considerable cantidad de desperdicios (aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos), que la naturaleza no tiene la capacidad de degradarlos debido a las características químicas complejas de éstos, permaneciendo en el ambiente durante años.

Las principales fuentes de contaminación son las actividades agrícolas, pecuarias, industriales, mineras, petroleras, nucleares y de servicios, así como las fugas y derrames de sustancias químicas peligrosas y los asentamientos humanos.

Para este tema el CENAPRED ha desarrollado metodologías para contaminación de agua y suelo cuyos contenidos mínimos se enlistan como sigue.

### Peligro

Para evaluar un sitio o cuerpo de agua contaminado es necesario colectar, clasificar y analizar los datos sobre el sitio; para esto se requiere planear las actividades que satisfagan los objetivos del estudio. Las actividades de evaluación comprenden: recolectar datos, diseñar el programa de muestreo, colectar y analizar muestras, evaluar los resultados y elaborar el reporte.

Se deberán identificar los sitios y cuerpo de agua contaminados de acuerdo a los estudios que se especifican en el anexo 23.

Una vez identificados los sitios o cuerpos de agua contaminados para determinar el peligro se debe comparar las concentraciones de los contaminantes detectados a través del muestreo y análisis en laboratorio, así como los límites máximos permisibles determinados en las normas respecto a contaminación del suelo y agua, para conocer si se rebasan estos límites y en caso de ser rebasados se determina que el sitio está contaminado.

Se debe estudiar la capacidad de los contaminantes presentes en el sitio para migrar o moverse a través de los diferentes medios, esto es suelo, agua superficial, sedimento, agua

subterránea, aire y biota, para determinar si pueden llegar a la población ocasionándole uno o más efectos tóxicos indeseables. Existen diferentes vías de exposición por las cuales los receptores están potencialmente expuestos, las cuales son ingestión, inhalación y contacto dérmico.

Se debe modelar el transporte y destino ambiental de los contaminantes encontrados en el agua, suelo y sedimentos, mediante el uso de software y modelos matemáticos georreferenciando los puntos de muestreo, para obtener las curvas de iso-concentración de los contaminantes que representen un riesgo a la salud.

Los mapas de peligro a la salud debido a sitios o cuerpos de agua contaminados deberán contener las curvas de iso-concentración por cada uno de los contaminantes.

Otros mapas a generar son:

* Mapa con la ubicación de las fuentes de contaminación del agua.
* Mapa con la ubicación de las fuentes de contaminación del suelo.
* Mapa de las iso-concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno en cuerpos de agua.
* Mapa de las iso-concentraciones de oxígeno disuelto en cuerpos de agua.
* Mapa de las iso-concentraciones de demanda química de oxígeno en cuerpos de agua.
* Mapa de contaminación de agua en lagos, el cual especifique la cantidad de contaminante y el área afectada.
* Mapa de contaminación de agua en lagos, el cual especifique la tipo de contaminante y su concentración.
* Mapa de contaminación de agua por derrame de sustancia peligrosa, el cual especifique la cantidad de contaminante y el área afectada.
* Mapa de contaminación de agua por derrame de sustancia peligrosa, el cual especifique la tipo de contaminante y su concentración.
* Mapa del modelo de transporte de contaminantes en ríos, el cual especifique concentración del contaminante, pluma y tiempo de transporte del contaminante en el medio.
* Mapa de contaminación de suelo para jales mineros, el cual especifique la cantidad de contaminante y el área afectada
* Mapa de contaminación de suelo para jales mineros, el cual especifique la cantidad de contaminante y su concentración.
* Mapa de contaminación de suelo para basureros a cielo abierto clandestino, el cual especifique la cantidad de contaminante y el área afectada
* Mapa de contaminación de suelo para basureros a cielo abierto regulares, el cual especifique la cantidad de contaminante y el área afectada
* Mapa de pasivos ambientales, el cual especifique la cantidad de sustancia peligrosa y el área afectada
* Mapa de contaminación de suelo por derrame de sustancia peligrosa, el cual especifique la cantidad de contaminante y el área afectada
* Mapa de contaminación de suelo por derrame de sustancia peligrosa, el cual especifique la cantidad de contaminante y su concentración
* Mapa del modelo de transporte de contaminantes en suelos porosos saturados, el cual especifique concentración del contaminante, pluma y tiempo de transporte del contaminante en el medio.
* Mapas de afectación de la población, en los cuales se señalen las zonas en donde el potencial de daño es mayor.

# Fenómenos sociorganizativos

## Sistemas expuestos

Se consideran para los fenómenos sociorganizativos como sistemas expuestos los sitios en los que se llevan a cabo festividades religiosas, deportivas o culturales, y especifica la capacidad máxima de personas e incidentes ocurridos en estos, clasificado por el número de incidentes que han ocurrido en ellos. Se deberá elaborar un mapa por cada sistema expuesto que se analice, debiendo incluir información sobre: la traza urbana e infraestructura básica (hospitales, clínicas y centros de salud, estaciones de bomberos, instalaciones de policía, emergencia y protección civil, escuelas, estancias infantiles, instalaciones de comunicación, carreteras, líneas eléctricas, subestaciones, redes de conducción de agua potable, red de drenaje, acueductos, gas natural, gasoductos, cultivos, presas y distritos de riego), y todo aquel lugar donde pueda existir concentraciones de población tanto públicos como privados. Para ello, se deberá usar información del catastro e instituciones locales, así como la generada por INEGI, SCT, CFE, PEMEX, SAGARPA, SEMARNAT y CONAGUA.

La información de las base de datos de los sistemas expuestos y los mapas se deberán entregar en formatos electrónicos compatibles con el ANR.

## Concentraciones masivas de población

### Peligro

Las concentraciones masivas de población se pueden presentar en distintas situaciones, que pueden desencadenar o no una emergencia, derivado de falta de adecuación y acondicionamiento por tipo de evento, sobrecupo en lugares cerrados o ausencia del programa interno de protección civil, entre otras situaciones.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de concentraciones masivas se obtendrá de la siguiente manera:

1. Identificar y recolectar información para la construcción de las estadísticas e indicadores con el fin de elaborar un catálogo de eventos: en el que se incluyan las fechas y los lugares en los que se realizan festejos, que conlleven a grandes concentraciones de población por localidad, que pueden ser:

Religiosas

Deportivas

Culturales

Tradicionales

Oficiales

Turísticas

Entretenimiento

De otra naturaleza a los mencionados

2. Capturar las cifras y estadísticas en hoja de cálculo y/o base de datos, que faciliten su incorporación en un sistema de información geográfico.

3. Calcular frecuencias y tasas de ocurrencia y elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, número de emergencias por evento, por cada mil personas en cada municipio y/o localidad, dependiendo de la disponibilidad de información.

El mapa de concentraciones masivas de población, debe permitir visualizar los sitios en los que se agrupa la población, así como su recurrencia y tipo de afectación.

## accidentes de transporte

### Peligro

Los accidentes de transporte pueden ser aéreos, fluviales y carreteros, y pueden ocasionar un número considerable de lesionados y muertes.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de accidentes carreteros se obtendrá de la siguiente manera:

1. Identificar el número de accidentes ocurridos por año, así como el número de decesos y lesionados que ocasionan.

2. Identificar los tramos carreteros o lugares más accidentados clasificados por el número de accidentes.

3. Capturar las cifras y estadísticas en hoja de cálculo y/o base de datos, que faciliten su incorporación en un sistema de información geográfico.

4. Calcular frecuencias y tasas de ocurrencia, así como la elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, número de accidentes anuales, por cada mil personas en cada municipio y/o localidad, dependiendo de la disponibilidad de información.

Si la información lo permite se pueden agregar los mapas por:

5. Tipo de transporte con mayor incidencia de accidentes

6. Fechas de mayor número de accidentes (por ejemplo temporada vacacional, temporada de lluvias)

7. Motivo asociado del accidente carretero (cansancio, alcoholismo, alta velocidad, etc.)

El mapa de accidentes de transporte, debe permitir visualizar los sitios en los que ocurren los accidentes, así como su recurrencia y tipo de afectación.

## afectaciones en instalaciones estratégicas por errores humanos

### Peligro

La interrupción o afectación de servicios básicos o instalaciones estratégicas producto de errores humanos pueden afectar a un gran número de personas, y se puede presentar principalmente por falta de mantenimiento, desabasto de combustibles, accidentes, etc.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de interrupción de servicios se obtendrá de la siguiente manera:

1. Es necesario identificar las instalaciones estratégicas y de servicios básicos. Posteriormente, cuantificar el número de veces que se ha presentado interrupción de servicios, producto del error humano.

2. Capturar las cifras y estadísticas en hoja de cálculo y/o base de datos, que faciliten su incorporación en un sistema de información geográfico.

3. Calcular frecuencias y tasas de ocurrencia, así como la elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, número de interrupciones anuales, por cada mil personas en cada municipio y/o localidad, dependiendo de la disponibilidad de información.

El mapa de interrupción de servicios, debe permitir visualizar las instalaciones estratégicas y proveedoras de servicios, así como la recurrencia de su interrupción y tipo de afectación.

## Inconformidad Social

### Peligro

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de inconformidades sociales se obtendrá mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un año dado incluyendo fecha, lugar o tramo carretero donde se ha presentado las manifestaciones de inconformidad social, así como sus causas y consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.). La base de datos se le denominará catálogo de eventos, misma que debe encontrarse en un formato adecuado para posteriormente incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procederá a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en cada municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependerá de la disponibilidad de información.

3. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquel municipio que tenga el mayor número de concentraciones de población que derivaron en manifestaciones de inconformidad social que provocaron muertes o heridos, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será alto.

El mapa de inconformidades sociales debe permitir visualizar los tramos carreteros, edificios administrativos u algún otro punto de reunión en donde ocurren manifestaciones derivadas por inconformidades sociales, así como su recurrencia y tipo de afectación.

## TERRORISMO Y SABOTAJE

### Peligro

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de terrorismo y sabotaje se obtendrá mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un año dado incluyendo fecha, lugar donde se ha presentado el acto de terrorismo o sabotaje, así como sus causas y consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.).

La base de datos elaborada se le denominará catálogo de eventos, misma que debe encontrarse en un formato adecuado para posteriormente incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procederá a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales por cada mil personas en cada municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependerá de la disponibilidad de información.

3. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquel municipio que tenga el mayor número de actos terroristas o de sabotaje que provocaron muertes o heridos, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será alto.

El mapa de terrorismo y sabotaje debe mostrar los sitios en los que se ha afectado a la población, servicios, inmuebles o bienes, así como su recurrencia y tipo de afectación.

## Índices Delictivos

### Peligro

Cuando se habla de comportamiento antisocial, se hace referencia al conjunto de conductas que infringen las normas o leyes establecidas que después derivan en delincuencia. La violencia afecta a la población, incrementa los costos de salud y asistencia social, reduce la productividad, disminuye el valor de la propiedad, desorganiza una serie de servicios esenciales y en general deteriora las estructuras de una sociedad.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de índices delictivos se obtendrá mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un año dado incluyendo fecha, lugar (colonia o área delictiva) donde se ha presentado robos, asaltos, entre otras acciones delictivas, así como sus consecuencias (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.).La base de datos elaborada se le denominará catálogo de eventos, misma que debe encontrarse en un formato adecuado para posteriormente incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procederá a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en cada municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependerá de la disponibilidad de información.

3. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquel municipio que tenga el mayor número de robos, asaltos, entre otras acciones delictivas que provocaron muertes o heridos, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será alto.

El mapa de índices delictivos debe ubicar los sitios (colonia o área delictiva) en donde se han presentado robos, asaltos, entre otras acciones delictivas, así como su recurrencia e impacto.

## Interrupción de servicios o instalaciones estratégicas por acciones premeditadas

### Peligro

La suspensión o disminución de este tipo de servicios puede ser consecuencia de fenómenos de origen natural o antrópico, tal es el caso de la falta de energía eléctrica a causa de los sismos, o la interrupción del servicio de agua por mantenimiento del sistema. Asimismo, la falla de agua potable, energía eléctrica o transporte, pueden ocasionar otros fenómenos sociorganizativos como concentraciones masivas de población producto de manifestaciones de inconformidad.

La representación de este tipo de eventos puede realizarse por localidad, AGEB o municipio, lo cual dependerá de la información con la que se cuente. La creación del mapa de instalaciones estratégica por acciones premeditadas se obtendrá mediante los siguientes pasos:

1. Identificación del fenómeno, recolección de la información y elaboración de una base de datos sobre los eventos ocurridos en un año dado incluyendo fecha, lugar donde se ha presentado interrupciones de servicios o cualquier otro tipo de afectación en las instalaciones estratégicas, por acciones premeditadas (terrorismo, sabotaje o vandalismo), así como sus causas y consecuencia (decesos, población e inmuebles afectados, daños o pérdidas económicas, etc.). La base de datos elaborada se le denominará catálogo de eventos, misma que debe encontrarse en un formato adecuado para posteriormente incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

2. Una vez elaborado el catálogo de eventos se procederá a identificar las frecuencias de las variables obtenidas. Por ejemplo, número de eventos anuales en cada municipio y/o localidad, lugares de mayor incidencia o daños y pérdidas, la cual dependerá de la disponibilidad de información.

3. Elaboración de mapas temáticos en un SIG, donde se visualicen las variables obtenidas en cinco categorías: Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo, mediante una escala de colores que permita la identificación de los municipios, localidades o AGEB con diferentes tasas de eventos o de acuerdo al número máximo de frecuencias de cada una de las variables. Por ejemplo, aquel municipio que tenga el mayor número de afectaciones en instalaciones estratégicas que derivaron en disturbios o provocaron muertes o heridos, tendrá un color rojo, es decir, el peligro que se presenten sucesos de diversa índole por el fenómeno en cuestión será alto.

El mapa de instalaciones estratégicas por acciones premeditadas debe mostrar los sitios en donde ocurren interrupciones de servicios o cualquier otro tipo de afectación en dichas instalaciones, así como su recurrencia, detonados como consecuencia de acciones de terrorismo, sabotaje o vandalismo.

# Referencias de Anexos

Anexo 1 Cenapred, (2013), “Formato de captura de datos para el inventario nacional de deslizamientos”. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 1 p. (pdf, excel).

Domínguez L., Castañeda A., (2013), “Inventario Nacional de Inestabilidad de Laderas. Formato con macros para la captura y ordenamiento de información georeferenciada”. Manual del usuario. Cenapred. 14 p. (pdf).

Anexo 2 González A. E., Nieto A., (2014), “Guía de contenido mínimo para el Atlas Nacional de Riesgos, Metodología para elaborar mapas de peligro por precipitación, por inestabilidad de laderas a nivel regional”, Cenapred, 47 p. (word).

Anexo 3 Mendoza M.J., Domínguez L., (2002), “Primer caso documentado de licuación en el altiplano central de México”, Memorias XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, SMMS, Santiago de Querétaro, Qro, Vol. 1, 10 p. (pdf).

Anexo 4 Flores H. L., (2001), “Métodos alternos para la estimación del efecto de sitio mediante el uso de arreglos de microtremores”, Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ciencias de la Tierra, 79 p. (pdf).

Anexo 5 Flores L., et al., (2006), “Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos, Evaluación de la vulnerabilidad física y social”, Cenapred, 155 p. (pdf).

Anexo 6 Cenapred, (2006), “Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos, Fenómenos Geológicos”, 275 p. (pdf).

Anexo 7 Rojas E. et al., (2002), “Predicción de las zonas de agrietamiento debido a la extracción de agua”, Memorias XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, SMMS, Santiago de Querétaro, Qro, Vol. 1, pp 173-181 (pdf)..

Zermeño M. E., et al., (2005), “Influencia de la extracción del agua en la subsidencia y el agrietamiento”, Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Tomo 32.

Pacheco M. J., (2007), “Modelo de subsidencia del valle de Querétaro y predicción de agrietamientos superficiales”, Tesis de doctorado, México, Centro de Goeciencias, UNAM, campus Juriquilla, Queretáro.

Anexo 8 Eslava H. et al. (2008), “Implementación de la metodología para la elaboración de mapas de riesgo pior inundaciones costeras por marea de tormenta: Caso Isla Arena, municipio de Calkiní, Campeche”, Libro (s.l.), CENAPRED, ISBN: 978-607-7558-15-6.

Fuentes O. A. et al., (2006), “Elaboración de mapas de riesgo por inundaciones costeras por marea de tormenta”, Sección de libro, Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos hidrometeorológicos, (s.l.), CENAPRED, Primera edición, ISBN: 970-628-905-4.

Anexo 9 Cenapred, (2006), “Guía básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de peligros y riesgos, Fenómenos Hidrometeorológicos”, 44 p. (pdf).

Anexo 10 CONAGUA, (2014), “Lineamientos para la elaboración de mapas de peligro por inundación”, Subdirección general técnica, Gerencia de aguas superficiales e ingeniería de ríos, 30 p. (pdf).

Anexo 11 Ordaz et al., (2013), “Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones”, Colegio de ingenieros civiles A. C., Instituto de Ingeniería UNAM, Carso Infraestructura y construcción, 7 p. (pdf).

Anexo 12 Fuentes O. A., et al., (2012), “Obtención de hietogramas correspondientes a diferentes periodos de retorno”, Memorias de XXV Congreso latinoamericano de hidráulica, San José, Costa Rica, 10 p. (pdf).

Anexo 13 CONAGUA, (2012), “Asistencia técnica y capacitación para el mejoramiento de capacidades y el desarrollo e implementación de herramientas en materia de pronóstico hidrológico en México: Modelo de pronóstico en el Río Grijalva 2012” Informe OMN/Premia No. 05/2012, 20 p. (pdf).

Anexo 14 Escalante C. y Reyes L., (2005), “Análisis de sequías”, Libro, Facultad de Ingeniería, UNAM.

Anexo 15 Cenapred, (2014), “Peligro por ondas gélidas o de frío”, Informe interno, Cenapred, 7 p. (word).

Anexo 16 Cenapred, (2014), “Funciones de vulnerabilidad por ondas gélidas”, Informe interno, Cenapred, 3 p. (word).

Anexo 17 Herrera J. L., (2012), “Análisis de las olas de calor en la República Mexicana”, Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Distrito Federal.

Matías L. G., (2014), “Actualización del índice de riesgo por ondas de calor en México”, Informe interno, Cenapred. (word).

Anexo 18 Actividades Peligrosas Considerando Disposiciones Federales (SEMARNAT, 1990, 1992).

Anexo 19 CENAPRED (2014), Subdirección de Riesgos Químicos, “Metodología para la Generación de Escenarios por Riesgos Químicos”.

Anexo 20 CENAPRED (2014), Subdirección de Riesgos Químicos, “Procedimiento para la elaboración de mapas de peligro en el transporte terrestre de materiales peligrosos”.

Anexo 21 CENAPRED (2014), Subdirección de Riesgos Químicos, “Procedimiento para la elaboración de mapas de peligro para el transporte de materiales peligrosos por ductos”.

Anexo 22 CENAPRED (2006), “Estimación Simplificada de la Amenaza por Incendios Forestales”

Anexo 23 CENAPRED (2014), “Estudios necesarios para determinar el peligro en sitios contaminados:”

Anexo 24 Farreras S. S., Ortiz M. F., Alcalá G., (2003), “Riesgo de Maremotos en la Ciudad de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Medidas de Prevención”, Colegio de México, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada y Colegio de Michoacán, ISBN: 970-679-111-6.