

II. MARCO CONCEPTUAL

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

II.1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE PELIGROS, RIESGOS, DESASTRES, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

El proceso gradual de ocupación del suelo que generan los asentamientos humanos, va ligado a las condiciones preexistentes del entorno y de los procesos naturales tanto hidrometeorológicos como geológicos, que inciden de manera directa e indirecta sobre los individuos y sus bienes, convirtiéndose en el sistema afectable. La exposición al riesgo en un medio urbano, intervienen dos componentes principales: el fenómeno natural potencialmente dañino (la amenaza) y la sociedad amenazada susceptible de sufrir los daños (la sociedad vulnerable). Consideramos el término sociedad en su acepción más amplia, es decir, incluyendo al conjunto de los individuos pero también a las estructuras dentro de las cuales evolucionan y el funcionamiento de las diferentes redes que establecen.

El caso de la ciudad Chihuahua no se sustrae al cambio de uso del suelo original a uno de tipo urbano, situación que se dio muchas veces sin tomar en consideración la vocación natural y la aptitud del suelo, que puede resultar en un aumento innecesario del riesgo al que se encuentre expuesta la población. El reconocimiento de la autoridad a esta situación se manifiesta como una necesidad para llevar a cabo la elaboración del Atlas de Riesgos Naturales para la Ciudad de Chihuahua.

El desarrollo que hoy en día vivimos y las características tan diversas de las actividades humanas que se observan en las ciudades, adquiere un significado especial el contar con un **Atlas de Riesgos Naturales**, puesto que constituye una herramienta fundamental para la prevención de desastres causados por fenómenos naturales. En este documento que nos ocupa, se ha incorporado un capítulo adicional de riesgos antropogénicos, considerando la compleja dinámica de las distintas actividades que se desarrollan en la ciudad de Chihuahua y los riesgos potenciales que estas pueden representar para la población. La producción de bienes implica la generación de materiales y residuos peligrosos, o bien la prestación de servicios de traslado, almacenamiento y manejo de estos compuestos, dentro de la ciudad o en el área de influencia. Por cuanto a los riesgos sanitarios, incendios urbanos, contaminación de suelos, agua etc., son también eventos que de manera fortuita o accidental puedan presentarse. Esta información al ser integrada al Atlas de Riesgos, incrementa su capacidad de respuesta y promueve la participación de las diferentes instancias, incluidos los tres niveles de gobierno y el sector social, y de manera particular la que corresponde al sector privado empresarial.

II.1.1. Peligro

Este término viene de las raíces etimológicas del latín periculum: "contingencia inminente de perder una cosa o de que suceda un mal" Diversos diccionarios muestran coincidencia en sus términos equivalentes a saber:

- En el idioma francés se manejan las palabras: Péril, Danger, Alea;
- En el idioma inglés los términos empleados son: Peril, Hazard.

Bajo esta premisa podemos observar por ejemplo que los fenómenos naturales como tales no son en sí mismos perjudiciales, que solo se convierten en peligros si ocurren en una medida de desproporción, y como condicionante que afecte a personas y sus bienes.

Dentro del espectro general de peligros representa a continuación la Figura VIII.3.1.1, que nos muestra los peligros ambientales, los geofísicos y los de origen humano, indicando si son involuntarios, voluntarios, naturales, antropogénicos, intensos y difusos.



Figura II.1.1. Peligros Ambientales

Esta interpretación de los peligros naturales, convierte al hombre en el personaje central para la definición, ya que es a través de su localización, sus acciones y sus percepciones como un fenómeno natural se vuelve peligroso o no.

Por su parte, La Organización de las Naciones Unidas (ONU) sostiene que peligro natural, es "la probabilidad de que se produzca, dentro de un período determinado y en una zona dada, un fenómeno natural potencialmente dañino."

A la par de estos, también existen los Peligros Antropogénicos ó Sociales, que son aquellos cuyo origen está directamente relacionado con las acciones desarrolladas por el hombre. Algunos prefieren llamarlos tecnológicos, por ser estas actividades sus principales responsables. Pero este concepto se considera que no es suficientemente amplio, pues existen otros peligros provocados por acciones

humanas que no tienen por causa principal las actividades tecnológicas: como por ejemplo la pobreza, la delincuencia, la drogadicción, las enfermedades.

Burton y Reates [1964] definieron el peligro ambiental y lo describen como "todos aquellos elementos del ambiente físico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él." (Burton en Capel, 1984, p.10). Para interpretar esta definición hay que tomar en consideración lo que hoy día priva por cuanto a este tipo de terminología, donde se puede destacar las derivaciones correspondientes:

- **Peligro Natural:** Cuando el fenómeno que produce el daño tiene su origen en la naturaleza,
- **Peligro Antropogénico:** Cuando el fenómeno en cuestión que produce la pérdida, tiene su origen en acciones humanas
- **Peligro Ambiental:** Cuando el evento que es la causal del perjuicio, tiene su origen de manera combinada, es decir naturales y/o antropogénicas.

Esta idea de peligro ambiental incluye peligros naturales agravados por la acción del hombre, peligros antropogénicos agravados por la naturaleza, peligros antropogénicos que afectan a la naturaleza, etc.

En 1978, Kates da una definición más amplia de peligro ambiental diciendo: "...amenaza potencial que enfrenta al hombre con la naturaleza por eventos que se originan en, o son transmitidos por, el ambiente natural o artificial." (Kates en Smith, 1992, p.14).

Más allá de las diversas definiciones sobre peligros y las diferencias que se puedan encontrar en ellas, la mayoría de los autores parecen coincidir en el grado de exposición, vulnerabilidad del sistema afectable y la magnitud del fenómeno natural.

En razón de lo anterior, el peligro se puede definir como: cualquier situación que tenga el potencial de causar lesiones a la vida o daños a la propiedad y al ambiente.

II.1.2. Riesgo

Según la Real Academia Española, la palabra riesgo implica la proximidad de un daño, desgracia o contratiempo que puede afectar la vida de los hombres (Real Academia Española, 1992, p.1.562). La Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de su Oficina de Coordinación para el Socorro en caso de Desastres (UNDRO), ha elaborado una serie de definiciones entre las que figuran la de riesgo: "Grado de pérdida previsto debido a un fenómeno natural determinado y en función tanto del peligro natural como de la vulnerabilidad"

La acepción más comúnmente empleada de riesgo, es la de un peligro que se corre, y así pues, podemos definir que riesgo: *es la probabilidad de ocurrencia de un peligro*. El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antropogénico que para efectos particulares se entremezclan, y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad), siendo así que se identifiquen peligros tecnológicos representados por las

actividades peligrosas que existan, tal como puede ser el almacenaje y manejo de sustancias peligrosas en grandes volúmenes, carreteras, vías férreas y ductos por donde se transportan sustancias peligrosas, o dónde se ubican, y que un accidente puede ocasionar posibles consecuencias para la población.

La valoración cualitativa del riesgo debe evaluarse en su forma cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia, siendo así que cuando se cuenta con los datos adecuados para realizar un cálculo de probabilidades, se puede definir el riesgo. En cambio, cuando no existe posibilidad de calcular probabilidades, sino que solo existe intuición o criterio personal, se está frente a una incertidumbre. Esto motiva que al realizar la determinación del riesgo, es necesario tomar numerosas variables en consideración, tal como el *estado / condición de los bienes afectables*, el conocimiento de las personas sobre las prácticas recomendables en caso de presentarse una situación de riesgo, la prontitud de respuesta de las unidades de atención de emergencia, la densidad poblacional y ubicación de la zona, así como la severidad histórica de los percances sucedidos en el área, entre otros.

De tal forma que el riesgo de ocurrencia de un desastre depende por lo general de dos factores:

- El riesgo físico del lugar, que refleja la probabilidad estadística de que se produzcan en él, hechos específicos de carácter natural o tecnológico y,
- La vulnerabilidad de las personas o grupos sociales y la infraestructura.

De ahí que la vulnerabilidad de los sistemas expuestos, se encuentra asociada a la vulnerabilidad social, la cual está definida en términos de la fragilidad o facilidad de la población o varios sectores de una sociedad para perder, total o parcialmente sus bienes y servicios o la vida (CONAPO, 2000)

II.1.3. Desastre

El concepto de desastres naturales son aquellos en los cuales se ven afectadas personas y sus bienes con eventos geológicos o meteorológicos, sin embargo también es importante considerar que dicha percepción se ve modificada por el grado de vulnerabilidad de los bienes y de las personas en relación con la vida cotidiana, tales como condiciones sociales y económicas desfavorables que llevan a las personas a establecerse en sitios poco adecuados para viviendas, que a su vez pueden estar construidas de manera inadecuada, lo que incrementa aun más el riesgo al que se ven expuestos.

Al tomar estas y otras variables en consideración podemos observar la manera en que un fenómeno natural, con una severidad no necesariamente alta, puede afectar y obligar a los componentes de la sociedad a invertir sus recursos en las tareas de reconstrucción, lo que dificulta la transición hacia la etapa de desarrollo, que muchos países requieren alcanzar para revertir la situación aquí presentada. que de presentarse sucesivamente, podría generar las condiciones para la gestación de

revueltas sociales, condiciones que se podría pensar se encuentran desligadas de los fenómenos naturales, por ejemplo una hambruna causada por una sequía prolongada. Es lo anterior el motivo por el cual cuando se habla de aspectos como mitigación y prevención, estos se deban enfocar en gran parte a las condiciones de vida de las personas y no restringirse a los fenómenos naturales en cuestión.

II.1.4. Prevención y Mitigación.

Los conceptos de prevención se refieren a aquellas acciones realizadas con el propósito de evitar la ocurrencia de una emergencia o situación de riesgo, concepto usualmente utilizado como sinónimo de vulnerabilidad, estas acciones pueden ser muy variadas incluyendo entre ellas la construcción de infraestructura, la reubicación de personas, las labores de concientización, el uso de novedosas tecnologías, el desarrollo de códigos y estándares de construcción, etc.

Cabe mencionar que la eficacia de las medidas aplicadas depende en gran medida del conocimiento con que se cuente con respecto a los riesgos a los que se encuentre sometida una población en particular y por otra parte de la capacidad de coordinación entre las diferentes entidades gubernamentales y no gubernamentales.

En cuanto a la mitigación esta se encuentra ligada con el reducir el impacto de fenómenos destructivos una vez sucedidos, entre estas acciones se encuentra el asegurar que existan los conductos que permitan asistir a la población afectada, el restablecer los servicios básicos, la restitución de las actividades económicas, entre otras medidas.

II.2. ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES.

Los peligros naturales tomados en consideración para la elaboración del presente Atlas de Riesgo de Peligros Naturales, pueden ser divididos en dos grupos, de acuerdo a su origen, estos son:

II.2.1. Geológicos.

De acuerdo con la definición de Augusto Filho et al. (1990), los riesgos geológicos pueden ser entendidos como una circunstancia o situación de peligro, pérdida o daño, social y económico, debida a una condición geológica o a una posibilidad de ocurrencia de proceso geológico, inducido o natural, mientras tanto Ayala (1987) entiende el riesgo geológico como: "Todo proceso, situación u ocurrencia en el medio geológico, natural, inducida o mixta, que puede generar un daño económico o social para alguna comunidad, y en cuya previsión, prevención o corrección se emplearan criterios geológicos".

Los peligros geológicos que pueden afectar principalmente a la ciudad de Chihuahua, son deslizamientos, fallas, hundimientos y fracturas. Por otra parte se determinó que la ciudad se encuentra exenta de actividad volcánica, pero no así de sismos los cuales se han llegado a reportar en el área, aun cuando de baja intensidad.

Esta información se obtuvo de la labor de identificación de los riesgos geológicos en el área ocupada por la ciudad, que consistió en la recopilación de información cartográfica y documental existente, como las prospecciones realizadas en campo en la búsqueda de presencia de fallas, pendientes, estructura geológica, etc.

Identificación y descripción de los peligros geológicos

El procedimiento utilizado para la identificación y descripción de la primera fase consistió:

1. Adquisición de la bibliografía disponible del IMPLAN, y de otras dependencias gubernamentales y privadas, para obtener información relacionada con riesgos geológicos, entre ellas se distingue a la SEMARNAT, CNA, CENAPRED, SGM, JCAS²¹, así como de algunos consultores privados que laboran en el estado de Chihuahua. Posteriormente se realizó la interpretación, evaluación y procesamiento de la información disponible, para obtener un diagnóstico preliminar.
2. Elaboración de un plan de trabajo de campo, fundamentado en los resultados preliminares de la revisión de la información disponible de la etapa anterior y la ejecución del mismo, mediante recorridos dentro de los límites de la zona urbana e identificación las áreas y zonas vulnerables de la ciudad. Se incluyó la descripción de los puntos identificados, de acuerdo a su potencial de vulnerabilidad observado, y de acuerdo a las características propias de la geología del lugar y las de índole socioeconómica de las áreas revisadas.
3. Generación de planos de ubicación espacial de las áreas y zonas susceptibles de riesgo, así como de aquellas que fueron consideradas como vulnerables, para finalmente ser verificados los datos en campo, describiendo las condiciones de riesgo encontradas y su zonificación en la ciudad de Chihuahua.
4. Análisis de riesgos geológicos en el que se hace una interpretación de la potencialidad de los riesgos geológicos encontrados, su interpretación y sugerencia de las medidas de mitigación y compensación para las áreas y zonas que se encuentren con mayor susceptibilidad de que ocurran fenómenos naturales del tipo geológico.
5. Elaboración del reporte final en el cual se incluyen los planos, base de datos e información documental colectada en los diferentes recorridos de campo dentro de la zona urbana, las conclusiones y recomendaciones especiales, tanto generales de los elementos geológicos identificados como de preocupación, que atraviesan la ciudad, como los puntuales, haciendo énfasis en casos importantes o altamente vulnerables, y que deben tomarse medidas inmediatas para prevenir a las personas en riesgo.

²¹ SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), CNA (Comisión Nacional del Agua), CENAPRED (Centro Nacional para la Prevención de Desastres), SGM (Sociedad Geológica Mexicana) y JCAS (Junta Central de Agua y Saneamiento)

Fallas

En geología una falla es una discontinuidad que se forma en las rocas someras de la Tierra (menos de 2.00 km de profundidad) por fracturamiento cuando las concentraciones de fuerzas tectónicas exceden la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie más o menos bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de deslizamiento tangencial (paralelo) de los bloques de las rocas a este plano.

Elementos de una Falla:

- **Plano de falla:** es la superficie a lo largo de la cual se desplazan los bloques que se separan en la falla. Con frecuencia el plano de falla presenta estrías, que se originan por el rozamiento de los dos bloques.
- **Labio levantado:** el bloque que queda elevado sobre el otro.
- **Labio hundido:** el bloque que queda por debajo del labio levantado.

Las características que permiten definir una **Falla**:

- **Dirección:** ángulo que forma una línea horizontal contenida en el plano de falla con el eje norte-sur.
- **Buzamiento:** ángulo que forma el plano de falla con el plano horizontal.
- **Salto de falla:** distancia entre un punto dado de uno de los bloques (p. ej. una de las superficies de un estrato) y el correspondiente en el otro, tomada a lo largo del plano de falla.
- **Escarpe:** distancia entre las superficies de los dos labios, tomada en vertical.

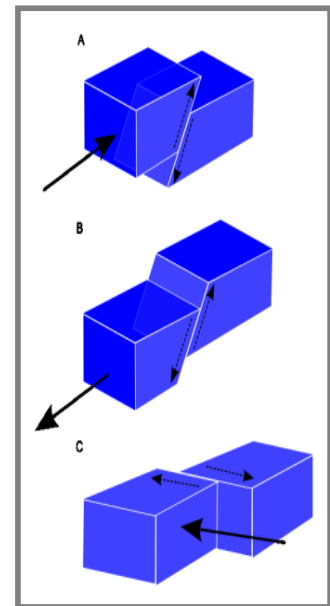


Figura II.2.1.1. Bloques diagramáticos que muestran tres tipos de fallas: A. Inversas; B. Normales; C. Laterales.

Fallas Activas e Inactivas:

Se denomina fallas activas a aquellas en las que los registros históricos demuestran que se siguen deslizando. El deslizamiento puede ser repentino en forma de saltos, lo que da lugar a sismos, o de manera lenta y continua, solo perceptible con instrumentos especializados después de varios años de observaciones.

El primer caso es conocido como fallas sísmicas mientras que el segundo como asísmicas o reptantes. Sin embargo, al considerar intervalos grandes de tiempo, del orden de miles de años, ambos tipos se desplazan a velocidades promedio similares de unos cuantos milímetros a unos cuantos centímetros por año.

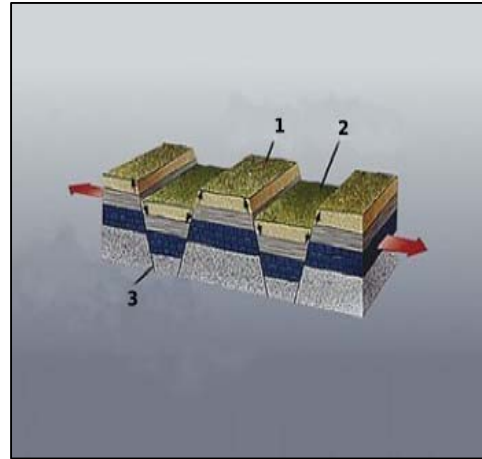


Figura II.2.1.2. Gráfico mostrando diferentes tipos de falla Horst y Graben 1=Horst, 2=Graben and 3=Falla Normal

Un ejemplo del primer tipo es el sistema de fallas de San Andrés en el sur y centro de California en EUA, el cual ha generado los terremotos de San Francisco ($M=8,2$) en 1905, Los Ángeles ($M=6,5$) en 1993 y recientemente Héctor Mine ($M=7$) en 1999 y San Luís Obispo ($M=6,2$) en 2004. Por otra parte las fallas centrales del sistema de San Andrés se deslizan asísmicamente.

También existen las fallas antiguas inactivas creadas en eras geológicas pasadas y que sobreviven como estructuras fósiles hasta nuestros días. Estas fallas inactivas no representan ningún peligro para las poblaciones cercanas. Sin embargo, si se presenta un sismo importante las fallas inactivas se pueden llegar a reactivar.

Las fallas se clasifican en cuatro tipos en función de los esfuerzos que las originan y de los movimientos relativos de los bloques:

- **Falla inversa.** Este tipo de fallas se genera por compresión horizontal (Fig. II.2.1.2.(2)). El movimiento es preferentemente horizontal y el plano de falla tiene típicamente un ángulo menor de 30 grados respecto a la horizontal. El bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso. Cuando las fallas inversas presentan un manteo inferior a 15° , estas pasan a tomar el nombre de cabalgamiento.
- **Falla normal.** Este tipo de fallas se generan por tensión horizontal (Fig. II.2.1.2.). El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo mayor de 45 grados respecto a la horizontal. El bloque que se desliza hacia abajo se le denomina bloque de techo, mientras que el que se levanta se llama bloque de piso. Otra manera de identificar estas fallas es considerar como fijo al bloque de piso (aquel que se encuentra por debajo del plano de falla) lo que da la impresión de que el bloque de techo cae con respecto a este.

Un conjunto de fallas normales pueden dar lugar a la formación de un horsts (también llamado pilar tectónico) en los que una región elevada es limitada por dos fallas normales, paralelas. Puede ocurrir que a los lados de un horst haya series de fallas normales; en cuyo caso las vertientes de las montañas estarán formadas por una sucesión de niveles escalonados.

En general, los macizos tectónicos son cadenas montañosas alargadas asociadas a fosas tectónicas ó grabenes (asociación de fallas que da lugar a una región deprimida entre dos bloques levantados). Las fosas tectónicas se producen en áreas en las que se agrupan al menos dos fallas normales. Las fosas forman valles que pueden medir de uno hasta decenas de kilómetros de ancho y de decenas hasta centenas de kilómetros de longitud.

- **Falla de desgarre.** Estas fallas son verticales y el movimiento de los bloques es horizontal. Estas fallas son típicas de los límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: fallas derechas e izquierdas. Derechas, o diestras, son aquellas en donde el movimiento relativo del bloque que se tiene al frente es hacia la derecha, mientras que en las izquierdas, o siniestras, es el opuesto. También se les conoce como fallas transversales.
- **Falla rotacional o de tijera.** Es la que se origina por un movimiento de basculamiento de uno de los bloques que gira alrededor de un punto fijo, como las dos partes de una tijera.

Asociaciones de fallas

Las fallas se pueden presentar asociadas en una serie de estructuras geológicas:

- **Fallas escalonadas:** conjunto de fallas normales que se presentan en planos paralelos.
- **Escamas tectónicas:** conjunto de fallas inversas que se presentan en planos paralelos.
- **Pilar tectónico:** conjunto de fallas normales que forman una estructura elevada convexa.
- **Cadena cabalgante:** conjunto de fallas inversas que forman una estructura levantada convexa.
- **Fosa tectónica:** conjunto de fallas normales que forman una estructura hundida cóncava.
- **Graben:** asociación de pilares tectónicos y fosas tectónicas, alternativamente.
- **Manto de corrimiento:** pliegue recumbente en el que se ha llegado a producir una falla entre el flanco superior y el inferior, de modo que aquel se desplaza sobre éste. La columna estratigráfica se eleva y resbala sobre la misma columna de manera que la columna se repite en la zona cabalgada.

Los terremotos tectónicos se suelen producir en zonas donde la concentración de fuerzas generadas por los límites de las placas tectónicas, dan lugar a movimientos

de reajuste en el interior y en la superficie de la Tierra. Es por esto que los sismos de origen tectónico están íntimamente asociados con la formación de fallas geológicas, lo cual suele producirse al final de un determinado tiempo denominado ciclo sísmico, que es el período de tiempo durante el cual se acumula deformación en el interior de la Tierra, que más tarde se liberará repentinamente.

Dicha liberación corresponde con el terremoto, tras el cual, la deformación comienza a acumularse nuevamente. A pesar de que la tectónica de placas y la actividad volcánica son la principal causa por la que se producen los terremotos, existen otros muchos factores que pueden dar lugar a temblores de tierra: desprendimientos de rocas en las laderas de las montañas, hundimiento de cavernas, variaciones bruscas en la presión atmosférica por ciclones e incluso actividad humana. Estos mecanismos generan eventos de baja magnitud que generalmente caen en el rango de *microsismo*, que solo pueden ser detectados por sismógrafos.

El punto interior de la Tierra donde se produce el sismo se denomina foco sísmico o hipocentro, y el punto de la superficie que se halla directamente en la vertical del hipocentro y que por tanto es el primer afectado por la sacudida, recibe el nombre de epicentro. El movimiento sísmico se propaga mediante ondas elásticas o sísmicas (similares al sonido), a partir del hipocentro.

Las ondas sísmicas se clasifican de la siguiente manera:

- **Ondas longitudinales, primarias o P:** tipo de ondas de cuerpo que se propagan a una velocidad de entre 8 y 13 km/s y en el mismo sentido que la vibración de las partículas. Circulan por el interior de la Tierra, atravesando tanto líquidos como sólidos. Son las primeras que registran los aparatos de medida o sismógrafos, de ahí su nombre "P" o primarias.
- **Ondas transversales, secundarias o S:** son ondas de cuerpo más lentas que las anteriores (entre 4 y 8 km/s) y se propagan perpendicularmente en el sentido de vibración de las partículas. Atraviesan únicamente los sólidos y se registran en segundo lugar en los aparatos de medida.
- **Ondas superficiales:** son las más lentas de todas (3,5 km/s) y son producto de la interacción entre las ondas P y S a lo largo de la superficie de la Tierra. Son las que producen daños en obras y pérdida de vidas humanas. Se propagan a partir del epicentro y son similares a las ondas que se forman sobre la superficie del mar. Este tipo de ondas son las que se registran en último lugar en los sismógrafos.

Se reconocen como las principales clases de sismos:

- **Volcánicos:** directamente relacionados con las erupciones volcánicas. Son de poca intensidad y dejan de percibirse a cierta distancia del volcán.
- **Tectónicos:** Se producen por el rebote elástico que acompaña a un desplazamiento de falla. El hipocentro suele encontrarse localizado de 10 a 25 kilómetros de profundidad, aunque en algunos casos se llegan a detectar a profundidades de hasta 70 kilómetros o por debajo de los 10 kilómetros.

II.2.2. Hidrometeorológicos.

Los peligros hidrometeorológicos están relacionados con las condiciones climáticas de un sitio, entre las que se incluyen variables como la precipitación en sus diferentes formas como granizo, nevadas, lluvias extraordinarias, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, vientos, sequías, variables todas ellas presentes en el área ocupada por la ciudad.

La información requerida para la determinación de las áreas afectadas se obtuvo de los registros históricos y recientes de las estaciones meteorológicas presentes en la ciudad.

Sin embargo la información recopilada tanto para los peligros geológicos como hidrometeorológicos requiere ser analizada en conjunto con la información disponible de la infraestructura urbana presente en las áreas detectadas, ya que de esta forma podemos determinar si en realidad representan un riesgo para la población o sus bienes y las medidas correctivas más recomendables para cada caso en específico.

A nivel nacional se ha identificado que los eventos de origen hidrometeorológico son los que causan los mayores daños, dentro de este rubro se comprenden ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, entre otros, a continuación se abordan a mayor profundidad, en base a lo establecido por la Secretaría de Gobernación en el Atlas Nacional de Riesgos (1994), algunos de los fenómenos naturales que pueden afectar a la ciudad de Chihuahua.

Ciclón Tropical

El ciclón tropical es el nombre genérico con que se denomina cualquier perturbación atmosférica, a través de sus etapas de desarrollo pasando desde una depresión atmosférica a huracán. Se originan y desarrollan en mares de aguas cálidas y templadas, con nubes en espiral. Su diámetro puede ser de unos cuantos cientos de kilómetros, y ejercer una presión mínima en la superficie, provocar vientos violentos y lluvias torrenciales, algunas veces acompañadas por tormentas eléctricas; en el cuerpo del ciclón su región central conocida como ojo del huracán o vórtice, la cual tiene un diámetro de algunas decenas de kilómetros, y tiene la particularidad de que los vientos son débiles y cielos ligeramente nublados, mostrando un fuerte contraste con el resto del ciclón.

La naturaleza particularmente destructiva de los ciclones genera la necesidad de realizar un considerable esfuerzo por mitigar sus efectos. Es importante mencionar que la ciudad de Chihuahua debido a su posición geográfica no se ve directamente afectada por dicho fenómeno, más sin embargo tienden a generar efectos a una escala regional a través de la denominada como “cola del huracán” que producen en la ciudad precipitaciones intensas.

Los costos causados por los ciclones tropicales anualmente pueden sumar miles de millones de pesos. Más a través de los esfuerzos de las diferentes instancias de Protección Civil la pérdida de vidas humanas se han reducido considerablemente.

Un huracán como se menciona puede pasar por diferentes etapas de desarrollos las cuales se explican a continuación:

Depresión tropical

Se considera como tal cuando la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie en la perturbación es menor o igual a 62 km / h.

Tormenta Tropical

Es clasificada como tal cuando la velocidad promedio, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie es de 63 a 118 km / h. Es durante esta etapa en la que se le asigna un nombre, por parte del Comité de la Asociación Regional no IV (en la cual esta ubicada la República Mexicana) de acuerdo a su orden de aparición anual y alfabeto.

Huracán

Es un ciclón tropical en el que la velocidad promedio máxima, durante un minuto, de los vientos máximos de superficie es igual o mayor a 119 km / h.

Inundación

Una inundación es el flujo o invasión de agua por exceso de escurrimientos superficiales o por acumulación en terrenos planos, debido a la falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial. Tienden a ser generadas por la ocurrencia de otros fenómenos meteorológicos, o pueden ser inducidas con fines de beneficio económico – social, como es el caso de la construcción de presas o bien la descarga controlada al momento de abrir las cortinas con el fin de liberar determinada cantidad de agua a fin de mantener la seguridad de la cortina o permitir la realización de diferentes actividades productivas aguas abajo del cuerpo regulador.

La magnitud de los daños provocados por la inundación depende en gran medida de la intensidad de las lluvias, su distribución en el espacio ocupado por la ciudad, la duración de la precipitación, el tamaño de la cuenca afectada, así como de las características edafológicas del sitio y del drenaje presente.

Las inundaciones son clasificadas de acuerdo a su origen en pluviales, fluviales y lacustres. Las pluviales son aquellas que resultan de la precipitación (en sus diferentes formas), que se concentran en terrenos de topografía plana o en zonas urbanas con insuficiencia de drenaje. Las fluviales se originan cuando los escurrimientos superficiales son mayores que la capacidad de conducción de los cauces. Las lacustres se refieren a la invasión del agua en lugares aledaños a lagos

o lagunas debido al incremento de su nivel, representando un riesgo para asentamientos establecidos a las orillas.

Causas generadoras de inundaciones

Lluvias intensas

Durante lluvias intensas, regularmente se presenta el fenómeno de saturación de las corrientes naturales de agua, excediendo la capacidad de conducción de su cauce, afectando así centros de población y áreas de producción. Esto se deriva de la disminución de la capacidad hidráulica de los ríos ante flujos extraordinarios causados por deficiencias de drenaje, saturación del suelo y acumulación de desperdicios.

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales como se menciona generan fuertes y abundantes precipitaciones, lo cual aunado a los fuertes vientos generan olas que inundan las costas en que se presentan.

Tormentas puntuales

Las tormentas puntuales, mejor conocidas como trombas, son la principal de inundaciones en la ciudad de Chihuahua, cubren un área entre 5 – 10 km de diámetro y se presentan acompañadas de descargas eléctricas, intensos vientos y granizo, bajo las condiciones idóneas.

Granizo

El granizo por su naturaleza sólida genera taponamientos de las redes de alcantarillado, impidiendo el desalojo de las aguas en las zonas urbanas. En las áreas agrícolas destruye parcial o totalmente las cosechas. En las edificaciones puede causar daño por impacto o acumulación.

Nieve

Fenómeno registrado en pocas zonas del país, entre las que se incluye la ciudad de Chihuahua, el cual es considerado como posible precursor de inundaciones, esto tras el deshielo que ocasiona escurrimientos que se acumulan alterando el desarrollo de actividades.

Presas

Los ríos de la y presas del país son consideradas con un mayor grado de riesgo, esto al verse históricamente relacionadas con la ocurrencia de numerosas inundaciones. Una presa se considera riesgosa cuando aguas debajo de la misma se localizan poblaciones con 200 – 1,000 habitantes; o bien, centros de elevada

actividad industrial o áreas con un alto índice de productividad agrícola y/o aprovechamiento diverso de 500 o más hectáreas.

Las presas son para las comunidades que se desarrollan en sus inmediaciones, más allá de un muro o dique construido para regular su caudal o almacenar agua, un sistema hidráulico vital para la realización de actividades agrícolas y ganaderas. No obstante pueden representar un riesgo al ver su capacidad rebasada por la presencia de grandes avenidas de agua, que resulten en fallas estructurales, de diseño u operacionales.

Sequías

La sequía es el agente destructivo que se caracteriza por la falta de agua en el suelo, afectando la vegetación, esto debido a la pérdida de humedad por evapotranspiración. Cuando esta condición ocurre durante un período prolongado daña las actividades humanas y económicas, así como el equilibrio de los ecosistemas. La ciudad de Chihuahua, y el estado en general, se ve sometida ocasionalmente a la ocurrencia de sequías, por lo que se deben tomar las precauciones debidas para aminorar los efectos nocivos resultantes de su eventual ocurrencia.

Las sequías son clasificadas en función del clima prevaleciente o por su magnitud:

Por clima

- a) Permanentes: se producen en zonas de climas áridos.
- b) Estacionales: se observan en sitios con temporadas lluviosas y secas bien definidas.
- c) Contingentes: se presentan en cualquier época del año debido a periodos prolongados de calor, a falta de lluvias o a la coincidencia de ambos.
- d) Invisibles: ocurren cuando las lluvias del verano no cubren las pérdidas de humedad por evaporación.

Por magnitud

- a) Leves: son aquellas que tienen como causa la escasez parcial de lluvias y no repercuten de manera importante en la producción ni en la economía.
- b) Moderadas: son las originadas por una disminución significativa en la precipitación pluvial que afecta a la producción agrícola.
- c) Severas: son las que se producen por la disminución general o total de lluvias, con daños cuantiosos a la producción.
- d) Extremadamente severas: son producto del proceso permanente de escasez de agua que provoca crisis en la agricultura y en la ganadería, con los consiguientes efectos al conjunto de la economía y la sociedad.

Efectos de los daños por sequías

Los daños generados por una sequía dependen en gran medida por su duración e intensidad, e indirectamente por los requerimientos hídricos de los organismos vivos y actividades económicas realizadas en el área afectada. Los efectos de una sequía se manifiestan en:

a) Desequilibrio ecológico.

Genera deshidratación y muerte de la flora; migración y/o muerte de la fauna; degradación y/o destrucción de los bosques, y debilitamiento, aridez y desertificación de los suelos.

b) Deterioro de la producción agrícola.

Genera pérdida de cultivos y el consecuente empobrecimiento de los campesinos; escasez de alimentos que deriva en desabasto y encarecimiento de los productos, provocando acaparamiento y especulación.

c) Disminución del hato ganadero.

Provoca pérdida de animales, por hambre y aparición de las epizootias.

d) Reducción de la actividad industrial.

Redunda en cortes de producción y descenso en la calidad de los productos, lo cual repercute en la capacidad de expansión de la economía, en los niveles de captación de divisas y en la generación de empleos, principalmente.

e) Deterioro de los rangos de salud pública.

Provoca falta de higiene y sus consecuencias en la generación de epidemias, hambrunas y mortandad.

f) Migración campesina.

Genera migraciones masivas del área rural ante las condiciones negativas de subsistencia.

Tormentas de Granizo

El país por su posición geográfica se ve afectado tanto por fenómenos meteorológicos típicos de zonas tropicales como aquellos provenientes de regiones antárticas, entre estos se encuentran las tormentas de granizo.

Las tormentas de granizo son precipitaciones en estado sólido en forma de granos de hielo que están relacionadas con las tormentas eléctricas. Los daños producidos por estas tienden a variar de acuerdo a la cantidad y el tamaño del granizo. Afecta notoriamente a las actividades del campo como son siembras y plantíos y en ocasiones incluso provocan pérdidas de animales de cría. En las zonas urbanas ocasionan problemas tránsito y daños a viviendas y áreas verdes, debido a su acumulación en techos y la obstrucción del sistema de drenaje, que puede producir inundaciones.

Nevadas

Las nevadas es un fenómeno meteorológico que al igual que las tormentas de granizo se originan como resultado de la acción de regiones árticas, básicamente se define como una precipitación en forma de cristales de hielo, ocurren al presentarse las condiciones de temperatura y presión en relación a la altitud de un lugar y al cambio de humedad del ambiente, propiciando así la precipitación de nieve.

Las nevadas producen daños a la agricultura, en algunos casos del 100 % del cultivo (dependiendo del tipo y etapa de crecimiento en que se encuentre), más así mismo generan beneficios al incrementar la disponibilidad de agua en el suelo y al recargar los mantos acuíferos. En las ciudades estas provocan caos vial, apagones y taponamiento de drenajes, que dadas las condiciones pueden provocar inundaciones; por otra parte causan daños a estructuras endebles, e incluso derrumbe de edificaciones.

Heladas

Las heladas son fenómenos similares a las nevadas, las cuales debido a la falta de humedad no llegan a generar la precipitación de cristales de hielo, en la ciudad son un fenómeno recurrente, como ya se menciona en el apartado de Antecedentes del presente documento.

II.3. ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES

La zonificación es la acción de la cual nos valemos para determinar los límites de afectación de los peligros naturales, lo cual en el presente documento se realiza de diferentes formas, ya sea de manera digital, por medio de un sistema de información geográfica, o simplemente expresando las colonias donde se ha presentado anteriormente un peligro.

Dicha labor se realizó según se requiriera, como se podrá observar más adelante, de manera muy puntual, tal es el caso de las fallas, o muy generalmente, como es el riesgo por viento o por flujo de lodos. Tal postura se asumió debido a que el riesgo identificado para algunos peligros era homogéneo en secciones enteras de la ciudad, haciendo imposible una zonificación detallada. Lo que se determinó de acuerdo a la identificación de peligros realizada anteriormente, en la que se tomó en consideración la presencia de peligros y la vulnerabilidad de la población y sus bienes.

II.4. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1.1. Peligros Ambientales.....	28
Figura II.2.1.1. Bloques diagramáticos que muestran tres tipos de fallas: A. Inversas; B. Normales; C. Laterales.....	33
Figura II.2.1.2. Gráfico mostrando diferentes tipos de falla.....	34