

ÍNDICE

V.1	ZONIFICACIÓN BÁSICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS-----	5
V.1.1	Zonificación de peligro por fallas geológicas.-----	5
V.1.2	Zonificación de peligro por Fracturas Geológicas -----	25
V.1.3	Zonificación de Peligros por Erosión-----	34
V.1.4	Zonificación de peligro por sismos -----	40
V.1.5	Zonificación de peligro por deslizamientos-----	42
V.1.6	Zonificación de peligro por hundimiento -----	43
V.1.7	Zonificación de peligro por derrumbes.-----	44
V.1.8	Zonificación de peligro por flujo de lodos -----	45
V.1.9	Zonificación de peligro de otros tipos. -----	47
V.1.9.1	Suelos expansivos-----	49
V.1.9.2	Cavitación antropogénica o túneles -----	50
V.2	ZONIFICACIÓN DE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS-----	50
V.2.1	Zonificación de Peligro por Inundación-----	¡Error! Marcador no definido.
V.2.2	Zonificación de Peligro por Granizo-----	¡Error! Marcador no definido.
V.2.3	Zonificación de Peligros por Vientos-----	¡Error! Marcador no definido.
V.2.4	Zonificación de Peligros por Tormentas Eléctricas-----	¡Error! Marcador no definido.
V.2.5	Zonificación de Peligros por Temperaturas Extremas-----	¡Error! Marcador no definido.
V.3	BIBLIOGRAFÍA -----	54
V.4	ÍNDICE DE TABLAS-----	61
V.5	ÍNDICE DE FIGURAS-----	61

V. ZONIFICACIÓN BÁSICA DE PELIGROS

Tomando en cuenta la definición del CENAPRED, el riesgo se entiende por la posibilidad de ocurrencia de daños o efectos indeseables sobre sistemas “expuestos”, constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia de eventos o fenómenos perturbadores, los que pueden ser de origen natural o pueden resultar de acciones humanas y de acuerdo con las condiciones específicas del entorno de un sistema, éste puede estar expuesto a diversos tipos de riesgos, asociados a diversas fuentes latentes de amenaza.

Así 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.

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

Esta es la razón por la que se estableció la identificación de los riesgos geológicos en las distintas zonas o sectores de la ciudad, mediante la recopilación de información cartográfica y documental existente, como en prospecciones de campo realizadas para tal fin.

Con esta información obtenida, su evaluación y los resultados de interpretación cartográfica, se ubicaron de manera digitalizada las zonas con riesgos geológicos presentes, para con ello sugerir las medidas preventivas pertinentes, de manera que se puedan evitar y mitigar los efectos o daños que los peligros geológicos pudieran provocar a la población.

La identificación de los riesgos geológicos en las distintas zonas o sectores de la ciudad, se realizaron mediante la información previa que fue recopilada, como en las prospecciones de campo realizadas. Con esta información obtenida, su evaluación y los resultados de interpretación, se ubicaron de manera digitalizada las zonas con riesgos geológicos encontradas en mapas de riesgo, para con ello sugerir las medidas preventivas pertinentes, de manera que se puedan evitar y mitigar los efectos o daños que los peligros geológicos pudieran provocar a la población.

Los criterios utilizados fueron los siguientes:

A) *Identificación y descripción de los peligros geológicos.* Incluyendo las causas de los peligros geológicos que generan las fallas y fracturas y los procesos asociados a los sismos e inestabilidad de los taludes.

B) *Elaboración de planos y cartas de la zonificación básica de los peligros geológicos* asociada a los principales sistemas de fracturamiento y fallas geológicas activas, que pueden ser exacerbadas por los sismos y provocar erosión, deslizamientos, derrumbes y hasta flujos de lodo.

C) *Sugerir y recomendar algunas medidas preventivas para la mitigación de los peligros geológicos* a los que esta expuesta la población de Chihuahua, particularmente a las que están asociadas a las zonas de fracturamiento y fallas.

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, JCAS¹, así como de algunos consultores privados que laboran en el estado de Chihuahua. Posteriormente se realizó la interpretación, evaluación y procesado 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

¹ SEMARNAT (Secretaría de Manejo de 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).....

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.

V.1 ZONIFICACIÓN BÁSICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

V.1.1 Zonificación de peligro por fallas geológicas.

Una falla es un plano de discontinuidad o discordancia de una masa rocosa o material poco consolidado, en donde se observa, a diferencia de las fracturas, un movimiento relativo entre los bloques limitantes, es decir, la o las fallas rompen una masa de roca y desplazan a uno de los bloques de manera diferencial, de tal forma que parece que esta movido uno con respecto del otro. Dependiendo de la actividad de su movimiento, las fallas pueden ser pasivas o activas. Las primeras prácticamente no constituyen un riesgo debido a que ya no presentan desplazamiento, aunque el plano de falla puede tener material poco consolidado e inclusive arcilloso que pudiera servir de lubricante en el caso de que se presentara algún movimiento.

Las fallas activas pueden llegar a tener desde un movimiento imperceptible en términos históricos, es decir, unos centímetros de movimiento en varios siglos, hasta otros movimientos significativos que suceden súbitamente y que pueden llegar a romper las banquetas o aceras, las tuberías, las paredes de las viviendas, los surcos del cultivo, etc., o bien desencadenar algún tipo de actividad sísmica, procesos de desplaves o derrumbes en las áreas inmediatas a la falla (SEDESOL, Op).

Las fallas se clasifican en función del tipo de desplazamiento relativo de los bloques actuantes, en fallas normales, inversas y de movimiento lateral. En las dos primeras hay un movimiento vertical entre los bloques y en la tercera el desplazamiento es horizontal.

Marco de la estructura geológica de la Ciudad de Chihuahua.

El marco estructural que rige el área de la ciudad de Chihuahua, es el producto de los esfuerzos compresivos de la Orogenia Laramide, seguidos de una tectónica transcurrente y finalmente un evento extensional que dio como resultado la morfología actual de la región. Las rocas Mesozoicas presentan un plegamiento asimétrico,

.....
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.

marcadas por un amplio radio de curvatura, tienen una dirección predominante de NW05° a 15°SE, localizadas en Sierra Azul y Cerro El Caballo. Las rocas volcánicas están afectadas por fallas normales, asociadas a la provincia de Cuencas y Sierras. Los rasgos estructurales más sobresalientes son cuatro sistemas de fallamiento y una etapa de divergencia neotectónica evidenciada por las fallas Las Margaritas, Las Huertas y El Tarais.

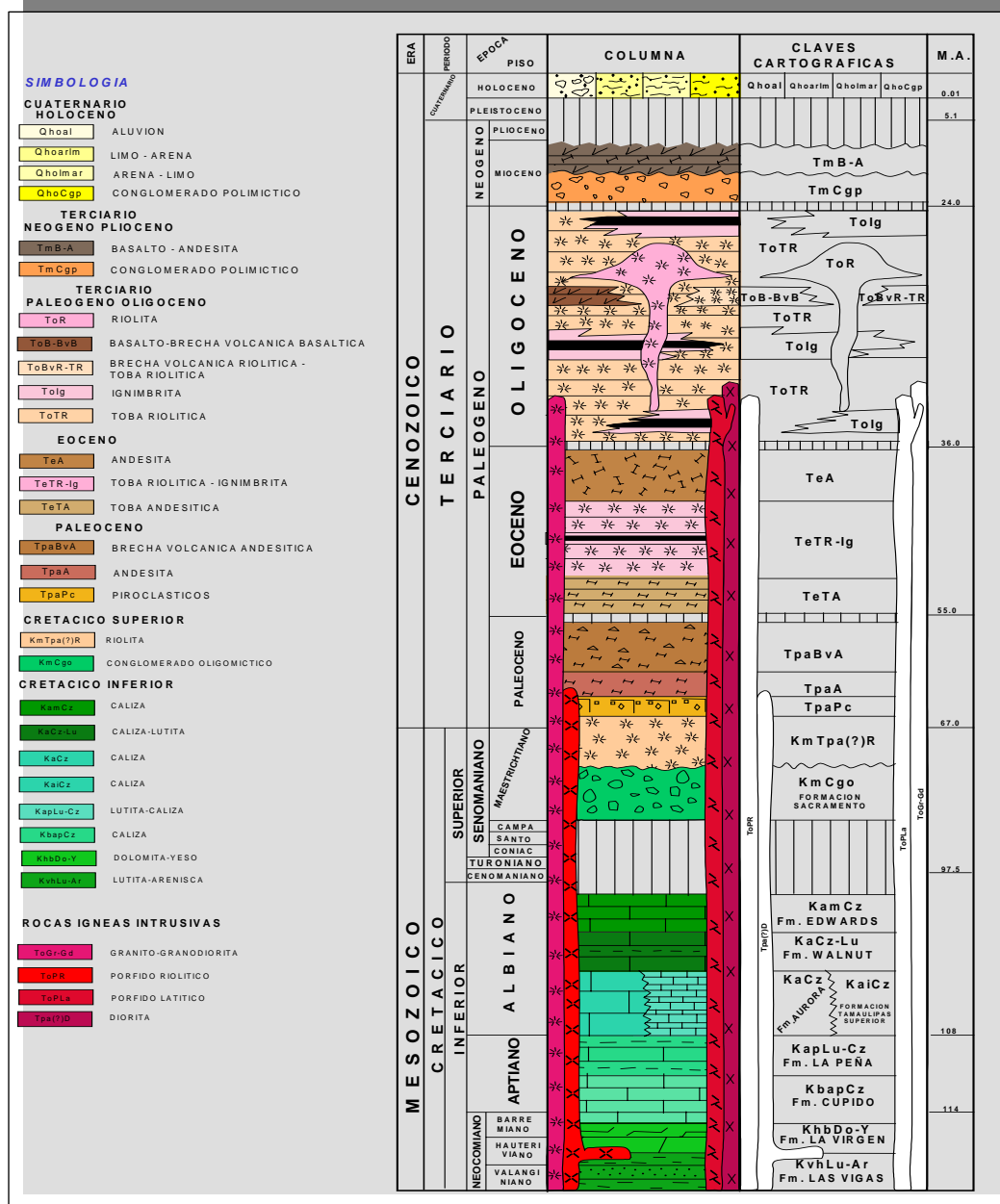
El primero de ellos corresponde a fallamientos de componente normal, entre las que destacan entre otras El Huerfano, Minillas, El Embudo, La Boquilla y Sacramento, con una dirección predominante NW10° a 40°SE y buzamientos que varían entre 70° y 85° tanto al NE como al SW, este sistema delimita bloques levantados y fosas tectónicas, afecta a rocas volcánicas Terciarias.

El segundo en importancia presenta una dirección E-W con buzamientos menores a 50°, consiste de fallas normales con componentes de desplazamiento lateral, se encuentra dislocando al primer sistema, las más importantes son El Rejón, El Eden y San Diego.

El tercer sistema tiene un rumbo NE40° a 55° SW, con buzamiento que varía de 45° a 60°, esta formado por fallas normales, entre las que destacan Presa Chihuahua y El Rincón.

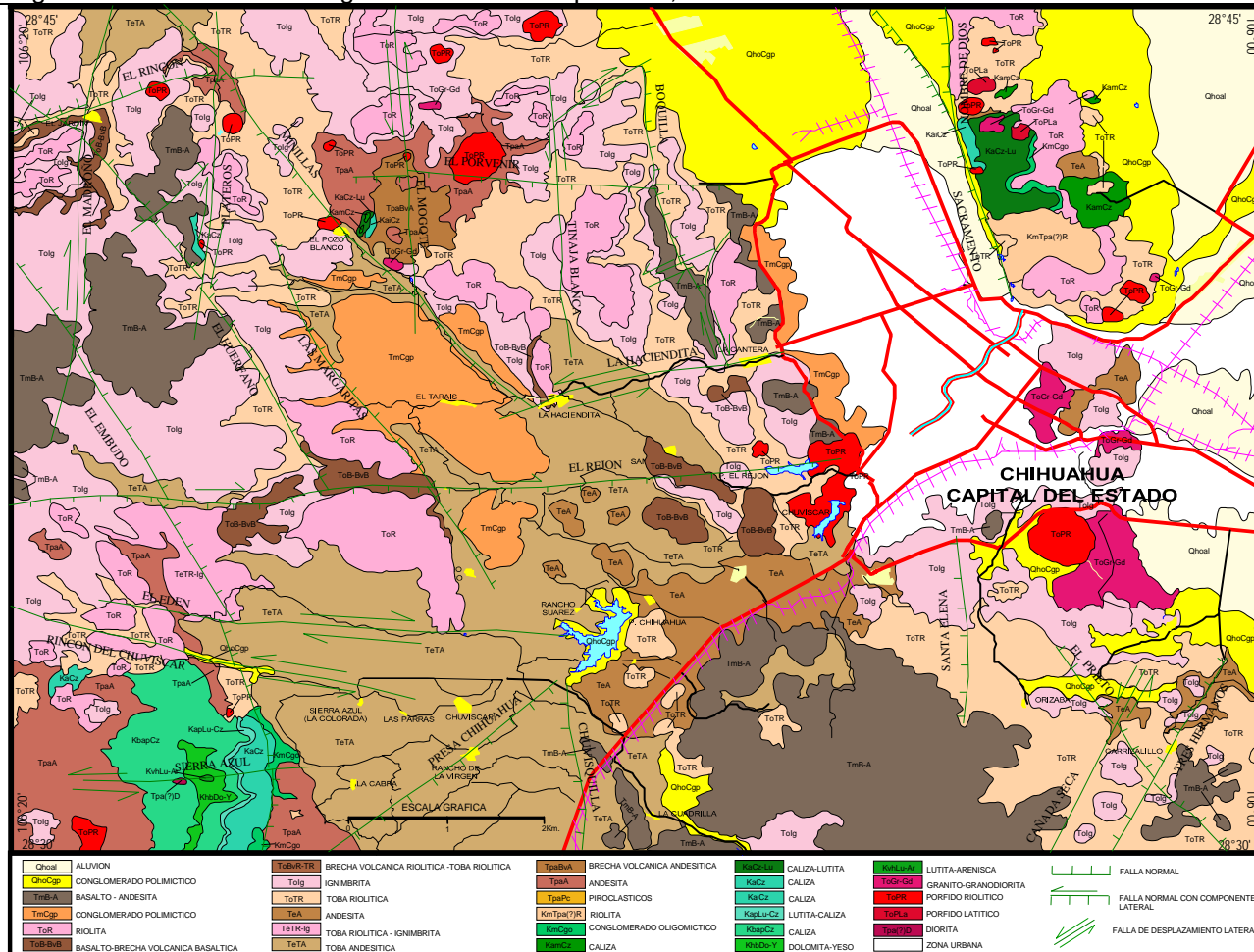
El último presenta una dirección N-S y buzamientos mayores de 80°, se encuentra formado por fallas normales con componentes de desplazamiento lateral, tales como El Madroño, Plateros, El Mogote y La Tinaja Blanca entre otras.

Figura V.1.1.1 Columna Estratigráfica de la Carta Chihuahua – Clave H13-C66 Escala 1:50,000



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.

Figura V.1.1.2. Plano Geológico-Estructural Simplificado, Carta Chihuahua H13 C66



Geología estructural. La región norcentral de México, presenta evidencias de accidentes morfoestructónicos, alineamientos de cuerpos intrusivos, sistemas de fallas y fracturas, relacionadas a la compleja evolución geodinámica de Norteamérica, y que han modificado las estructuras de la región en una provincia geológica muy bien definida que se extiende desde el Suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica hasta la región central de México (Provincia de Sierras y Cuencas, Raisz, 1968), caracterizada por la presencia de sierras angostas y alargadas, con cierres estructurales bien definidos y valles amplios con componentes verticales hasta de 300 m (Gunderson, et. al 1986), generando estructuras de tipo Horst-Graben, característicos de esfuerzos divergentes, además de sistemas de fallas transcurrentes, con orientación preferente N-S, que dislocaron las estructuras preexistentes (Eguiluz, S., 1984).

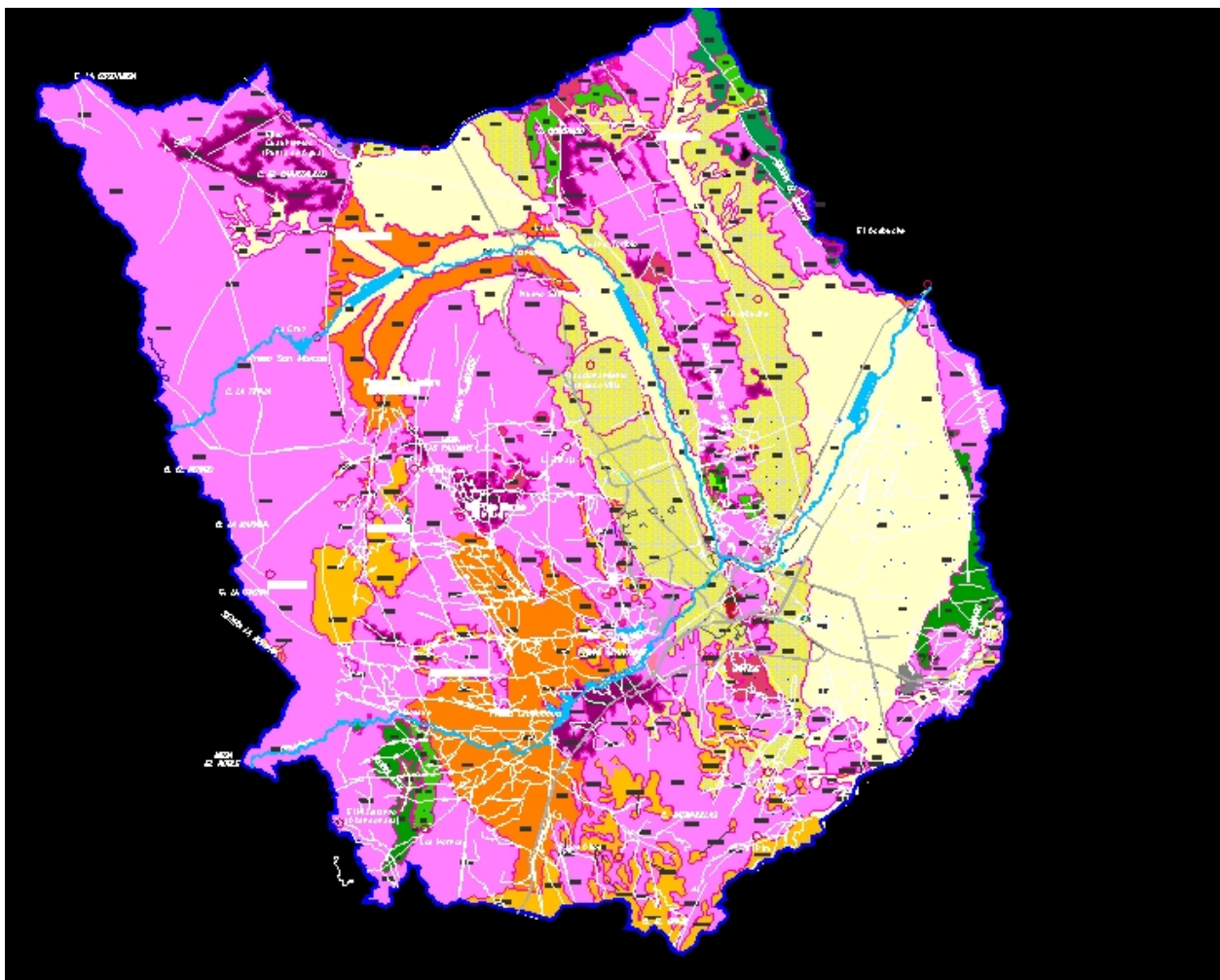


Figura V.1.1.3. Geología de las cuencas hidrológicas de los ríos Sacramento y alto Chuvíscar, dentro de las que se ubica la ciudad de Chihuahua. Se muestra la litología y los lineamientos de los bloques principales.

Las fallas y fracturas son los rasgos estructurales más sobresalientes dentro del área de la ciudad de Chihuahua, corresponde a la orientación de las estructuras a los cuatro sistemas de fallas de tipo normal, con orientaciones bien definidas:

1. El primer sistema de deformación, lo representan las fallas orientadas NW-SE, que son de tipo normal, con orientaciones de NW 10°-20° SE y NW 40°-50° SE, e inclinaciones de 70°-85°, donde destacan las fallas La Boquilla, Sacramento y Minillas dan origen a los bloques Sacramento, Chihuahua, El Mogote-La Haciendita, los Navegantes, con longitudes a lo largo del rumbo de varios kilómetros. Estas estructuras están relacionadas con los procesos que dieron origen a la Provincia de Sierras y Cuencas. Las estructuras se encuentran asociadas al magmatismo de pórfidos riolíticos, latíticos, así como cuerpos intrusivos graníticos-granodioríticos, acompañados

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.

de mineralización hidrotermal. Las fallas más importantes dentro del área de Chihuahua, asociadas a este sistema son:

- **Falla de la Boquilla.** Se localiza en la parte Noroeste de la ciudad de Chihuahua, es una falla normal de 85° de buzamiento con una orientación N 5° W y es responsable de la formación de la Fosa Chihuahua y los Bloques El Moyote y La Haciendita. La falla afecta a las rocas volcánicas ácidas e intermedias. Existe la posibilidad de una efusión de andesitas fisurales eyectadas por la traza de la falla, se interpreta como una consecuencia del mecanismo de extensión de la Provincia de Sierras y Cuencas, considerándose como una de las fallas más antiguas del área, está intensamente dislocada por fallas secundarias con direcciones E-W, NE-SW y N-S, de tipo normal y con componentes laterales.
- **Falla de Sacramento.** Es otro desplazamiento importante del área, se localiza en la porción NE de la ciudad de Chihuahua, es una falla de tipo normal de 82° de buzamiento y una orientación de NW 15° SE responsable de la formación de la Cuenca de Chihuahua y el Bloque de Sacramento, afecta a las rocas volcánicas terciarias y rocas sedimentarias del Cretácico. También se asocia a los mecanismos que le dieron origen a las Sierras y Cuencas se encuentra intensamente dislocada por sistemas más jóvenes.
- **Falla de Minillas.** Se localiza en la porción NW del área urbana, extendiéndose hasta el borde de la ciudad, donde se trunca por la falla El Rejón, es una falla de tipo normal con buzamientos del orden de 70 a 75° y una orientación de NW 30° con ligeras flexiones al W, es responsable de la formación de los bloques El Moyote y la Haciendita, así como de la Fosa Navegantes, afecta principalmente a rocas volcánicas.

2. El segundo sistema de deformación tiene una orientación sensiblemente E-W, no muy evidente en algunas partes, es de tipo normal y con componentes laterales tanto destraes como sinestraes, con orientaciones sensiblemente E-W e inclinaciones no menores de 50° hacia el norte. Las inclinaciones provocan ligeros basculamientos hacia el N-NE. El sistema representado por la Falla del Rejón y otras de menor importancia localizadas en los alrededores de la zona de Minillas, incluso algunas se encuentran mineralizadas con Pb-Zn y Oxidos de Fierro y Manganeseo.

3. Tercer sistema de deformación consiste de fallas orientadas con dirección NE-SW, de tipo normal, con orientación NE 40 - 55° SW, con buzamientos que varían entre 45 y 60° . El sistema esta representado por la Falla de la Presa Chihuahua y otras menores, localizadas en toda el área oriental de la ciudad, no se observa mineralización económica asociada, afecta principalmente a regiones con dominio volcánico de componente frágil principalmente. Asociados a estos dos sistemas se tienen las fallas siguientes:

- **Falla El Rejón.** Se localiza en la porción central sur de la ciudad, es una falla de tipo normal con dirección sensiblemente E-W e inclinaciones hacia el sur entre 50 y 55°, probablemente trunca a la Fosa Navegantes y a la Fosa Chihuahua en la porción sur de ambos bloques, afecta a rocas volcánicas del Eoceno, Oligoceno y Mioceno, se encuentra muy dislocada por los sistemas NE-SW y N-S.
- **Falla Presa Chihuahua.** Se localiza en la porción centro-sur de la ciudad de Chihuahua y se observa como un lineamiento NE-SW que se extiende desde el Bloque de la Sierra Azul hasta el sur del Bloque Sacramento consiste de una falla de tipo normal con una inclinación entre 75° y 80° hacia el SE, desplaza a rocas volcánicas del Terciario principalmente a tobas andesíticas del Eoceno. Se interpreta como un sistema asociado a un período de mayor estiramiento cortical sucesivo al estilo estructural de las Sierras y Cuencas.

4. Cuarto sistema de orientación sensiblemente N-S, es de tipo normal, con movimientos laterales tanto izquierdos como derechos, posee inclinaciones o buzamientos no menores de 80°, lo representan las fallas Nombre de Dios y El Madroño, así como otros desplazamientos menores. En esta área es fácil observar algunas dislocaciones estructurales, accidentes morfotectónicos y alineamientos de cuerpos intrusivos, cuya composición varía de intermedia a ácida. Los intrusivos están localizados principalmente en las zonas de debilidad originadas por los cruces con los otros sistemas de fallas. El sistema se asocia a la influencia de los movimientos transcurrentes de la Falla Regional Juárez, que a través de muchos kilómetros ha modificado las estructuras preexistentes y esta relacionada a los aspectos geodinámicos de la Placa Norteamericana (Eguiluz, S. 1984), asociado con este sistema se tienen las siguientes fallas geológicas:

- **Falla Nombre de Dios.** Se localiza en la porción NE de la Ciudad de Chihuahua, consiste de una Falla Normal de 80-85° de buzamiento, con dirección N-S, afecta a rocas volcánicas de composición ácida a intermedia del Bloque Sacramento, así como a rocas más antiguas del Cretácico, se interpreta como el resultado de los movimientos de las grandes fallas transcurrentes como la Juárez o El Almagre (Eguiluz, 1984). La falla Nombre de Dios se encuentra intensamente dislocada por fallas secundarias que afectan al Bloque Sacramento en su totalidad.
- **Falla El Madroño.** Se localiza hacia el extremo norte occidental de la ciudad, es una falla lateral con movimiento destral, afecta a rocas volcánicas principalmente ignimbritas y riolitas, se interpreta como una falla subordinada a la falla regional Juárez y disloca a las estructuras preexistentes de las Sierras y Cuencas.

Finalmente a partir del Plioceno, inicia la etapa de divergencia neotectónica o reacomodo de las estructuras, como una consecuencia geométrica de los mecanismos de extensión, se asocia principalmente a movimientos gravitacionales y efectos conjuntos de los desplazamientos entre las mismas fallas, produciendo fallas lístricas, fallas antitéticas y fallas de transferencia, (Gibbs, 1984).

Fallas que están desarrolladas por encima del plano de despegue del paquete sedimentario sobre el basamento cristalino. Fallas que posiblemente están activas en la actualidad, pues afecta a los depósitos continentales más jóvenes.

Los sistemas de fallas descritas anteriormente, se pueden observar en la Fosa Navegantes y en la Fosa de Chihuahua, sus buzamientos varían de moderados a fuertes, sin un patrón de inclinación definido. Pero, esta asociado básicamente a las características petrofísicas propias de las rocas que desplazan. Las fallas de transferencia poseen movimientos laterales tanto destraes como sinestraes, se encuentran íntimamente unidas a la evolución geomorfológica de los bloques estructurales del área de la ciudad.

Estas estructuras se encuentran asociados principalmente a los movimientos distensivos de la Provincia de Sierras y Cuencas. Sin embargo, la estructura de Minillas, intensamente deformada y dislocada, esta asociada probablemente a eventos volcánicos más antiguos que el Grupo Volcánico Superior.

Estructura tipo Caldera de Minillas. Se localiza en el sector centro-noroeste de la ciudad, y consiste de una estructura semicircular no mayor de 4 km de diámetro, de acuerdo a las referencias bibliográficas (Consejo de Recursos Minerales; 1979), Ahora es interpretado como que tiene relación con las fuentes de emisión del Grupo Volcánico Inferior. Mismos que están derivados de los magmas de composición andesítica (Mc Dowell y Clabaugh, 1982) del Paleoceno Superior – Eoceno. Además se presentan muy deformados y sin un orden lógico en el esquema evolutivo normal del área. Ya que esta caracterizado por la sucesión Orogenia Laramide, Grupo Volcánico Superior y Sierras y Cuencas presente en la parte oriental de la ciudad. Se encuentra limitada por la falla Minillas al SSW, el bloque El Mogote al N, La Haciendita al E y la Fosa Navegantes al S; es una importante zona mineralizada con estructuras como chimeneas, mantos, vetas, stockwork y diseminados de Plata, Plomo-Zinc principalmente.

Como consecuencia de la evolución tectónica del área y asociado a los eventos distensivos de la Provincia de Sierras y Cuencas (Se puede tener los sistemas NW 10°-20° y NW 40–50° SE) del Oligoceno Tardío – Cretácico Inferior, se generaron los siguientes bloques estructurales:

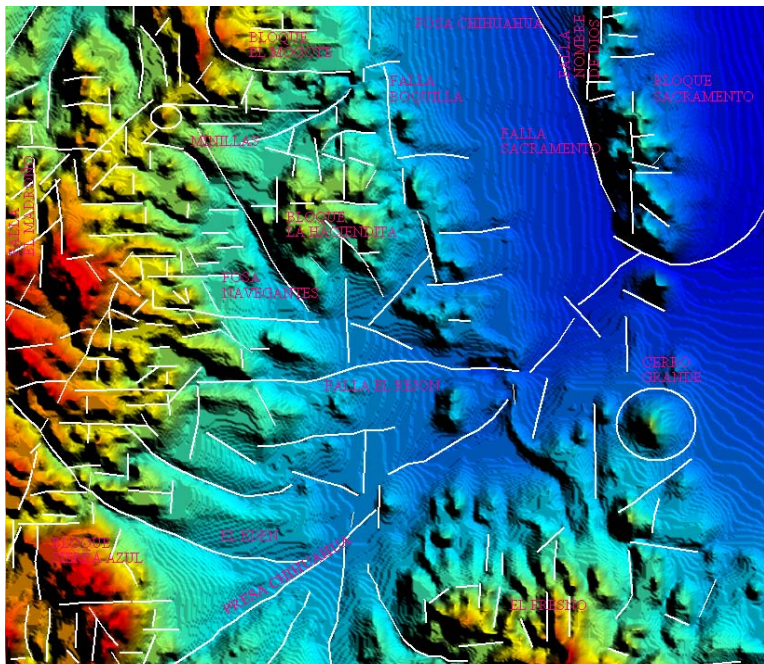
- **Bloque de Sacramento.** Se localiza en la porción Centro-NE de la ciudad, consiste de un Pilar Tectónico en cuya base, afloran rocas calizas de edad Cretácica, cuyos buzamientos varían de moderados a fuertes, cubiertos por rocas volcánicas efusivas de composición intermedia a la base y ácidas a la

cima. Las rocas presentan un ligero basculamiento de 20° al NE, se encuentra delimitado por la falla normal Sacramento al W, está afectado por numerosas fallas laterales semi-perpendiculares a la estructura y cuerpos intrusivos. En este bloque se emplaza la zona mineralizada Sacramento.

- **Bloque del Mogote.** En la imagen de satélite, (INEGI, 1995) se interpreta como un bloque levantado, ubicado en la porción norcentral de la ciudad, donde afloran rocas volcánicas ácidas, como tobas riolíticas a la base y riolitas en la cima, su pseudoestratificación varía de 15 a 30° con un ligero basculamiento hacia el NE, en el centro se observa un curvilineamiento, probablemente asociado a la efusión de riolitas. Al bloque lo limitan la falla La Boquilla al E y la falla Minillas en el sector W-SW. En el extremo sur del bloque se localiza una depresión asociada a la Caldera de Minillas (CRM; 1979), donde se emplaza la Zona Mineralizada de Minillas con anomalías de Ag-Pb-Zn y Mn.
- **Bloque de la Haciendita.** Se localiza en la porción centro-occidental de la ciudad, consiste de un pilar tectónico, en cuya base afloran rocas tobáceas de origen riolítico de edad Oligoceno y hacia la cima se encuentran riolitas fluidales esferulíticas, su inclinación en la cima es suave con 15° hacia el SE, conformando una meseta, en sus flancos las inclinaciones son moderadas a fuertes, con el flanco NE oscila entre 30 y 45° y en el flanco SW su inclinación es mayor de 45°, se encuentra limitado por las fallas La Boquilla, El Rejón y Minillas. A su alrededor se localizan áreas de importantes de yacimientos minerales no metálicos, entre los que destaca el tajo la Cantera.
- **Bloque de la Sierra Azul.** Se localiza hacia el sur-occidente de la ciudad de Chihuahua, consiste de un pilar tectónico en cuya base se encuentran aflorando lutitas-areniscas de la Formación Las Vigas de edad Neocomiano, con inclinación en el flanco NE de 35° a 40° y en el flanco SW de 45° a 70°, lo cubren discordantemente rocas efusivas de composición intermedia. Se encuentra limitado por la extensión hacia el sur de la falla El Madroño y El Edén. En este bloque se localiza el área mineralizada de la Sierra Azul con manifestaciones de mineralización hidrotermal.
- **Fosa de Chihuahua.** Se localiza en el sector centro de la ciudad de Chihuahua y consiste de una fosa tectónica, localizada entre los bloques Sacramento y Mogote-La Haciendita, con orientación NW 5° SE, se encuentra cubierta en el centro por sedimentos aluviales y limo-arenosos, hacia los bordes se encuentran rocas volcánicas y sedimentarias que varían de edad Oligoceno y Mioceno, presenta una amplitud promedio de 7 km, sus límites son al NE, la falla Nombre de Dios y al SW la falla de la Boquilla. Se ubica la zona de Tajos del cerro el Caloriento con importantes yacimientos minerales no metálicos, presenta

evidencias de bloques de falla rotados y superficies curvadas o lístricas acompañadas de fallas de transferencia, derivadas de un reacomodo gravitacional en las estructuras por el mecanismo de extensión.

- **Fosa de Navegantes.** Consiste de una fosa tectónica, localizada entre la porción centro-occidental de la ciudad al Sur del Bloque del Mogote y al oeste del Bloque de la Haciendita. Presenta una amplitud promedio de 4 km, está limitado por la falla de Minillas al NE. Lo constituyen rocas volcánicas que varían en edad desde el Eoceno hasta el Mioceno, limita al N-NE con la zona mineralizada de Minillas. Destaca al centro de esta estructura una semi-fosa, denominada El Tarais de 1.5 km de ancho por 6.5 km de longitud, con orientación NW 20°SE, la cual se origina a partir de una etapa de divergencia geotectónica. Existe la probabilidad de fallas normales de bajo ángulo, que actúan como planos de despegue al SW de la fosa, acompañados de fallas lístricas y/o sintéticas y fallas de transferencia, como una consecuencia en los movimientos geodinámicos de la estructura, derivadas del régimen divergente.
- **Lineamientos y curvilineamientos.** Con base a la interpretación del modelo digital de elevación y a la imagen de satélite, se evidencian los rasgos más importantes que permitan esquematizar de manera sencilla los resultados de los factores y procesos diagenéticos y estructurales que han intervenido en el modelado de la región, donde destacan los siguientes lineamientos:
 - a). **Lineamiento el Edén.-** En el modelo digital de elevación se observa un lineamiento de orientación NW-SE, se localiza en la porción suroccidental de la ciudad, presenta flexiones que varían desde N30°W a W franco, tiene un componente lateral izquierdo que afecta a rocas volcánicas y sedimentarias, constituye el límite norte del bloque Sierra Azul, se trunca en la falla Presa Chihuahua.
 - b). **Curvilineamiento del Cerro Grande.** Es el único curvilineamiento importante en la Ciudad de Chihuahua, que se observa en el modelo digital de elevación, se localiza en el sector oriental de la ciudad, consiste de un pórfido riolítico relacionado con el stock granodiorítico de las Norias, probablemente asociado a la falla Sacramento que produjo una zona de debilidad donde se emplazó este cuerpo intrusivo, relacionado con la extensión de Sierras y Cuencas. En la periferia se localizan cuerpos mineralizados de forma tabular, con mineralización de Mn.



Todos estos bloques estructurales, anteriormente mencionados originados por la Tectónica Extensional de la provincia de Sierras y Cuencas del Oligoceno Tardío – Mioceno Inferior, fueron afectados por movimientos laterales E-W, no muy evidentes, que ocasionaron el truncamiento de fallas más antiguas y un ligero dislocamiento de los bloques

Esto es originado por desplazamientos de orientación NE–SW y finalmente los movimientos transcurrentes de las fallas asociadas a la falla regional Juárez (Eguiluz, 1984), que habían continuado durante todo el Mioceno.

Resaltan por su magnitud los lineamientos orientados NS-EW y los N20-30°W-N50-60°E. De hecho estas dos orientaciones son las que están definiendo los límites de las estructuras formadas por las Sierras de Nombre de Dios-Sacramento al oriente y Minillas al poniente. Las fallas fueron descritas en la sección IV.1.4 de este documento.

Las fallas normales más sobresalientes son las que están conformando el valle de la ciudad. El escarpe formado por la Sierra Nombre de Dios-Sacramento que da hacia la ciudad es un escarpe originado por una falla de tipo normal. De igual forma corresponde a los escarpes del lomerío que se encuentra al poniente de la ciudad. Para este caso se tienen una zona de fallas escalonadas, es decir fallas paralelas que corresponden al mismo evento tectónico.

Las fallas laterales son las fallas que desplazan los bloques lateralmente, sin hundimientos o desplazamiento vertical. La manera como se pueden identificar es cuando atraviesan otras fallas, como es el caso de la falla destral descrita como Cantera con orientación N-S, que desplaza a las fallas N30E Presa Chihuahua.

A partir de la identificación de los peligros naturales se asignó un nivel de peligrosidad de acuerdo a un modelo analógico y relacional de la información disponible sobre el peligro y temas complementarios sobre el mismo. Se utilizan imágenes de satélite, sistemas de información geográfica y el análisis de expertos en la materia. El resultado se relaciona con el tema de vulnerabilidad social y se establece la zonificación de los diferentes tipos de peligro. El resultado del análisis de la susceptibilidad se relaciona con el tema de grado o porcentaje de vulnerabilidad social y se establece la zonificación para los diferentes tipos de amenaza y peligro. La siguiente imagen muestra la retícula de referencia elaborada para ubicar los sitios de muestreo, así como la ubicación de los lineamientos de fallas y fracturas dentro de la zona urbana y los alrededores de la ciudad de Chihuahua. Para el caso específico de la ciudad de Chihuahua se utilizó una imagen de satélite a la cual se le sobrepuso una cuadrícula. Esta cuadrícula tiene la finalidad de identificar los lugares a los que se hace referencia en cada una de los puntos y fotografías dentro del texto. Las estructuras descritas en la Figura V.4 se han descrito con anterioridad al inicio de esta sección.

El origen está marcado en la esquina inferior izquierda. En el eje horizontal se tiene marcado con letras que van de la “a” a la doble letra hacia la derecha. En el eje vertical N-S de abajo hacia arriba está marcado con números del 1 al 27. Cada cuadro de la retícula representa un área de 1 km² o unidad de área.

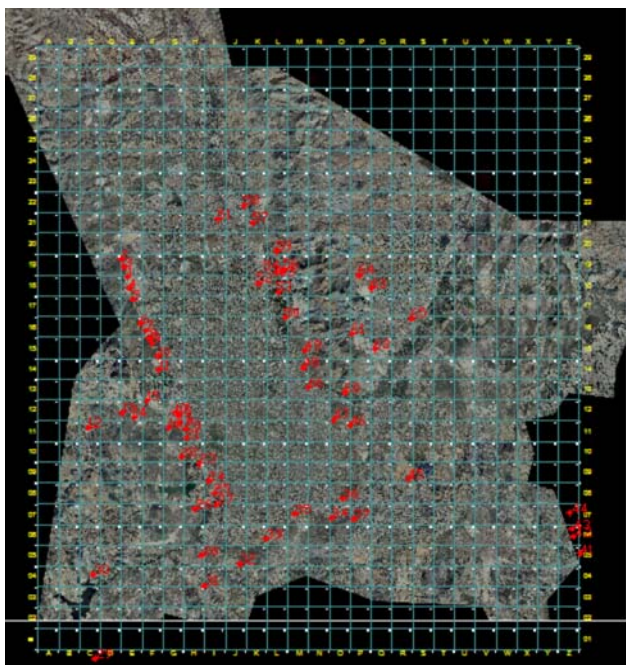


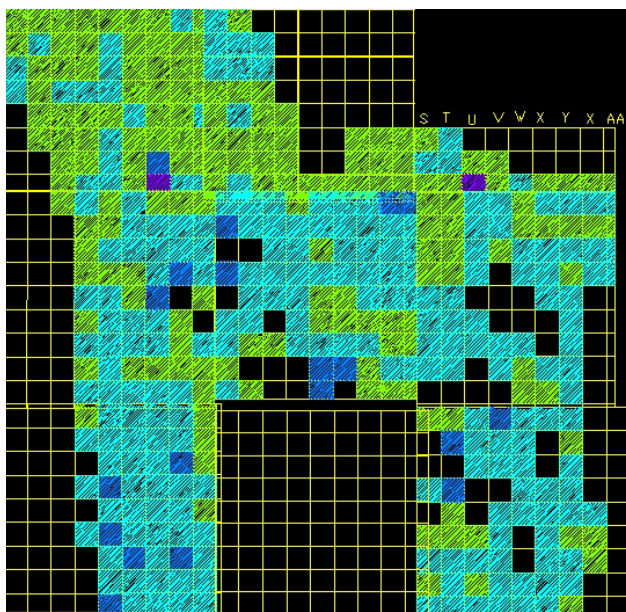
Figura V.1.1.5. La imagen muestra las localidades de las fotografías y las estructuras medidas durante la verificación de campo dentro de la cuadrícula de referencia para la cartografía.

La nomenclatura de la retícula está definida con letras de izquierda a derecha en el eje Este-Oeste. Mientras que de abajo hacia arriba la denominación es numérica y es ascendente de sur a norte. En rojo se muestra la ubicación de algunos de los puntos verificados, en donde se tiene información gráfica-fotográfica y de posicionamiento en coordenadas UTM.

Los lineamientos son las trazas de las fallas y fracturas sobre la superficie del terreno sin representar los movimientos relativos involucrados. La siguiente figura muestra con colores el promedio de longitud de los lineamientos existentes en

cada uno de los cuadros de la retícula. Así se puede interpretar las zonas con diferentes densidades de lineamientos y sus tendencias resultantes del tectonismo.

Figura V.I.I.6. La imagen muestra con colores los promedios de longitud de las estructuras geológicas lineales. El rango va de verde para las de menor y el azul oscuro para las de mayor longitud.



Los cuadros tienen diferentes colores que representan las características de las estructuras cuando están presentes. Los colores representan la longitud de los lineamientos o trazas de fallas y fracturas medidos: El color verde para los lineamientos con longitudes de 20 a 100 m, el azul claro para longitudes de 100 a 200; el azul oscuro para los de 200 a 300; mientras que el violeta para los de 300 a 400; el rosa para los de 400 a 500 y finalmente el rojo es el que tiene estructuras con longitudes mayores a los 500 m. Esta distribución de las longitudes de los lineamientos permite interpretar zonas con áreas de fracturamiento

intenso.

El cruce de este tema con el de vulnerabilidad social permite establecer las zonas que están en riesgo alto, medio y bajo por fallas y fracturas geológicas.

La interpretación indica que los lineamientos dominantes son los que están relacionados con la prolongación de la distensión de la estructura del Río Grande Rift, cuya orientación preferencial es un sistema orientado N-S y el sistema complementario con orientación E-W. Los lineamientos orientados N-S están formando los escapes más altos, especialmente si se encuentran dentro de las partes topográficamente altas como ocurre con las sierras que limitan la zona urbana de la ciudad de Chihuahua.

Tabla V.1.1.1 Ubicación de las fotos mostradas en la imagen.

SITIO	Lugar	X	Y
1	Fraccionamiento Paseo de las Misiones	387284	3175934
2	Panorámica del Cerro El Picacho	386966	3176731
3	Fraccionamiento Quinta Sebastián.	387120	3176387
4	Riscos del Sol.	387379	3175396
5	Fraccionamiento Campo Bello.	387540	3174844
6	Fraccionamiento Rincón De La Sierra 7 etapa.	387912	3173669
7	Fraccionamiento Rinconada Sierra Blanca.	388166	3173337
8	Fraccionamiento Portal de la Lomas II	388306	3172963
9	Fraccionamiento Bahías.	388464	3172754
10	Fraccionamiento Rincón Soberano.	388745	3172130

11	Residencial San Francisco.	388794	3171472
12	Universidad Tecnológica.	385395	3168658
13	Arroyo La Cantera.	387033	3169367
14	Universidad Regional Del Norte	387596	3169155
15	Misión del Bosque.	388208	3169935
16	Residencial La Cantera.	389270	3168663
17	arroyo La Cantera (a un costado de la agencia Subaru)	389599	3169364
18	Arroyo La Cantera a la altura de la agencia SEAT	389748	3169290
19	Fraccionamiento Vista Real.	389786	3168874
20	Fracc. Vista Real, costado de agencia Dodge Av de la Juventud	390084	3168601
21	Agencia Peugeot	390111	3168165
22	Lomas del Valle	389876	3167238
23	Estacionamiento Plaza del Sol.	390752	3166907
24	Fraccionamiento Las Fuentes.	391194	3166075
25	Porción este de la desembocadura de la presa El Rejón	391460	3165512
26	Porción este del fraccionamiento Senda Real.	390517	3164760
27	Cerro Blanco.	391542	3164974
28	Motel Las Palmas (salida a Cd. Cuauhtemoc Chihuahua)	390837	3162497
29	Gasolinera El Fresno (salida a Cd. Cuauhtemoc Chihuahua).	385723	3157570
30	Cortina de la presa Chihuahua.	385618	3161597
31	Cerro Las Animas.	390965	3161034
32	Fraccionamiento Zootecnia.	392683	3162095
33	Colonia Valle de la Madrid y Ampliación Universidad.	393931	3163298
34	Cerro Grande o cerro La Cruz.	397093	3164333
35	Banco de Material en ampliación Díaz Ordaz.	395324	3164527
36	Antena de Radio.	397629	3165267
37	faldas del Cerro Grande.	398164	3164296
38	Poblado de Santo Domingo.	414570	3164689
39	Porción Sur del poblado de Santo Domingo.	414405	3164221
40	Santa Eulalia.	413285	3163570
41	Escuela primaria Benito Juárez en el poblado de San Guillermo	409019	3162594
42	Norte de los jales. Al fondo se observa la colonia Aquiles Serdán.	408697	3163415
43	Colonia Aquiles Serdan.	408642	3163786
44	Pozo de agua para abastecer al la colonia Aquiles Serdan.	408530	3164575
45	Industrial Minera México (Fundición Ávalos).	400791	3166174
46	Porción sur del cerro El Coronel.	397995	3168804
47	Cerro El Coronel.	397196	3169045

.....
 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.

48	Colonia Cerro Prieto.	395755	3171577
49	Colonia Paso Del Norte.	395822	3172405
50	Banco de material de cemento (Grupo Cementos Chihuahua).	394863	3173966
51	Arroyo Vialidad Los Nogales.	391629	3178681
52	Colonia Nombre de Dios.	393594	3175611
53	Banco de material del Grupo Cementos Chihuahua.	394545	3175176
54	Entrada a las grutas de Nombre de Dios.	394444	3176142
55	Banco de material cercano a las grutas de Nombre de Dios.	394704	3176185
56	Salida de las grutas de Nombre de Dios.	394817	3176262
57	Banco de material (gravas y arenas) en cauce del río Sacramento.	393302	3178514
58	Hipódromo Carril Los Alamitos.	392876	3179349
59	Cerro Colorado.	394436	3177124
60	Carretera Chihuahua-Aldama.	397735	3170357
61	Fraccionamiento Quinta Versalles.	398070	3173159
62	Fraccionamiento Colinas del León.	399169	3172458
63	Basurero Municipal Chihuahua.	399001	3175362
64	Granja Marta. Al norte del basurero Municipal de Chihuahua.	398407	3176008
65	Entronque carretera Chihuahua-Aldama y Basurero Municipal.	400923	3173901
66	Río Chuvíscar	395982	3170614

La tabla siguiente muestra los puntos donde se tomaron fotos y datos de verificación de fallas y fracturas interpretadas a partir de las imágenes de satélite. La descripción de cada uno de los puntos esta hecha en el texto.

Tabla V.1.1.2. Ubicación de puntos de verificación de estructuras y fotos en la zona urbana.

Punto	X UTM	Y UTM	Descripción	No. Foto
1	392296	3175914	Arroyo con caudal fuerte	01-5
2	393787	3175366	Arroyo con caudal fuerte (construcción en su paso)	06-10
3	391207	3179342	Arroyo (construcción)	11-14
4	387701	3174765	Posible zona de fallamiento	15-17
5	390011	3171439	Posible zona de inundación	18-20
6	390736	3169421		21-22
7	393748	3171236	Construcción en zona del cauce del arroyo	23-25
8	397656	3168072		26-27
9	398384	3166720		28-30
10	395614	3165417		31-32
11	393434	3164854	Zona de posible inundación	33-34
12	393155	3164253		35-38
13	392324	3163453		39-41
14	391514	3163863		42-44
15	391678	3164266		45
16	391693	3164464		46-47
17	391003	3666502		48

18	390782	3167921	49-50
19	390779	3167922	53-54
20	390777	3167922	55-56
21	400686	3170067	57
22	398483	3169420	58-60
23	394444	3176139	61-63
24	388749	3174671	64-65

La siguiente figura, muestra los lineamientos o trazas superficiales de las estructuras de fracturas y fallas dentro de la retícula de referencia. Se tienen dos tipos de lineamientos: Los lineamientos marcados con líneas continuas y los marcados con líneas discontinuas, que representan las fracturas documentadas e interpretadas respectivamente. Las líneas continuas y discontinuas marcadas con achurado por un lado o barbas representan las fallas o estructuras que involucran el desplazamiento de un bloque con respecto a otro, es decir estructuras que involucran movimiento. Y lo achurado o el lado donde están las barbas indican el bloque que ha sido colapsado. Las flechas asociadas a los lineamientos representan los desplazamientos relativos entre los bloques limitados por las fallas laterales.

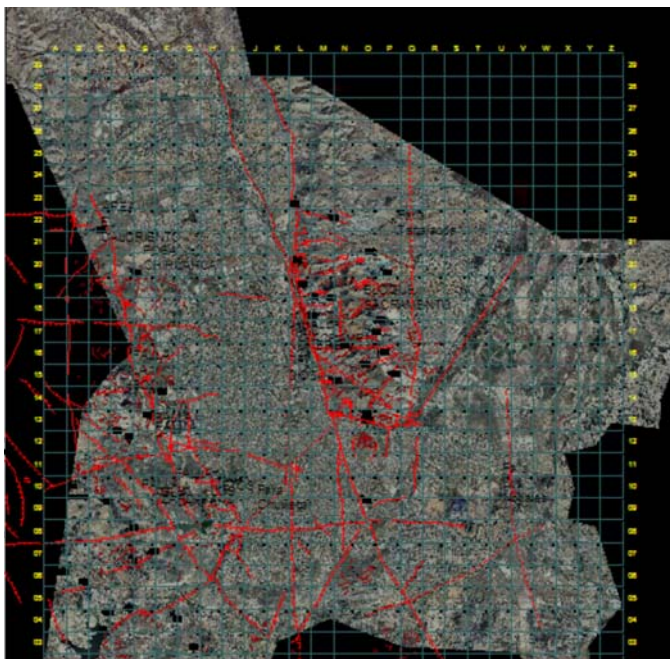


Figura V.1.1.7. Las estructuras lineales marcadas en rojo corresponden a las fracturas, fallas y franjas de debilidad susceptibles.

En la imagen los lineamientos tienen orientaciones preferenciales que representan los sistemas de falla, los cuales están complementados con los sistemas ortogonales correspondientes. Los sistemas de fallas identificados son los siguientes: El orientado N-S con el complementario E-W; el N30°W con el N60°E complementario; y el N45-60°W y de complementario N30-45°E. Así como se presenta, el sistemas más antiguo es el orientado N45-60°W, mientras que el más reciente y que esta modificando y desplazando a los anteriores es el N-S. El sistema N-S

desplaza a los más antiguos y al mismo tiempo da forma a la topografía. Los escapes más pronunciados corresponden a la estructura relacionada con este evento más reciente. La descripción de las fallas y estructuras más relevantes se encuentra en la sección V.1.2.1.

En la ciudad de Chihuahua se identificaron en las estructuras montañosas fallas normales de dirección preferencial NW-SE, fallas normales Norte-Sur y fallas normales

Este-Oeste (Ver plano geológico del Servicio Geológico Mexicano 2001). Dentro de la mancha urbana se identificaron algunos de estos rasgos estructurales que atraviesan o localizan en alguna porción de las colonias como se indica en la Tabla V.1.1.3. En esta Tabla se muestra la ubicación del área afectada por la susceptibilidad de riesgo en coordenadas UTM, el riesgo al que se encuentra sometido y el nivel de riesgo correspondiente.

Zonificación de Riesgos Geológicos				
LUGAR	COORDENADAS UTM		RIESGO GEOLOGICO	NIVEL DE RIESGO
Fraccionamiento Quinta Sebastián.	387120	3176387	peligro de desprendimiento de masa rocosa	Alto
Fraccionamiento Rincón De La Sierra 7° etapa.	387912	3173669	Peligro latente de desprendimiento	Alto
Salida de las grutas de Nombre de Dios	394817	3176262	Caída potencial de grandes fragmentos de caliza.	Alto
Fraccionamiento Bahías.	388464	3172754	Deslizamiento de bloques de riolita	Mediano
Fraccionamiento Rincón Soberano	388745	3172130	desprendimiento de bloques de riolita o riolacita	Bajo
Fraccionamiento Vista Real.	389786	3168874	Deslizamiento de roca	Mediano
Fraccionamiento Vista Real	390084	3168601	Deslizamientos de material basáltico	Mediano
Estacionamiento Plaza del Sol	390752	3166907	Deslizamiento bloques de tobas por alto angulo de corte	Mediano
Fraccionamiento Las Fuentes	391194	3166075	Fracturación con desprendimiento de bloques	Bajo
Cerro Blanco	391542	3164974	Fracturamiento con desprendimiento de bloques	Alto
Cerro Las Animas	390965	3161034	Deslizamiento de bloques por gravedad e intemperismo mecánico	Mediano
Fraccionamiento Zootecnia	392683	3162095	Riesgo de deslizamiento de Bloques tobas riolíticas	Alto
Cerro Grande o Cerro de la Cruz	397093	3164333	desprendimiento de bloques porfido reolíticos	Alto
Santo Domingo	414570	3164689	Fracturación con desprendimientos de bloques de riolita	Mediano
Sur del Cerro del Coronel	397995	3168804	Inestabilidad y Deslizamiento de roca	Mediano
Cerro del Coronel.	397196	3169045	Desprendimientos de rodados	Alto
Colonia Cerro Prieto	395755	3171577	Riolitas fluidales muy fracturadas	Mediano
Cerro Colorado	394436	3177124	Grandes caídos de pórfido riolítico (Bloques)	Bajo
Fraccionamiento Campo Bello	387540	3174844	Erosion fluvial del material granular que protege al fraccionamiento	Mediano
Sur del poblado de Santo Domingo.	414405	3164221	Erosión de los terreros y grandes azolves del poblado de Santa Eulalia	Alto
Santa Eulalia	413285	3163570	Desprendimiento de bloques en la porción norte	Bajo
Escuela primaria Benito Juárez, San Guillermo	409019	3162594	Erosión de jales y contaminación de metales pesados	Mediano
Colonia Aquiles Serdan	408697	3163415	Erosion de jales y contaminación de metales pesados	Mediano
Colonia Aquiles Serdan	408642	3163786	Erosion de jales y contaminación de metales pesados	Mediano
Industrial Minera México (Fundición Ávalos).	400791	3166174	Dispersión y contaminación de metales pesados	Alto
Colonia Nombre de Dios	393594	3175611	Derrumbe por erosión del arroyo	Bajo
Fraccionamiento Colinas del León	399169	3172458	Erosion de conglomerados colapsamiento de viviendas por erosión	Mediano
Entronque carretera Chihuahua-Aldama y Basurero Municipal	400923	3173901	Erosion fluvial	Alto

Tabla V.1.1.3. Zonificación de los riesgos geológicos: Puntos de verificación de la interpretación geológica.

Todos estos movimientos son derivados de reajustes gravitacionales en los mismos bloques estructurales sometidos a las fuerzas de tensión, se considera una deformación extensional de tipo asimétrica característico de la Provincia de Sierras y Cuencas (Howell, D., 1982).

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.

En la ciudad de Chihuahua se identificaron en las estructuras montañosas fallas normales de dirección preferencial NW-SE, fallas normales Norte-Sur y fallas normales Este-Oeste (Ver plano geológico del Servicio Geológico Mexicano 2001). Dentro de la mancha urbana se identificaron algunos de estos rasgos estructurales que atraviesan o localizan en alguna porción de las siguientes colonias.

A continuación se dan algunos ejemplos de lineamientos estructurales superficiales que corresponden a fallas y fracturas dentro de la mancha urbana.



Figura V.1.1.8. Fracc. Quintas Sebastián.
Lugar: Fraccionamiento Quinta Sebastián.
Coordenadas: 0387120
3176387

Afloramiento constituido principalmente por un derrame de riolacita fluidal con una pseudoestratificación de rumbo(N 25° W, 27° NE), esta intercalada hacia la base por tobas andesíticas y basaltos al norte del fraccionamiento. Esta unidad es una roca color violeta, muy fracturada con un de rumbo N 65° W, 75° NE y otro fracturamiento N 40° E, 31° NW, estos dos

fracturamientos están interconectados y se encuentran abiertos, lo cual indica que esta unidad es altamente permeable y por lo tanto corresponde a una unidad para recarga del acuífero en medio fracturado. Al norte del fraccionamiento Quinta Sebastián, pero cercano al fraccionamiento de Santa Clara pasa la traza de una falla normal con rumbo general al N 10 W, 78 NE.

Riesgo: Actualmente las construcciones que limitan al margen del Cerro El Picacho, se encuentran en peligro de desprendimiento de masa rocosa debido principalmente a que las fracturas se encuentran comunicadas y no están rellenas con algún material que las sostenga. Además, las presenta un buzamiento en un ángulo de 27° al NE, en dirección a las construcciones. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.

Figura V.1.1.9. Fracc. Rincón de la Sierra.
Lugar: Fraccionamiento Rincón De La Sierra 7° etapa.
Coordenadas: 0387912
3173669



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.

Afloramiento constituido por una riolita fluidal muy fracturada de rumbo N 28° W, 56° NE y un fracturamiento secundario de rumbo N 46° E, 78° NW. El fracturamiento principal se encuentra relacionado a la falla normal La Boquilla. La riolita se intercala con tobas riolíticas con pseudoestratos de rumbo N 16° W, 23° NE. Debido al gran número de fracturas que representan una densidad significativa, se considera al área del Cerro el Picacho como una zona importante de recarga ya que las fracturas que muestra se encuentran abiertas.

Riesgo: Este fraccionamiento en particular, construyó casas de habitación demasiado cercanas al corte del cerro; esto trae como consecuencia el peligro latente de desprendimiento. Esta área es considerada como una zona de alto riesgo geológico por desprendimiento. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.1.10. Grutas Nombre de Dios.

Lugar: Salida de las grutas de Nombre de Dios.

Coordenadas: 0394817

3176262

Afloran calizas de la Formación Finlay, están afectadas por una falla normal de rumbo N 10° E, 40° SE. A pesar de que la salida se encuentra asegurada por llaves de concreto y una malla ciclónica con concreto lanzado en el respaldo izquierdo de la salida; la parte superior se encuentra muy fracturada y no se encuentra revestida con ningún material. Lo que pone en riesgo la caída potencial de grandes fragmentos de caliza.

Riesgo: Caída de fragmentos de caliza.

El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona oriente de la ciudad.

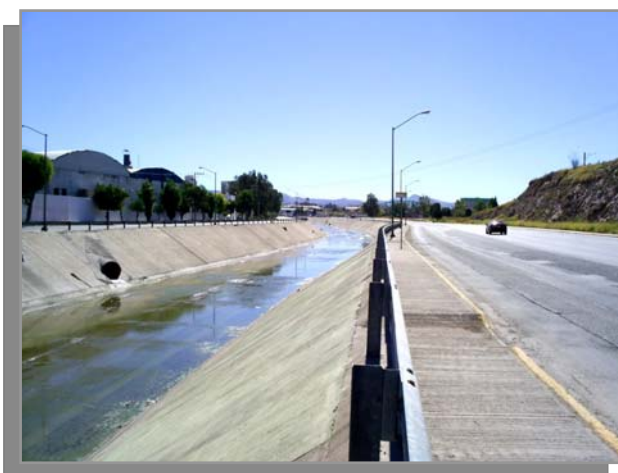


Figura V.1.1.11. Río Chuvíscar canalizado.

Lugar: Río Chuvíscar

Coordenadas: 0395982

3170614

Descripción del afloramiento: Como se ha venido mencionando, la canalización de los principales caudales que atraviesan la ciudad de Chihuahua, afectan al ciclo hidrológico, sobre todo al de la infiltración,

algunos afectan al medio fracturado como este caso y otros al medio granular. Un ejemplo de ello es este, ya que originalmente el cauce circulaba por un medio fracturado muy permeable como el que se describe a continuación. La roca encajonante es una riolita en forma de derrames riolíticos intercalada con piroclastos riolítico a lo largo del río Chuvíscar; estas unidades se encuentran sumamente fracturadas y falladas, presentando un rumbo preferencial de N 54° E, 66° NW abierto sin relleno y otro secundario que corta al primero de rumbo N 33° W, 54° NE.

Debido a su gran fracturamiento y conexión con otro secundario geohidrológicamente se considera una unidad altamente permeable, pero si se encuentra canalizado su cauce seguramente su infiltración será nula. El nivel de riesgo es clasificado como 2 y esta relacionado con los deslizamientos y hundimientos de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.1.12. Fracturamiento a un costado del Río Chuvíscar.

Panorámica del fracturamiento a un costado del río Chuvíscar a la altura de su conexión con el río Sacramento.

Figura V1.1.13. Detalle de fracturamiento en rocas del Río Chuvíscar.

Detalle del fracturamiento abierto y conectado en la unidad riolítica.

Riesgo: Problemas de Infiltración, derrumbes y deslizamientos en temporada de lluvias.



V.1.2 Zonificación de peligro por Fracturas Geológicas

A continuación se hace mención de algunos lugares donde se describen las características principales de las rocas, fracturamiento y los riesgos potenciales que estos involucran.



Figura V.1.2.1. Fracc. Bahías.

Lugar: Fraccionamiento Bahías.

Coordenadas: 0388464

3172754

Afloramiento constituido por derrames de riolita y riodacita acompañados por un fracturamiento de rumbo N 35° E, 67° NW. Este fraccionamiento presenta varias viviendas con serios problemas de deslizamientos de bloques de riolita, la imagen muestra la cercanía con la unidad riolítica, sin duda un grave riesgo para los

habitantes. Algunos metros más al Este del fraccionamiento afloran basaltos vesiculares y basaltos compactos, intercalados con brechas volcánicas basálticas; esta unidad basáltica se encuentra intensamente fracturada y se considera una zona de recarga hidrológica.

Riesgo: Deslizamiento de bloques de riolita. Una solución es hacer un trabajo de geotecnia para tratar de ver las fracturas y la estabilidad de estos bloques y para después tratar de asegurarlos con mallas, bardas de contención o inyectando concreto. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.

Figura V.1.2.2. Fracc. Riscos del Sol.

Lugar: Riscos del Sol.

Coordenadas: 0387379

3175396

Afloramiento constituido por basalto color gris oscuro, muy fracturado de rumbo principal de N 20° E, 56° NW y es interceptado por fracturas de menor grado de rumbo NW paralelas a la falla regional La Boquilla. Esta unidad basáltica se encuentra en forma de derrames intercalada con brechas volcánicas basálticas y en menor cantidad los



derrames de andesitas. Esta unidad esta intensamente fracturada lo cual indica que es una roca muy permeable y se considera como una zona de recarga.

Riesgo: Como unidad geológica no representa riesgo alguno para la población, pero definitivamente es una de las unidades geohidrológicas para la recarga del acuífero de Chihuahua y si seguimos impermeabilizando esta unidad con la construcción de nuevos fraccionamientos y carreteras la infiltración en el medio fracturado cada año será menor y por ende menor infiltración de agua al acuífero, el cual cada año sufre abatimiento. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.3. Fracc. Rincón Soberano.
Lugar: Fraccionamiento Rincón Soberano.
Coordenadas: 0388745
3172130

Afloramiento constituido por derrames de riolacita y riolita intercalados con tobas riolíticas color café beige. Presentan poco fracturamiento y el rumbo de pseudoestratificación es de N 34° W, 17° NE. Le sobreyacen en forma concordante derrames de basaltos poco fracturados, así como brechas volcánicas basálticas.

Riesgo: Este fraccionamiento presenta el riesgo latente de desprendimiento de bloques de riolita o riolacita, aunado a la inclinación de los pseudoestratos. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad. Las soluciones se han venido mencionando y aplica para estos casos.



Figura V.1.2.4. Fracc. Vista Real.
Lugar: Fraccionamiento Vista Real.
Coordenadas: 0389786
3168874

Afloramiento constituido por derrames de basalto altamente fracturados con un rumbo preferencial de N 37° E, 77° SE. Para la construcción de varias casas, tuvieron que cortar el cerro y la pendiente escarpada de basaltos fracturada la impermeabilizaron con concreto lanzado, pero actualmente este concreto se esta colapsando junto con bloques de basalto, siendo esto un riesgo

latente de deslizamiento de roca.

Riesgo: Deslizamiento de roca. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.5. Fracc. Vista Real.

Lugar: Fraccionamiento Vista Real. Pegada a la agencia Dodge Periférico de la Juventud.

Coordenadas: 0390084

3168601

Afloran basaltos fuertemente fracturados con un rumbo principal de N 12° E, 77° SE.

Riesgo: Existe el riesgo de que se colapse la antena de comunicación debido a que debajo de la construcción de la antena se tiene otro corte para la construcción de viviendas, pero este corte de basalto no se encuentra

estabilizado y ya presenta una zona de derrumbe en su parte oeste y existe el riesgo que debido al alto fracturamiento, continúen los deslizamientos de material basáltico. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.6. Estacionamiento Plaza del Sol.

Lugar: Estacionamiento Plaza del Sol.

Coordenadas: 0390752

3166907

En este punto afloran tobas riolíticas y piroclásticos riolíticos, acompañados por conglomerados polimícticos hacia la cima. Esta unidad piroclástica se encuentra afectada por un fracturamiento de rumbo N 34° W, 78° SW. Este fracturamiento se encuentra abierto y debido al alto ángulo del corte, estos bloques de tobas tienen un

alto riesgo de colapso tanto de golpear a los peatones como golpear a los vehículos.

Riesgo: Deslizamiento de bloques. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.

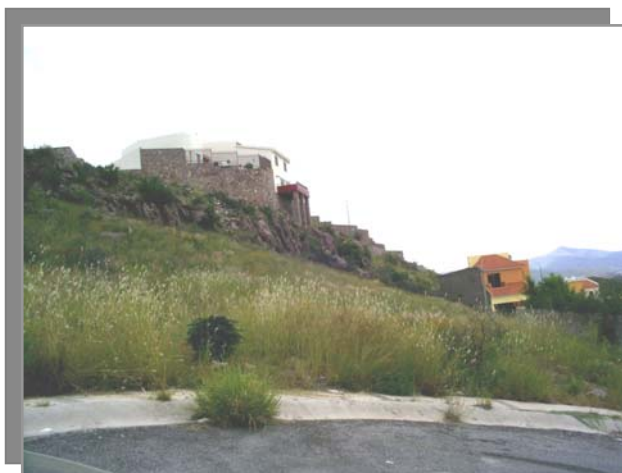


Figura V.1.2.7. Fracc. Las Fuentes.
Lugar: Fraccionamiento Las Fuentes.
Coordenadas: 0391194
3166075

Afloramiento constituido por flujos riolíticos con textura porfídica, esta unidad se encuentra fuertemente fracturada con un rumbo principal de N 23° W, 62° NE. Las fracturas se encuentran abiertas y se considera de igual manera una zona de recarga.

Riesgo: Existe la posibilidad de desprendimiento de bloques debido a dos causas, la primera debido al fuerte fracturamiento abierto que presenta la unidad y segunda a la fuerte pendiente que tiene el cerro con respecto a las viviendas aledañas. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.

Figura V.1.2.8. Chipote Cerro Blanco.

Lugar: Cerro Blanco.
Coordenadas: 0391542
3164974

Afloramiento constituido por un crestón de sinter (sílice lechoso o amorfo) producto de un evento epitermal el cual intrusión a derrames de riolita y tobas riolíticas. Este crestón se encuentra fuertemente fracturado con un rumbo preferencial de N 31° E, 55° SE.



Riesgo: Debido al alto fracturamiento que presenta esta unidad, a la fuerte pendiente que tiene este crestón y a la cercanía de las casas; se considera una zona de alto riesgo de desprendimiento de bloques. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.

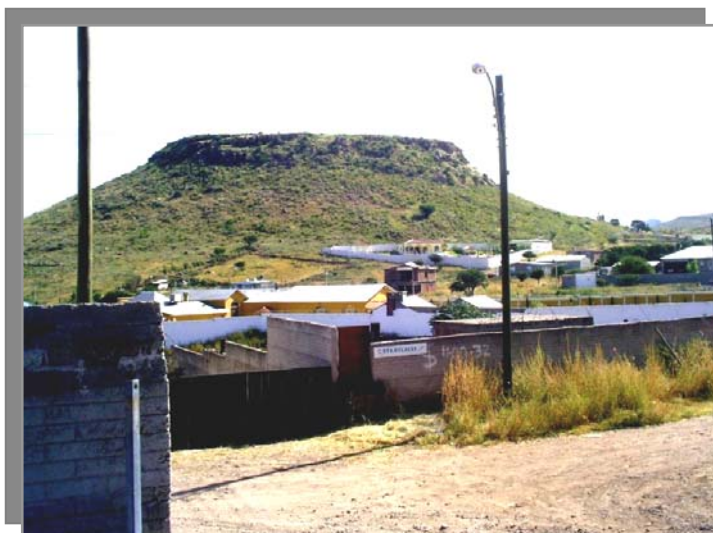


Figura V.1.2.9. Cerro Las Ánimas.

Lugar: Cerro Las Animas.

Coordenadas: 0390965

3161034

Hacia la base del cerro Las Animas esta constituido por tobas riolíticas color gris claro y le sobreyacen derrames de rilitas fluidales, las cuales al enfriarse presentan fracturamiento perpendicular al rumbo del flujo. Este afloramiento aparte de presentar erosión diferencial, presenta intemperismo

mecánico, el cual consiste en la rotura de la roca por medio de hielo en tiempo de invierno. El funcionamiento es el siguiente: primeramente el agua penetra por las fracturas y se almacena en el medio fracturado; seguido de esto la temperatura descende por debajo del punto de fusión hasta llegar a formarse hielo; como es sabido el agua al pasar de un estado líquido a un estado sólido, aumenta su volumen, esto trae como consecuencia la rotura de la roca en el medio fracturado; si este mecanismo continua cada temporada de invierno si las condiciones climáticas la favorecen y con ello cada vez; es mas frecuente los deslizamientos de bloques por este mecanismo.

Riesgo: Deslizamiento de bloques por gravedad e intemperismo mecánico. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.10. Fracc. Zootecnia.

Lugar: Fraccionamiento Zootecnia.

Coordenadas: 0392683

3162095

Afloramiento constituido por tobas riolíticas abundantemente fracturadas con rumbo preferencia al N 10° E, 82° SE, este fracturamiento es abierto presenta un segundo fracturamiento NW, que lo intercepta, dando lugar a una zona inestable y con peligro de deslizamiento de bloques.

Riesgo: Alto riesgo de deslizamiento de Bloques. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.11. Fracc. Cerro Grande y Cerro de la Cruz.

Lugar: Cerro Grande o Cerro de la Cruz.

Coordenadas: 0397093
3164333

Hacia la base afloran depósitos de pendiente, piamonte o talud, constituidos por clastos angulosos de pórfido riolítico, producto del intemperismo mecánico del Cerro Grande.

Este cerro se encuentra constituido por un cuerpo de origen hipabisal somero

constituido por un pórfido riolítico y debido a su génesis, tectónico y enfriamiento; adquiere un fracturamiento vertical. Esto trae consigo un gran desprendimiento de bloques de esta unidad. El fracturamiento preferencial es de N 25° E, 77° SE.

Riesgo: Alto Riesgo de desprendimiento de bloques. Actualmente se construye la ampliación a 4 carriles del periférico Francisco R. Almada y durante los trabajos de ampliación, se han retirado grandes bloques de pórfido riolítico que anteriormente fueron desprendidos y rodados hasta ese lugar. Esto nos avisa con anticipación el gran riesgo que presenta esta zona. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona sur poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.12. Vialidad Fco. R Almada.

Panorámica de un rodado de pórfido riolítico de aproximadamente 2.5 metros de alto por 2.5 de ancho. Localidad Ampliación del periférico Francisco. R. Almada. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.2.13. Santo Domingo.
Lugar: Poblado de Santo Domingo.
Coordenadas: 0414570
3164689

Pórfido riolítico intrusionando calizas de a Formación Finlay. La unidad riolita presenta un fracturamiento principal de N 45° E, 78° NW. Debido a lo escarpado del terreno y a la cercanía con las viviendas esta zona es muy propensa a desprendimientos de bloques.

Riesgo: Desprendimiento de bloques. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona poniente de la ciudad, aunque en este caso corresponde a los riesgos que se encuentran en la parte sur oriental de la ciudad de Chihuahua, sobre la Sierra de Santo Domingo.



Figura V.1.2.14. Cerro Coronel.
Lugar: Porción sur del Cerro del Coronel.
Coordenadas: 0397995
3168804

Aflora un pórfido riolítico muy fracturado color rojizo de origen hipabisal, el fracturamiento principal es de N 21° E, 82° NW y un segundo que corta al primero de rumbo N 65° W, 69° NE

Riesgo: Aunque este punto esta localizado sobre las faldas del cerro El Coronel, la unidad es muy inestable y presenta pequeños deslizamientos de roca.

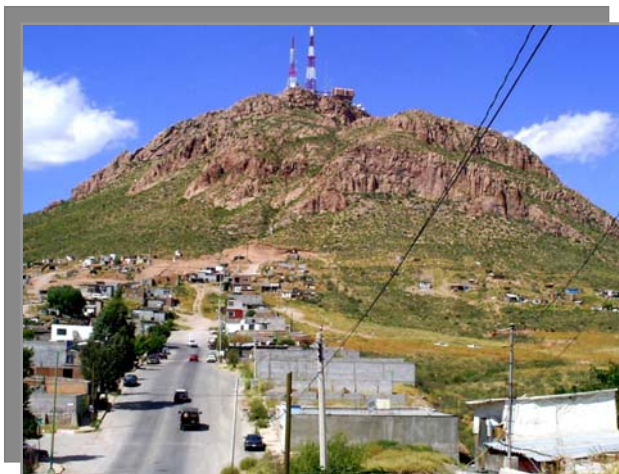


Figura V.1.2.15. Cerro Coronel y sus antenas.
Lugar: Cerro del Coronel.
Coordenadas: 0397196
3169045

Aflora un pórfido riolítico color rojizo, característico de un cuerpo hipabisal. Sin duda este cerro es uno de los riesgos geológicos más mencionados y peligrosos en Chihuahua y este peligro se extiende en toda la periferia; se han documentado un "sin fin" de desprendimientos de rodados de

varias medidas, los cuales son visibles a simple vista sobre las faldas del mismo.

Otra de las controversias fue la construcción de varias antenas transmisoras de televisión y radio, debido a lo inestable de la unidad y a la fuerte pendiente que este tiene. Actualmente se encuentra rodeado por asentamientos humanos irregulares, donde a falta de servicios municipales, construyeron letrinas y usan como basurero los pequeños arroyos que ahí drenan.

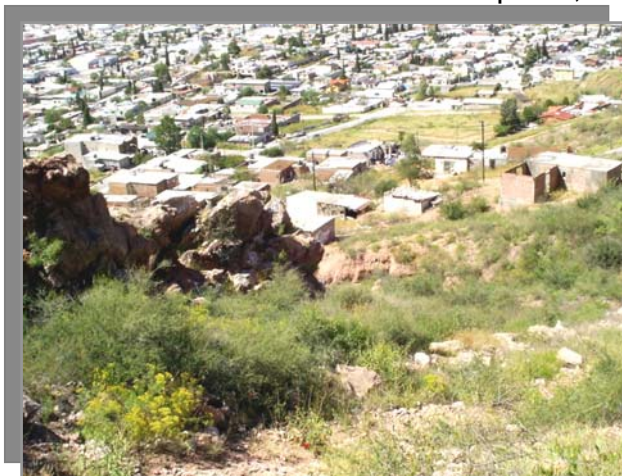


Figura V.1.2.16. Cerro Coronel y derrumbes.

Panorámica de los grandes bloques de pórfido riolítico fracturados a punto de colapsarse. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona sur oriente de la ciudad.

Figura V.1.2.17. Cerro Coronel de derrumbes.

Panorámica de la contaminación de basura a falta de servicios municipales.

Riesgo: Alto riesgo de desprendimientos de roca.



Figura V.1.2.18. Col. Cerro Prieto.

Lugar: Colonia Cerro Prieto.

Coordenadas: 0395755

3171577

Afloramiento constituido por riolitas fluidales muy fracturadas con rumbo preferencial de N 60° E, 66° NW. Se intercala con tobas riolíticas hacia la base y hacia la cima. Esta colonia aparte presenta contaminación de basura sobre sus arroyos. El nivel de riesgo

es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona oriente de la ciudad.



Figura V.1.2.19. Arroyo Cerro Prieto.

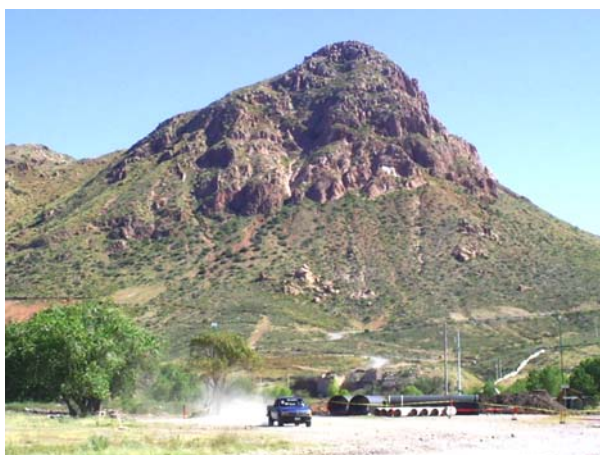
Panorámica de los depósitos irregulares de basura sobre los arroyos. Localidad colonia Cerro Prieto. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona oriente de la ciudad.

Figura V.1.2.20. Cerro Colorado.

Lugar: Cerro Colorado.

Coordenadas: 0394436
3177124

El cerro Colorado se encuentra constituido por un cuerpo hipabisal de composición riolítica al igual que el Cerro Coronel y Cerro Grande. Debido a su génesis de cuerpo hipabisal este presenta un gran fracturamiento abierto y encontrado, por una parte tenemos el fracturamiento principal de rumbo NE-SW y otro secundario de rumbo NW-SE. Hacia la base del cerro se observan los grandes caídos de pórfido riolítico, poniendo en riesgo el poco tráfico que circula por la terracería hacia el poblado de Tabalaopa.



También es recomendable mencionar que actualmente se están extrayendo arcillas en la base del cerro lo que pone en gran riesgo a los trabajadores de estos bancos y posiblemente a un salón de eventos que se encuentra a las orillas del río sacramento.

Figura V.34. Banco de material de Cerro Colorado.

Panorámica del banco de material de arcillas en la base del cerro Colorado y el salón de eventos.

Riesgo: Caída de bloques. El nivel de riesgo es clasificado como 1 y esta relacionado con los deslizamientos y derrumbes de la zona oriente de la ciudad.

V.1.3 Zonificación de Peligros por Erosión

El nivel de peligro a erosión e inestabilidad de laderas se determina a partir de su relación con el grado de pendiente. Al peligro de erosión e inestabilidad de laderas identificado en pendientes de más de 30° le corresponde un nivel muy alto; en pendientes de 18° a 30° un nivel alto, en pendientes de 12° a 18° un nivel medio; con pendientes de 6° a 12° bajo; y finalmente de 3° a 6° son de nivel muy bajo. En la siguiente imagen se presentan tres niveles de erosión potencial: Erosión potencial alta en verde; en azul claro para la erosión mediana y la erosión escasa esta marcada con una figura entrelazada de bloques en negro.

La mancha urbana se encuentra en zona donde la erosión es menor, tomando en consideración que la pavimentación ayuda a preservar la capa de suelo. Pero este factor trae consecuencias negativas. En rojo se muestran los lugares donde se tomaron fotos para documentar los riesgos potenciales.

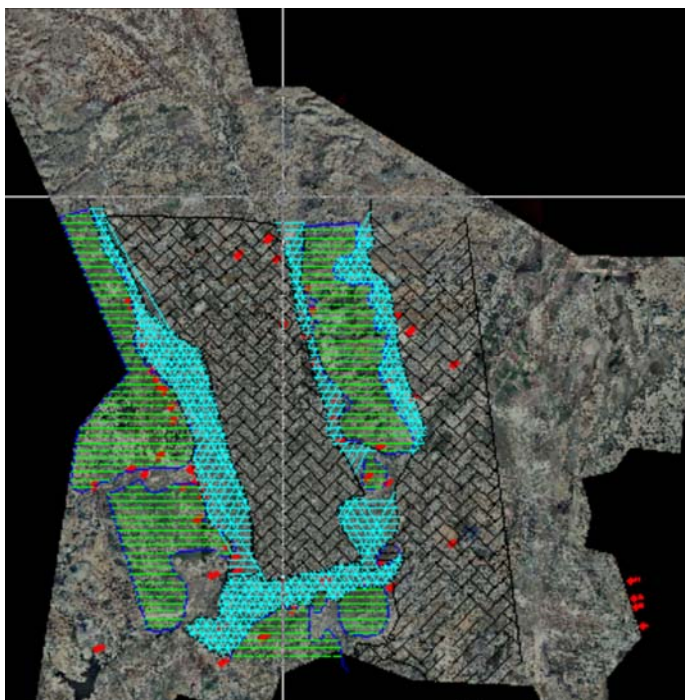


Figura V.1.3.1. En la imagen se presentan tres niveles de erosión potencial: Erosión potencial alta en verde; en azul claro para la erosión mediana y la erosión escasa esta marcada con una figura entrelazada de bloques en negro.

Algunos asentamientos ciudad de Chihuahua se encuentran en las márgenes de los arroyos, esto trae consigo un alto riesgo de desprendimiento por erosión, a continuación se mencionan alguna de ellas:

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.

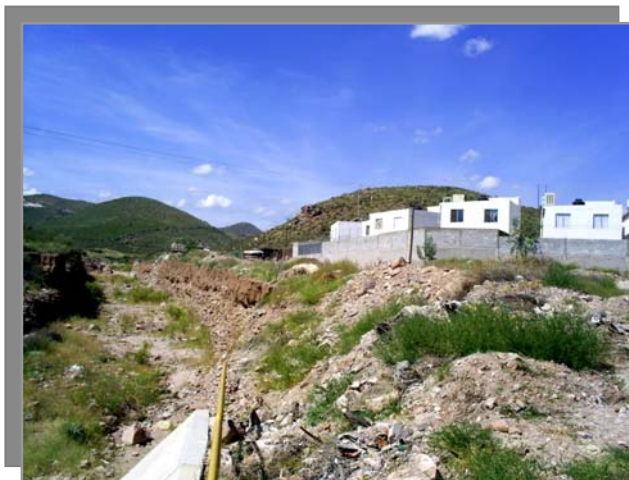


Figura V.1.3.2. Fracc. Campo Bello.
Lugar: Fraccionamiento Campo Bello.
Coordenadas: 0387540
3174844

Aflora un conglomerado polimíctico mal clasificado intercalado con arenisca y arcilla y sirve de protección para el cauce del arroyo el Embudo.

Riesgo: Dentro de este fraccionamiento existen construcciones cercanas al arroyo el embudo, el cual en su parte Este del fraccionamiento en su mayor parte se

encuentra canalizado con concreto hacia los lados del arroyo, pero no en su porción Oeste. Esto trae consigo el riesgo latente de que en alguna fuerte avenida pluvial, el arroyo erosione el material granular que protege al fraccionamiento y con ello ocasione alguna tragedia; por ello es recomendable primeramente realizar el calculo de avenidas máximas para diferentes eventos de retorno para la subcuenca del arroyo el embudo, después la canalización hidráulica (cementado) del arroyo para evitar erosión del medio granular. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona poniente de la ciudad.



Figura V.1.3.3. Sur de Santo Domingo.
Lugar: Porción Sur del poblado de Santo Domingo.
Coordenadas: 0414405
3164221

Aflora riolita porfídica muy fracturada con rumbo preferencial de N 40° E, 87° NW. Existen fracturas que cortan a las primeras de rumbo NW-SE, también abiertas. Otro de los problemas que presenta este distrito minero de santa Eulalia, es que la mayoría de los terreros se encuentran sobre los cauces de los arroyos; esto trae consigo un

sin fin de consecuencias. Una de ellas es que cuando llueve, el agua busca el cauce original y como es obstruido por los terreros, busca la salida llevándose parte de los terreros, esta agua baja con gran cantidad de partículas de los terreros con rocas desde el tamaño de gravas a bloques de hasta un metro. Estas partículas en su bajada golpean a otras partículas y estas a su vez con otras y así hasta llevar una gran cantidad de material granular sobre los arroyos, los cuales pasan precisamente aguas abajo sobre el poblado de Santa Eulalia.

Riesgo: Erosión de los terreros y grandes azolves del poblado de Santa Eulalia, aparte que estas partículas en su trayecto de bajada son muy peligrosas debido a que bajan con gran fuerza y destruyen todo a su paso.



Figura V.1.3.4. Santa Eulalia.

Lugar: Santa Eulalia.

Coordenadas: 0413285

3163570

Afloramiento constituido principalmente por un conglomerado polimíctico constituido principalmente por rocas volcánicas riolíticas, pórfido andesítico, riolítico, tobas y en menor cantidad calizas. Este conglomerado presenta una buena compactación debido a que tiene una matriz arenosa bien clasificada.

Riesgo: debido a lo accidentado del terreno el poblado de Santa Eulalia presenta problemas de desprendimiento de bloques en la porción norte e inundaciones en la porción oeste. El nivel de riesgo es clasificado entre 2 y 3 ya esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona sur oriente de la ciudad.

Figura V.1.3.5. Arroyo de Santa Eulalia.

Panorámica del arroyo Santa Eulalia donde se puede observar la cercanía de las casas sobre el cauce principal.



Figura V.1.3.6. Escuela Benito Juárez.

Lugar: Escuela primaria Benito Juárez localizada en el poblado de San Guillermo

Coordenadas: 0409019

3162594

Esta escuela primaria se localiza a escasos 80 metros de los jales, sin duda la dispersión de los metales pesados como el plomo y zinc, arsénico etc. Seguramente

estarán dispersos en el suelo y en el medio ambiente por la cercanía de los jales; estos

jales aparte de contaminar el suelo despiden un olor a ácido muy característico. Sería conveniente tomar muestras de suelo en las cercanías de los jales para ver la dispersión de los metales tanto en suelos como en la sangre de los pobladores.

Riesgo: erosión de jales y contaminación de metales pesados o incluso radioactivos en los suelos. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona sur oriente de la ciudad.



Figura V.1.3.7. Jales de San Guillermo.

Lugar: Porción norte de los jales. Al fondo se observa la colonia Aquiles Serdan.

Coordenadas: 0408697
3163415

Descripción del afloramiento: dispersión de los jales sobre el arroyo que sale del poblado de san Guillermo hacia la colonia Aquiles Serdan, sin duda una gran contaminación de metales pesados. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona sur oriente de la ciudad.

Figura V.1.3.8. Arroyo de San Guillermo.

Panorámica del agua pluvial estancada sobre el arroyo; esta adquiere ese tono rojizo al lavar los jales.

Riesgo: erosión de jales y contaminación de metales pesados. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona sur oriente de la ciudad.





Figura V.1.3.9. Col Aquiles Serdán deslizamientos y flujos de material.

Lugar: Colonia Aquiles Serdán.

Coordenadas: 0408642
3163786

Debido a que los jales se erosionan aguas arriba, las manchas de estos ya están dispersándose por las calles y parques de esta colonia, sin duda es un problema muy serio, el cual deben ponerle mucha atención debido a que habitan muchas personas, sobre todo

niños que tienen mas contacto con la tierra y los parques.

Riesgo: dispersión y contaminación de metales pesados. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona sur oriente de la ciudad.



Figura V.1.3.10. Industrial Minera México.

Lugar: Industrial Minera México (Fundición Ávalos).

Coordenadas: 0400791
3166174

Gran parte de los jales que se produjeron por esta compañía minera se encuentran en este sitio, como los descritos en el poblado de San Guillermo, la diferencia es que aquí se observa material de fundición (escoria) y jales rojizos. El problema va mas allá de que este sitio sea solamente un depósito estable, el problema radica en que la unidad minera

se encuentra rodeada por campos deportivos en los cuales la mayoría de los jugadores tienen contacto directo con el suelo y partículas suspendidas de estos jales. Sin duda algo muy grave.

Es recomendable analizar los suelos y partículas suspendidas en el aire para asegurar que este complejo deportivo no representa algún peligro para la salud.

Riesgo: dispersión y contaminación de metales pesados. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona sur de la ciudad.



Figura V.1.3.11. Col. Nombre de Dios.

Lugar: Colonia Nombre de Dios.

Coordenadas: 0393594

3175611

Afloramiento constituido por terrazas aluviales constituidos principalmente por conglomerados polimícticos, areniscas y arcillas color café claro. En este punto se observa el cauce del arroyo, el cual esta erosionando parte de estas terrazas, sobre las cuales existen construcciones de casas.

Riesgo: derrumbe por erosión del arroyo. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona oriente de la ciudad.



Figura V.1.3.12. Arroyo Fracc. Colinas del León.

Lugar: Fraccionamiento Colinas del León.

Coordenadas: 0399169

3172458

Conglomerados polimícticos bien cementados constituidos principalmente por rocas volcánicas ácidas y en menor cantidad riolitas. Regionalmente estos conglomerados se ubican en el Mioceno y son muy similares en cuanto a deposito y edad al los conglomerados de la Formación Baucarit de Sonora. Sobre esta formación

el fraccionamiento Colinas del León, construyo sus viviendas a un lado del cauce del arroyo El Cocedor; teniendo este arroyo la posibilidad de erosionar los conglomerados y en un futuro colapsar la viviendas por erosión. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona oriente de la ciudad.

Figura V.1.3.13. Arroyo Fracc. Colinas del León.

Panorámica del fraccionamiento Colinas del León, el cual presenta la erosión del arroyo el Cocedor.





Figura V.1.3.14. Arroyo entronque basurero municipal.

Lugar: Entronque carretera Chihuahua-Aldama y Basurero Municipal.

Coordenadas: 0400923
3173901

Terrazas aluviales sobre un arroyo que es tributario del río Chuvíscar. Sobre estas terrazas aluviales se encuentran algunas construcciones, las cuales en las avenidas del arroyo, estas las erosiona, poniendo en peligro de erosión estas construcciones.

Riesgo: Erosión y colapso. El nivel de riesgo es clasificado como 3 y esta relacionado con los deslizamientos y erosión de la zona oriente de la ciudad.

V.1.4 Zonificación de peligro por sismos

La ciudad es considerada como una zona asísmica, sin embargo en los últimos años se han registrado algunos eventos. En la siguiente figura se muestran la ubicación de los principales volcanes activos de la república Mexicana, así como las zonas de actividad sísmica. En esta zonificación del país, el estado de Chihuahua queda dentro de la zona sísmica baja o nula. En la siguiente figura aparecen nuevamente las zonas sísmicas, pero aquí las zonas sísmicas tienen límites diferentes y hacen que la mitad occidental del estado quede dentro de la zona sísmica media o meso-sísmica. La ciudad de Chihuahua esta ubicada justo en el límite de las dos zonas. Esta fue la razón por la cual se modificó el reglamento de construcción de la ciudad de chihuahua.

Figura V.1.4.1. Delimitación de Zonas Sísmicas por Niveles de Sismicidad en México



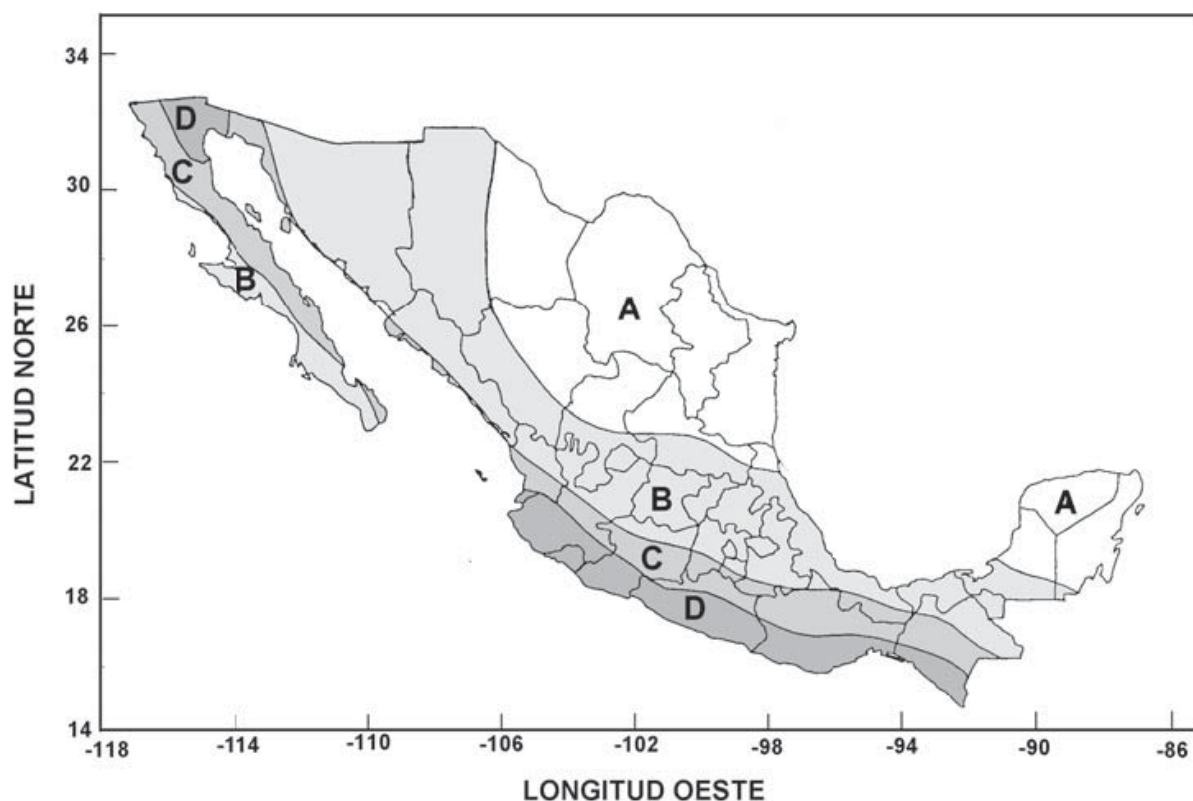


Figura V.1.4.2. Zonificación del país hecha por la CFE, en función de la susceptibilidad de los sismos. Donde A es la zona sísmica baja o nula; B es la zona sísmica media; donde C es la zona sísmica alta; mientras que la franja D es la zona sísmica muy alta.

V.1.5 Zonificación de peligro por deslizamientos

La zonificación por peligro de deslizamiento se identificó e interpretó en función de los parámetros de las guías establecidas en la parte IV.1.7.1. (CENAPRED 2001) Con estos criterios se identificó la zona susceptible de ocurrencia de deslizamientos en condiciones de lluvia y saturación de sedimentos y suelos de taludes.

En la siguiente imagen con la retícula de referencia se muestran las áreas dentro de la ciudad con potencialidad hasta el nivel 6 de acuerdo con la guía de Hungr (1997). Este nivel incluye:

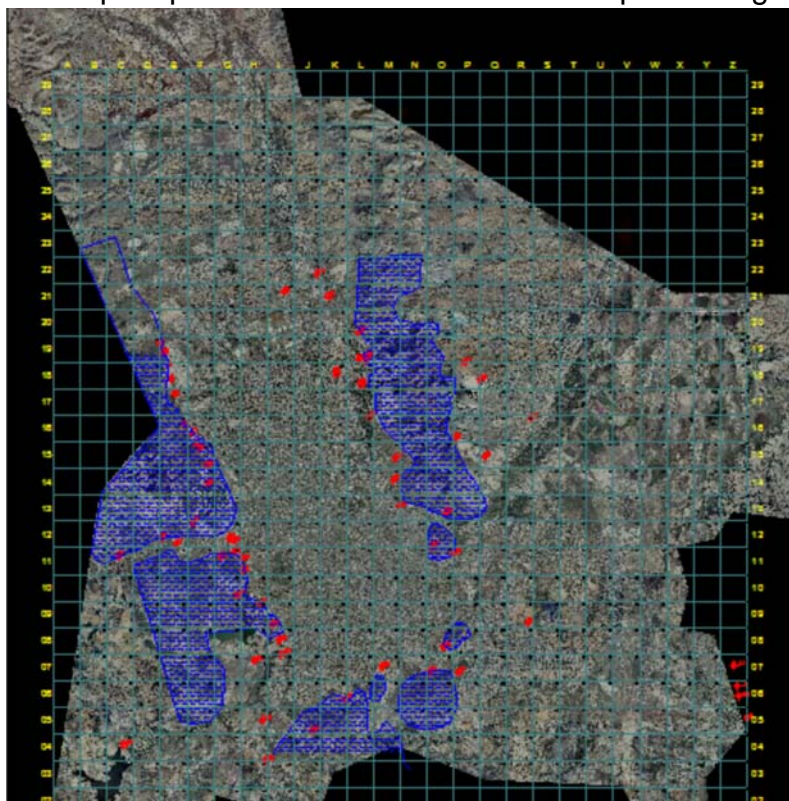
1. Reconocimiento del peligro (posibilidad de deslizamientos de ciertos tipos);
2. Estimación de magnitudes (volúmenes);
3. Estimación de las probabilidades de ocurrencia correspondientes;
4. Estimación de la distribución de la intensidad de la amenaza
5. Estimación de las probabilidades relacionadas con la intensidad y
6. Reporte de la estimación de la amenaza.

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.

Se requiere de un detalle mayor para determinar la estimación del riesgo.

La zonificación definida como de peligro por los deslizamientos en la ciudad fue interpretada en función de la topografía, la pendiente del talud asociado a los escarpes y la coalescencia de los diferentes abanicos aluviales desarrollados en la salida de los diferentes arroyos. Se incluye dentro de la interpretación los posibles detonantes de los deslizamientos, que en el caso particular de la zona señalada, se encuentran las fuertes precipitaciones y los sismos de baja a mediana intensidad.

Una precipitación anormalmente intensa puede llegar a saturar el suelo más superficial y provocar dentro del área



iluminada con el color azul deslizamiento de aluviones de los taludes y los abanicos aluviales.

Deslizamientos especialmente en los fraccionamientos que están haciendo cortes en las lomas de aluvión ligeramente cementado con caliche. Algunos de estos escarpes ya presentan ligeros movimientos de deslizamiento y derrumbes directos en los escarpes de los cortes.

Figura V.1.5.1. Esta imagen señala en color azul las áreas susceptibles de deslizamientos dentro de la zona urbana.

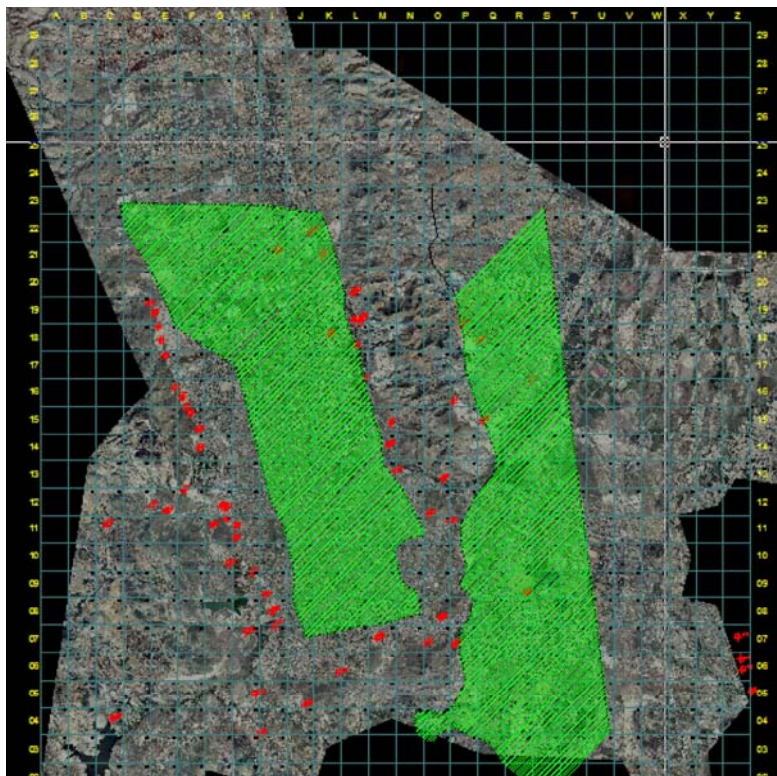
V.1.6 Zonificación de peligro por hundimiento

Las zonas susceptibles de riesgo por hundimiento se restringen en la zona urbana de la ciudad de Chihuahua a las planicies de inundación de los ríos y arroyos que atraviesan la zona urbana. Las áreas más amplias se encuentran en las planicies de inundación de los ríos Sacramento y Chuvíscar. Especialmente, las colonias y nuevos fraccionamientos construidos en los alrededores de la Quinta Carolina, entre la vialidad sacramento y la vía del ferrocarril que va de Chihuahua a Ciudad Juárez.

Estas áreas fueron agrupadas y generan una franja amplia a cada lado de la Sierra Nombre de Dios, como se muestra en la Figura V.1.6.1. La franja que corresponde al

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.

Río Sacramento y abarca la mayor parte de la zona urbana se encuentra entre las Sierras de Nombre de Dios y Minillas. La susceptibilidad de hundimientos en esta franja se incrementa de oeste a este, es decir conforme se acerca a la planicie de inundación del Río Sacramento el riesgo se hace mayor.



La franja que queda al oriente de la Sierra Nombre de Dios, corresponde al valle del Nogal Mocho. Esta franja es menos susceptible del riesgo, sin embargo debido a los sedimentos acumulados en el subsuelo, eminentemente lacustres, le dan esa peligrosidad a la zona.

Figura V.1.6.1. La imagen muestra el área en color verde de las zonas de hundimientos potenciales. Estas áreas presentan amenaza de hundimiento si se considera que se está haciendo una extracción indiscriminada de agua subterránea. Además, si se urbaniza el área la amenaza de hundimiento de incrementa

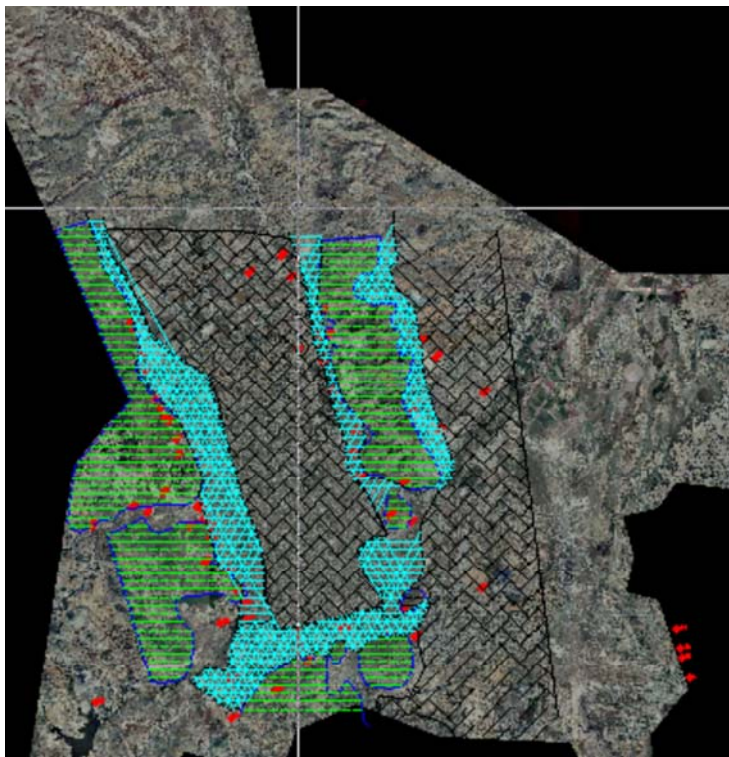
sensiblemente.

V.1.7 Zonificación de peligro por derrumbes.

Las zonas indicadas en la Figura V.1.7.1 incluye a los tres riesgos de derrumbes en color verde, los deslizamientos en color azul claro, y finalmente la zona de flujos y hundimientos corresponde a la zona marcada como achurado de ladrillos en color negro.

Existe una gran cantidad de construcciones dentro de las zonas susceptibles de hundimientos y flujos y corresponde a la parte central del valle de Chihuahua y la parte central del valle del Nogal Mocho.

La zona que corresponde a la zona susceptible de derrumbes y caídos se limita a las



partes altas de las sierras de Nombre de Dios y sobre todo la parte oriental de la Sierra de Minillas, donde actualmente se están construyendo la mayor parte de los fraccionamientos.

Aún cuando se están tomando las medidas apropiadas para la prevención y mitigación de los deslizamientos, existen áreas donde no están tomando las medidas adecuadas y están en posición de indefensión.

Figura V.1.7.1. La imagen muestra en verde las áreas susceptibles de presentar amenaza o peligro de derrumbes. Las áreas corresponden a las zonas escarpadas de las sierras que están rodeando a la ciudad de

Chihuahua.

V.1.8 Zonificación de peligro por flujo de lodos

Como parte del reconocimiento de campo, al menos de manera preliminar, aquellas zonas susceptibles a sufrir flujos de lodo y escombros. Los dos primeros casos pueden ocurrir como consecuencia de sismos intensos con epicentro a corta distancia, como por ejemplo de menos de 100 km. Los flujos de material térreo ocurren como consecuencia de las lluvias abundantes o deshielo. La ciudad de Chihuahua tiene parte del área urbana como altamente susceptible de deslizamientos de material de roca. Las áreas con potencial de licuación de arenas. Durante el reconocimiento de la geología superficial pueden identificarse fácilmente los cuerpos constituidos por arenas y limos, especialmente aquellos para los que se estime o se conozca un espesor de al menos 10 m. En Chihuahua, existe una gran cantidad de cuencas endorreicas y de hecho, la cuenca de Chihuahua estuvo cerrada como cuenca endorreica hasta el plio-pleistoceno, edad en que el Río Chuvíscar capturó y pirateó la cuenca alta del Río Chuvíscar. Esto permite tomar consideraciones especiales para las construcciones que se ejecuten en las áreas de planicies de inundación o en los vasos de las lagunas y lagos del estado.

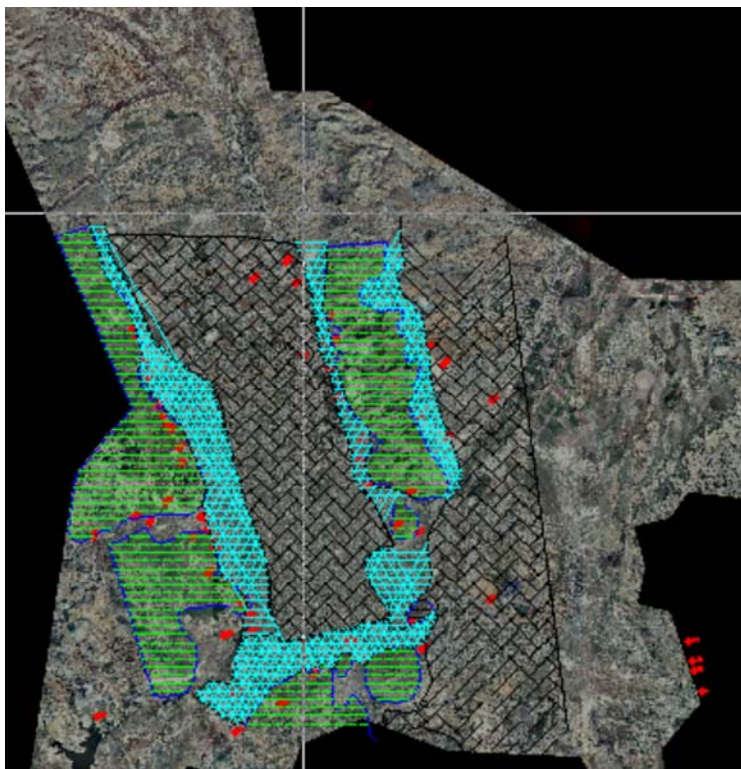


Figura V.1.8.1. La imagen muestra en ladrillos negros la zona potencialmente susceptible de flujo de lodos, especialmente si se construyen edificaciones pesadas o se carga demasiado al suelo.

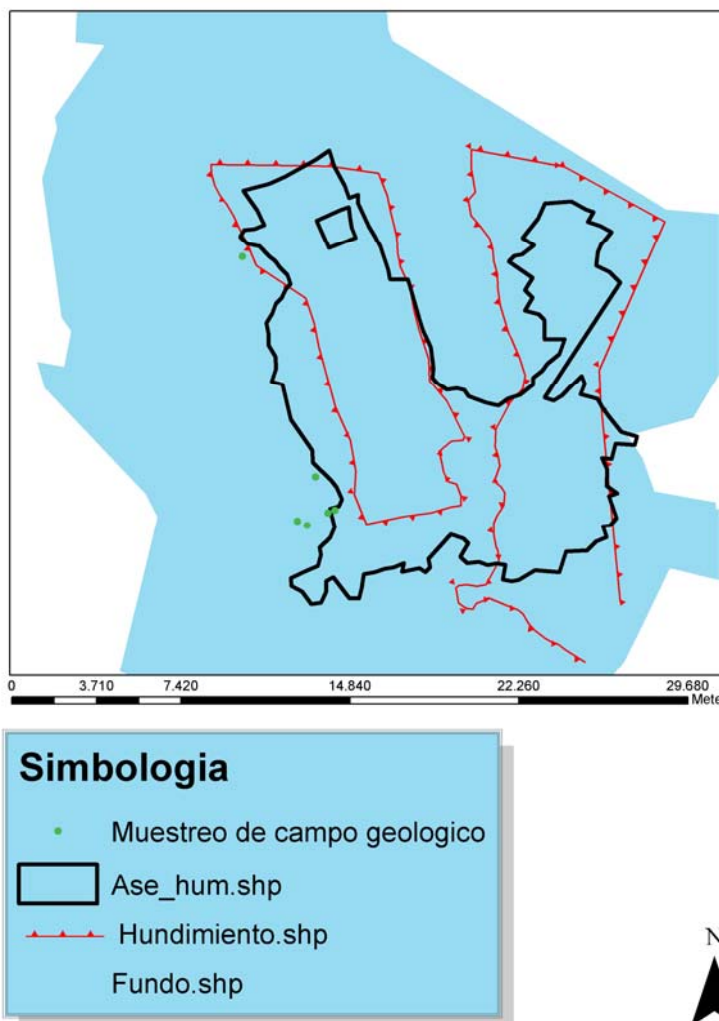
Las condiciones esenciales para que se llegue a presentar el fenómeno de licuación en este tipo de depósitos, además del espesor ya mencionado, es que se tenga un nivel freático a poca profundidad, de menos de 3 m, que el grado de compactación sea bajo, equivalente a 20 golpes en pruebas de penetración estándar (G. de Vallejo, 2002), y que el sitio se ubique a menos de 200 km de posibles epicentros de

sismos con magnitudes mayores o iguales que 6. Considerando los aspectos anteriores, a reserva de que se consulten métodos cuantitativos en la literatura geotécnica que requieren de pruebas de laboratorio, se pueden identificar y reportar áreas susceptibles a la licuación por efecto de sismo.

Con base en numerosos casos a nivel mundial, se ha podido identificar que a partir del grado **VI** de la escala de Mercalli, o en terrenos sujetos a aceleraciones de 0.1 g o mayores, existe la posibilidad de que se produzca el fenómeno de licuación. Así, los antecedentes de intensidades observadas en la región, o las aceleraciones máximas del terreno presentadas para distintos periodos de retorno, representan información valiosa para estimar el potencial de licuación en un sitio dado.

Las zonas con susceptibilidad de flujo de lodos se restringen sustancialmente en la ciudad de Chihuahua porque el clima que prevalece en la región es semiárido. Este

AREAS DE RIESGO POR HUNDIMIENTO



clima impide que los suelos se saturen con agua y se pueda generar un flujo de lodos. Aunque las demás condiciones están presentes los flujos ya no son susceptibles de que ocurran. Las zonas con posibilidades de ocurrencia se limitan a las partes de la planicie de inundación de los ríos y principales arroyos que atraviesan la ciudad. Se encuentra enmarcado con una línea roja en la Figura V.1.8.2. En esta zona marcada en rojo se encuentran incluidas las susceptibilidades de flujo de lodos y hundimientos. A los riesgos están relacionados con la saturación y sobresaturación de los suelos, que los hace más fluidos y potencialmente susceptibles de migrar hacia lugares con menor presión.

La zona marcada con rojo incluye a las planicies de inundación de los principales arroyos que atraviesan la ciudad, así como los arroyos relacionados con el Nogal Mocho y los Nogales sur.

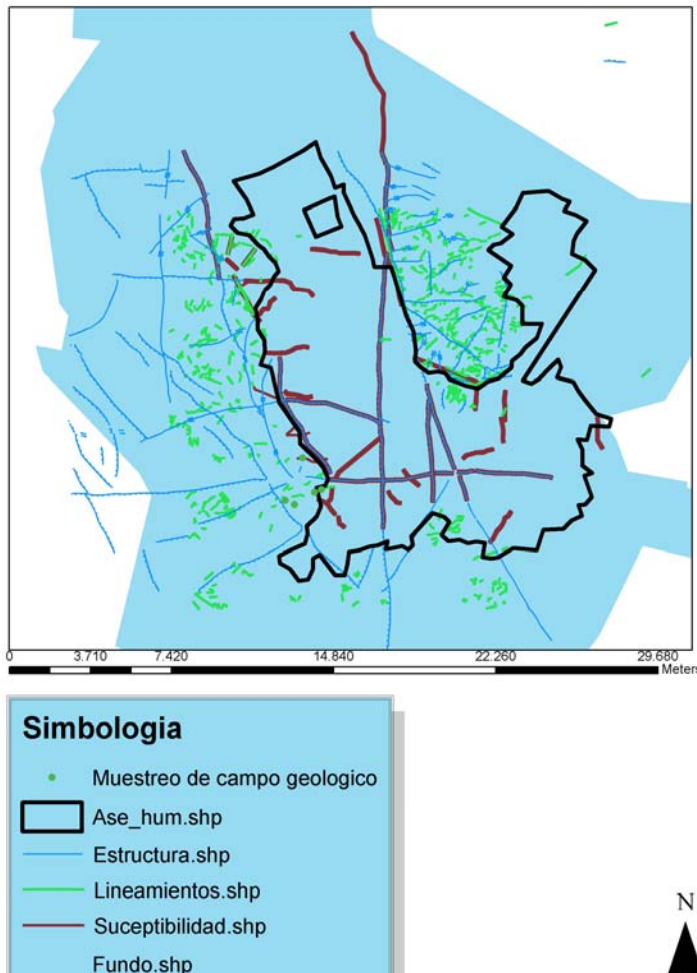
ELABORADO POR ASES.S.C.

Figura V.1.8.2. Zonas de peligrosidad y riesgo por hundimiento y flujo de material sólido saturado marcado en rojo.

V.1.9 Zonificación de peligro de otros tipos.

Entre los otros peligros geológicos se encuentran la expansividad del suelo cuando esta formada por arcillas expansivas y las obras antropogénicas como os túneles y minas subterráneas que eventualmente se encuentren por debajo de la zona urbana de la ciudad.

MAPA DE SUCEPTIBILIDAD GEOLOGICA



Sin embargo, los peligros geológicos se exacerban cuando están relacionados a las estructuras geológicas como fallas y fracturas. Aunque las fallas y fracturas se encuentran inactivas y relativamente enmascaradas por los rellenos de aluvión. Las zonas de fallas y fracturas son zonas de debilidad por las cuales se pueden efectuar los demás fenómenos geológicos como los hundimientos, deslizamientos, etc.

Los otros tipos de peligros geológicos estarán fuertemente relacionados a las estructuras geológicas de fallas y fracturas.

Figura V.1.9.1. Zonas de peligrosidad y riesgo por susceptibilidad geológica. Se muestran los lineamientos de fallas y fracturas

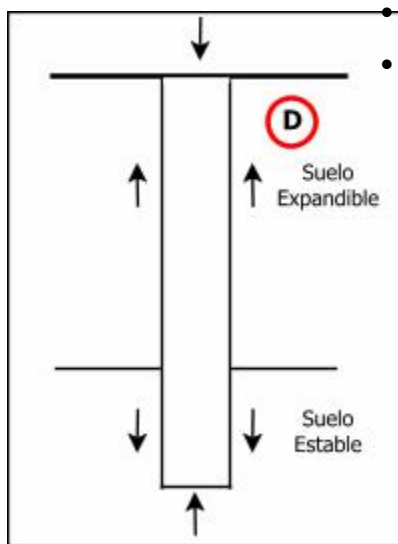
V.1.9.1 Suelos expansivos

La propiedad física de **EXPANSIVIDAD DE SUELOS**², puede evaluarse en un suelo de fundación y característicos de suelos lacustres. En las estructuras constructivas existe hinchamiento del suelo cuando aumenta su cantidad de agua y se retraen cuando la disminuye. Debe distinguirse el término "Potencial de expansión", de la "Expansión" de acuerdo de donde proviene dicha pérdida de agua. Las arcillas expansivas producen empujes verticales y horizontales afectando las cimentaciones, empujando muros y destruyendo pisos y tuberías enterradas, con esfuerzos que superan los 20 kg/cm², ocasionalmente. En las vialidades se presentan ascensos y descensos que afectan su funcionamiento. También, estos suelos expansivos se retraen y los taludes fallan.

I.1 Mecanismo del hinchamiento

- a) Absorción de agua por una arcilla activa (montmorillonita, por ejemplo)
- b) Rebote elástico de las partículas del suelo
- c) Repulsión eléctrica de los granos de arcilla y de sus cationes adsorbidos
- d) Expansión del aire atrapado en los poros

En las arcillas pre-consolidadas, por cargas o por desecación, estos fenómenos son factores altamente contribuyentes. En arcillas normalmente consolidadas (o cargadas), los factores dominantes son dos:



- a) Adsorción de agua
- b) Repulsión eléctrica entre las partículas rodeadas de agua.

La expansión de suelo a través de la experiencia de los ingenieros geotecnistas ha demostrado que es factor importante en el diseño de la cimentación de cualquier estructura, y sobre todo para la prevención de la inestabilidad en el horizonte de su vida útil.

Figura V.1.9.2. La cimentación se debe hacer hasta el suelo estable de manera que la estructura no sufra los esfuerzos de empuje que genera el suelo expandible.

² Obtenido de "http://es.wikipedia.org/wiki/Expansividad_de_suelos"

La presencia de suelos expansivos, que provocan movimientos indeseables del terreno, que afectan principalmente a las construcciones para vivienda, como ocurre en la ciudad de Chihuahua, en el área del Saucito; y Tabalaopa, representan un riesgo, sobre todo en este último sitio, donde se ha empezado a construir un importante número de fraccionamientos.

V.1.9.2 Cavitación antropogénica o túneles

La presencia de cavidades cercanas a la superficie del terreno, debidas a actividades de túneles para explotación minera, o bien la generación natural de cavidades cársticas (cavernas por disolución de las rocas); tales huecos determinan verdaderos colapsos del terreno, afectando a personas y propiedades. En el centro de la ciudad de Chihuahua se construyeron una serie de túneles con diferentes finalidades, que actualmente están provocando hundimientos y colapsos locales en los predios que están siendo modificados actualmente.

V.2 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS

La zonificación de los peligros hidrometeorológicos es un proceso que permite extender o regionalizar incidencia de dichos fenómenos en áreas o superficies en las cuales se cuantifica el peligro potencial y se representa con rangos de color en una paleta que va del rojo para indicar las áreas de mayor peligrosidad hasta el amarillo para indicar las de menor.

Las superficies o regiones se obtienen de varios métodos, algunos pueden resultar de un modelo matemático cuando la información de peligros obtenida así lo permite como por ejemplo la información demográfica y cartografía que el INEGI genera; la Comisión Nacional del Agua (CNA), Comisión Federal de Electricidad (CFE), para lo relacionado con peligros hidrometeorológicos, y diversas instancias de los tres órdenes de gobierno; o bien de modelos de interpretación analógica, cuando se dispone de imágenes, de cartografía impresa en papel; y del trabajo de verificación en campo; de datos históricos cuando se cuenta con estadísticas de desastres.

- Zonificación de peligro por inundaciones
- Zonificación de peligro por granizadas
- Zonificación de peligro por heladas
- Zonificación de peligro por nevadas
- Zonificación de peligro por sequías
- Zonificación de peligro por desertificación
- Zonificación de peligros por vientos
- Zonificación de peligros por tormentas eléctricas
- Zonificación de peligros por temperaturas extremas

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.

V.2.1 Zonificación de Peligro por Inundación

Una inundación es uno de los desastres naturales con mayores pérdidas humanas y materiales en México. La zonificación de peligro por inundación nos da la pauta para establecer acciones inmediatas que tienen que ver incluso con la reubicación de familias que prácticamente están ubicadas en el lecho del cauce del Río Sacramento, y otros arroyos de la Ciudad, con el uso de modelos matemáticos, mediante interpretación analógica de imágenes y fotografías aéreas complementadas con los datos de desastres históricos en la zona urbana. La zonificación fue analizada y verificada en campo.

Al tomar en cuenta el tema de peligro de inundación y al elaborarse el modelo de zonas de peligro potencial se representa con polígonos clasificados en índices de peligro definidos en tres rangos; alto (rojo), medio (naranja) y bajo (amarillo), el cual se indica en capítulo VI, figura VI.2.2.4.6.

V.2.2 Zonificación de Peligro por Granizadas

En el análisis de frecuencia anual de granizadas en el periodo 1961 a 2000 se presenta un valor máximo promedio de 2.97 días con granizo por año, siendo relativamente muy bajo en este rubro, por lo cual la ciudad de Chihuahua quedaría fuera de peligro por este tipo de eventos.

La zonificación que se presenta de este tema es únicamente para en análisis de datos y distribución espacial por medio de un modelo de interpolación simple, basado en la distancia euclidiana de las estaciones meteorológicas.

No aplica la zonificación de peligros por granizadas.

V.2.3 Zonificación de Peligros por Heladas

Las heladas en la zona donde se ubica la ciudad de Chihuahua se presentan del mes de noviembre al mes de marzo, estas cuando llegan a presentarse cubren toda la zona de estudio y la información de este tipo de eventos es tomada en la estación meteorológica Ciudad Deportiva, única estación dentro de la Ciudad.

No aplica la zonificación de peligros por heladas.

V.2.4 Zonificación de Peligros por Nevadas

No se cuenta con registros históricos de nevadas en la estación meteorológica de la ciudad de Chihuahua, únicamente con alguna información de la prensa escrita. Las nevadas que han acontecido en los últimos años han sido esporádicas, someras y no

han representado un riesgo para los ciudadanos, sus bienes y la infraestructura de la ciudad de Chihuahua.

No aplica la zonificación de peligro por nevadas

V.2.5 Zonificación de Peligros por Sequías

La sequía en el estado de Chihuahua ha sido generalizada en todo su territorio en los últimos 12 años, no existe información puntual en la zona de estudio de diferentes grados o intensidades de sequía para esta área urbana y su área de influencia.

No aplica la zonificación de peligro por sequías.

V.2.6 Zonificación de peligro por desertificación

No aplica la zonificación de peligro por desertificación

V.2.7 Zonificación de peligros por vientos

En el análisis de los vientos se realizan en base a información de la CNA y una tesis de maestría de la Facultad de Zootecnia, UACH, a través de los cuales se determinaron dos cuencas atmosféricas. Este tipo de fenómenos son aislados, en una sola época del año y no se cuenta con registros de desgracias que se hayan presentado que nos permitan hacer una zonificación.

La zonificación que se presenta de este tema es únicamente para indicar el rumbo de los vientos predominantes en las dos cuencas topográficas y atmosféricas de la ciudad de Chihuahua.

No aplica la zonificación de peligros por vientos.

V.2.8 Zonificación de peligros por tormentas eléctricas

En el análisis de frecuencia anual de tormentas eléctricas en el periodo 1961 a 1990 se presenta un valor máximo promedio de 17.86 días por año. Este tipo de fenómenos son aislados y no se cuenta con registros de desgracias que se hayan presentado.

La zonificación que se presenta de este tema es únicamente para en análisis de datos y distribución espacial por medio de un modelo de interpolación simple, basado en la distancia euclidiana de las estaciones meteorológicas.

No aplica la zonificación de peligros por tormentas eléctricas.

V.2.9 Zonificación de peligros por temperaturas extremas

En el análisis de temperaturas extremas de la ciudad de Chihuahua con datos del periodo 1961 a 2003 en base a seis estaciones meteorológicas, cinco únicamente tocando la zona urbana y área de proyección de desarrollo de acuerdo a un gradiente vertical térmico, la variación de temperaturas máximas extremas es de 44 a 41°C y de mínimas extremas de -10 a -14°C, esto implica una variación de únicamente 3°C. Lo que implica que la diferencia de térmica en cualquiera de los casos no constituye un peligro que implique su zonificación.

La zonificación que se presenta de este tema es únicamente para en análisis de datos y distribución espacial por medio de un gradiente latitudinal térmico, basado en la ubicación y altitud de cada estación meteorológica.

No aplica la zonificación de peligros por temperaturas extremas.

V.3 BIBLIOGRAFÍA

1. Bard, P.Y., Duval, A.M., Lebrun, B., Lachet, C., Riepl, J. and Hatzfeld, D., "Reliability of the H/V technique for site effects measurement and experimental assessment", Seventh International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Istanbul, July, 19-24, 1997.
2. Bolt, B. A. "Terremotos". Ediciones ORBIS, S.A. 1986.
3. Bullen, K. "An Introduction to the Theory of Seismology". Cambridge Univ. Press 1963.
4. Centro Nacional de Prevención de Desastres. "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastre". Secretaría de Gobernación (2001).
5. Chávez-García, F.J., Lermo, J., Cuenca, J., Aguilar, A., Rivera, J. y Hernández, H. "Microzonificación sísmica de la zona urbana de la ciudad de Puebla", informe técnico final del Instituto de Ingeniería UNAM a CONACYT, Proyecto 2548, 1994.
6. Du Bois S.M. and Smith, A.W. "The 1887 earthquake in San Bernardino Valley, Sonora: Historic Accounts and intensity patterns in Arizona". Special Paper No. 3. The University of Arizona, 1980.
7. Esteva, L. "Regionalización sísmica de México para fines de ingeniería", Serie Azul 246, Instituto de Ingeniería, UNAM 1970.
8. Esteva, L., "Seismicity", Capítulo 6 de Seismic Risk and Engineering Decisions, editado por C. Lomnitz y E. Rosenblueth, Elsevier, 1976.
9. Finn, W. D. L. "Geotechnical engineering aspects of microzonation", Proc, Fourth Int, Conf. on Seismic Zonation, Stanford, California, I, 199-259. 1991.
10. González de Vallejo L. "Ingeniería Geológica". Prentice Hall, 2002.
11. Gutiérrez, C., Masaki, K., Lermo, J. y Cuenca, J. , "Microzonificación sísmica de la ciudad de Colima", Cuaderno de investigación No.33, CENAPRED 1996.
12. Gutiérrez, C and Singh S. K., "A site effect study in Acapulco, Guerrero, Mexico: comparison of results", Bull. Seism. Soc. Am. 78, 42-63, 1992.
13. Haskell, N.A. "The dispersion of surface waves in multilayered media". Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 43; 1953.
14. Lachet, C. and Bard P. Y. "Numerical and theoretical investigations on the possibilities and limitations of Nakamura's technique", J. Phys. Earth., 42, 377-397, 1994.
15. Lermo, J. y Chávez-García F.J. "Site effect evaluation at Mexico City: dominant period and relative amplification from strong motion and microtremor records", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 13, 413-423, 1994.
16. Nakamura Y. "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface", QR of RTRI, 30, No.1, 25-33, 1989.
17. Pacheco, J. and Sykes L. "Seismic Moment Catalog of Large Shallow Earthquakes 1900-1989". Bull. Seism. Soc. Am. Vol. 82, No. 3., pp 1306-1349; 1992.

18. Pérez-Rocha, L. E., Sánchez-Sesma, F.J., Ordaz, M., Singh, S.K. and Reinoso, E. "Strong ground motion prediction at México City", Proceedings 12WCEE, New Zealand, paper 2693; 2000.
19. PSM "Planos de peligro sísmico en México", Programa elaborado por el Instituto de Ingeniería, UNAM; CENAPRED, CFE y el IIE. México D.F., 1996.
20. Quaas R., L. Alcántara, J.M. Espinosa E. Mena, J.A. Otero, S. Medina C. Javier, B. López, C. Pérez, R. Vázquez, J. A. Flores, F. González. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica. "La Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes. Un sistema que integra la información acelerográfica registrada en México en los últimos 35 años". 1996
21. Reinoso, E. "Efectos sísmicos locales en el Valle de México: amplificación medida en la zona lacustre", Memorias del IX Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, 2, 224-236, Manzanillo, México; 1991.
22. Richter, C.F. "Elementary Seismology". W.H. Freeman and Company; 1958.
23. Rosenblueth E., Ordaz M. "Use of seismic data from similar regions", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 15 619-634; 1987.
24. Santoyo, M. "Programas para el cálculo de funciones de transferencia y sismogramas sintéticos para un modelo unidimensional de subsuelo ante incidencia de ondas tipo SH". CENAPRED, 1991
25. Scientific American. "Continents Adrift and Continents Aground". W. H. Freeman and Co.; 1976.
26. Singh, S.K., Astiz, L., y Havskov, J. (), "Seismic gaps and recurrence period of large earthquake along the Mexican subduction zone: a reexamination", Bull. Seism. Soc. Am., 71, 827-843; 1981.
27. Singh, S.K. y Ordaz, M. "Sismicidad y Movimientos Fuertes en México: Una Visión Actual". CENAPRED; 1994.
28. Singh S.K., M. Ordaz, M. Rodríguez, R. Quaas, e. Mena, M. Ottaviani, J.G. Anderson, y D. Almora. "Analysis of near-source strong motion recordings along the Mexican subduction zone", Bull. Seism. Soc. Am., (79) 1697-1717; 1989.
29. Singh, S.K., J. Lermo, T. Domínguez, M. Ordaz, J.M. Espinosa, E. Mena y R. Quaas. "A study of amplification of seismic waves in the Valley of Mexico with respect to a hill zone site", Earthquake Spectra 4 (4), 653-673; 1988.
30. Thompson, W.T. "Transmission of elastic waves through a stratified solid" Journal of Applied Physics, Vol. 21; 1950.
31. Turcotte D. and Schubert G. Geodynamics. Application of Continuum Physics to Geological Problems. J. Wiley & Sons; 1992.
32. Banks, N.G., Tilling, R.I., Harlow, D.H. y Ewert, J.W., "Vigilancia volcánica y pronósticos a corto plazo". Ed. R.I. Tilling, Apuntes para un curso breve sobre Los Peligros Volcánicos, U.S.A.
33. WOVO, IAVCEI, Santa Fe, Nuevo México, 51-82, 1993.
34. Blong, R.J., "Volcanic Hazards". Macquarie University Academic Press, Sydney, Australia, 1979.
35. Booth, B., "Assessing Volcanic Risk" . Geological Society of London Journal, vol. 136 pp. 331- 340, 1979.

36. Bullard V., Fred M., "Volcanoes of the Earth". University of Texas Press, Austin. Texas, 1962.
37. CENAPRED, "Los tsunamis en México". Secretaría de Gobernación, Coordinación de Programas y Normas de México, D.F., 1994.
38. CENAPRED, "Volcanes" México, D. F, mayo 1992.
39. Crandall, D.R., et al, "Sourcebook for Volcanic-Hazards Zonation". Natural Hazards 4 Paris: UNESCO, 1984.
40. De la Cruz R. S. y Ramos J. E., "Volcanes". Fascículo No.4 . Sistema Nacional de Protección Civil. México, pp. 23-25, México, 1994.
41. De la Cruz-Reyna, S., Quezada, J.L., Peña, C, Zepeda, O. y Sánchez, T., "Historia de la actividad reciente del Popocatepetl (1354-1995)". Volcán Popocatepetl: Estudios realizados durante la Crisis de 1994-1995 . Centro Nacional de Prevención de Desastres. 3-22, 1995.
42. Espíndola, J.M., "Las catástrofes geológicas". Cuadernos del Instituto de Geofísica No. 3, UNAM, 1992.
43. Espíndola, J.M., "La actividad volcánica". Cuadernos del Instituto de Geofísica No. 12, UNAM, 1999.
44. Krumpe, P.F., "Briefing Document on Volcanic Hazard Mitigation". Washington, D.C.: U.S. Agency for International Development, Office of Foreign Disaster Assistance, 1986.
45. Maciel, F.R. "Amenazas Naturales del Estado de Jalisco". Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Ambientales, 1995.
46. OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), "Manual sobre nubes de Cenizas Volcánicas, Materiales Radiactivos y sustancias Químicas Tóxicas". P.I-1-1, I-6-10, 2001.
47. Ortiz M., et al, "Efectos costeros del tsunami del 9 de octubre de 1995 en la costa de Colima y Jalisco". Informe técnico CICESE, 1996.
48. Ortiz R. (editor), "Riesgo Volcánico". Serie Casa de los Volcanes No. 5, pp. 304. Cabildo de Lanzarote, Consejería de Cultura, Islas Canarias, España, 1995.
49. V Scott, W.E., "Hazardous Volcanic Events and Assessments of Long-Term Volcanic Hazards". Proceedings of the Geologic and Hydrologic Hazards Training Program, Denver. Colorado, March 5-30. 1984, Open File Report 84-760 Reston, Virginia: U.S. Geological Survey, 1984.
50. Simkin, T., and Siebert, L., "Volcanoes of the World". Geoscience Press, Tucson, Arizona, 349 p., 1994.
51. Tomblin, J., "A Lesson from the 1985 Ruiz Volcanic Disaster". In Episodes International
52. Geoscience News magazine, 1986.
53. Yarza de al Torre E., "Volcanes de México". México, Ed. Aguilar, 1971.
54. Alonso, E. E., Lloret, A. y Romero, E., "Rainfall induced deformations of road embankments", Landslides, Proc. 8th Int. Conf. and Field Trip on Landslides, Granada, España, Balkema, pp. 97- 108, 1996.

55. Brand, E. W., "Predicting the performance of residual soil slopes", Proc. 11th Int. Conf. on Soil Mechs. and Foundation Engrg., San Francisco, Balkema, Vol. 5, pp. 2541-2578, 1985.
56. Cruden, D. M., "A simple definition of landslide", Bull. Int. Assoc. of Engrg. Geology, No. 43, pp. 27-29, 1991.
57. Fell, R., "Landslide risk assessment and acceptable risk", Canadian Geotechnical Journal, Vol. 31, pp. 261-272, 1994.
58. García, F., Fuentes, O. A. y Navarrete, S. L., "Análisis semicualitativo del comportamiento de las laderas en la ciudad de Tijuana durante la temporada de lluvias", Informe RH/02/99 del CENAPRED, México, 1999.
59. Geotechnical Control Office, Engineering Development Department, Geotechnical Manual for Slopes, Government Publication Centre, Hong Kong, 295 pp, 1984.
60. Hungr, O., "Some methods of landslide hazard intensity mapping", Landslide risk assessment, Cruden & Fell (eds), Balkema, pp. 215-226, 1997.
61. IUGS Working Group on Landslides, "Quantitative risk assessment for slopes and landslides – The State of the Art", Proc. of the Int. Workshop on Landslide Risk Assessment, Honolulu, Balkema, pp. 3-12, 1997.
62. Leroi, E., "Landslide risk mapping: Problems, limitations and developments", Landslide risk assessment, Cruden & Fell (eds), Balkema, pp. 239-250, 1997.
63. Mendoza, M. J. y Noriega, I., "Deslizamientos de laderas en Tezuatlán, Puebla, provocados por las lluvias intensas de octubre de 1999", Memorias de la XX Reunión Nal. de Mec. de Suelos, Puebla, Pue., SMMS, Vol. 1, pp. 49-58, México, 2000.
64. Mendoza, M. J., Domínguez, L. y Melara, E. E., "Deslizamiento y flujo de tierras en una ladera debidos a un sismo: el caso de "Las Colinas", Santa Tecla, El Salvador C. A., del 13 de enero del 2001", Memorias de la XXI Reunión Nal. de Mec. de Suelos, Queretaro Qro., Vol. 1, pp. 399-408, México, 2002.
65. Mendoza, M. J., Domínguez, L., Noriega, I. y Guevara, E., Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento, Informe Técnico del CENAPRED, 78 pp. México, 2002.
66. Morgenstern, N. R., "Toward landslide risk assessment in practice", Proc. of the Int. Workshop on Landslide Risk Assessment, Honolulu, Balkema, pp. 15-23, 1997.
67. Peck, R. B., "Stability of natural slopes", Journal of the Soil Mechs. and Foundations Div., ASCE, Vol. 93, No. SM4, pp. 403-417, 1967.
68. Schuster, R. L., "The 25 most catastrophic landslides of the 20th Century", Landslides, Proc. 8th Int. Conf. and Field Trip on Landslides, Granada, España, Balkema, pp. 53-62, 1996.
69. Smith G. N. & Pole, E. L., "Elements of foundation design", Garland STPM press, 1980.
70. Suarez, J., "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales", Instituto de Investigaciones Sobre Erosión y Deslizamientos, Ingeniería de Suelos Ltda., Bucaramanga Colombia, 548 pp. 1998.

71. Whitman, R., "Evaluating calculated risk in geotechnical engineering", Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 110, No. 2, pp. 145-187, 1994.
72. Alarcón Aragón, Margarita. "Apuntes de la materia de Riesgos Geológicos", Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. 2003.
73. Atlas de Peligros Naturales para el Municipio de Juárez.
74. Vargas Torres, Gerardo. "Localización de zonas de recarga para la ciudad de Chihuahua", Tesis de posgrado, Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chihuahua. Junio 2004.
75. Instituto Municipal de Investigación y Planeación, 2005.
76. Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED. "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", Versión 2004. Serie: Atlas Nacional de Riesgos AR 1. México, 2004.
77. Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED. "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México". Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. México, 2001.
78. ARAUJO MENDIETA JUAN, CASAR GONZALEZ RICARDO,. 1987, Estratigrafía y Sedimentología del Jurásico Superior en la Cuenca de Chihuahua, Norte de México.
79. IMP
80. AUBOUIN JEAN., 1981 – 1984, Les Grands Traits L'évolution des Chaînes de Montagnes; Tethys et Pacifique, Collision et Subduction.
81. BRIDGES LUTHER., Paleozoic History of the Southern Chihuahua Tectonic Belt.
82. BLANCHET RENE, CABEZAS PASCAL; 1989, Etude Géologique des Cordillères Nord – Américaines (BOLETIN DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA UNI – SON)
83. BOHLEN S.R., CAMERON, K.L., COLLERSON, K.D., HARMON, R.S., NIEMEYER S., NIMZ, G.J., KUENTZ, D.C., NOVIEMBRE DE 1992, VOL. 97, Contrasting Styles of Pre – cenozoic and Mid-Tertiary Crustal evolution in Northern Mexico:
84. Evidence From Deep Crustal Xenoliths From La Olivina.
85. CAMPA MARIA FERNANDA; SEPTIEMBRE DE 1984, Terrenos Sospechosos de Aloctonia y Acreción del Occidente y sur del Continente Norteamericano.
86. CONEY P. J., AGOSTO DE 1993, Consolidation of the America Cordilleras. (BOLETIN DEL DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA UNI – SON).
87. CORDOBA DIEGO A., RODRIGUEZ RAFAEL – TORRES Y GUERRERO GARCIA, Mesozoic Stratigraphy of the Northern Portion of the Chihuahua Trough.(INSTITUTO DE GEOLOGIA; UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, D.F).
88. CRM, 1979, Estudio Geológico Superficial e Interior Mina y Topografía en la Zona Minera de Minillas.
89. CRM, AGOSTO DE 1997, Informe de la Carta Geológico – Minera y Geoquímica Carta Chihuahua H 13 – 10 ESCALA 1: 250, 000 Estado de Chihuahua.
90. CRM, AGOSTO DE 1996, Carta Geológico – Minera y Geoquímica, Chihuahua H 13 – 10 ESCALA 1: 250, 000 Estado de Chihuahua.

91. GRAJEDA C. R., ARAIZA P. M., 1987, Cartografía Geológica del Area de Sierra Azul, Mpio. De Chihuahua, Chih. México; Tesis Profesional UACH.
92. Grijalva Rafael A., De Santiago R. Pedro, 1989; Geología del Área Sur de la Sierra Sacramento-Cerro Grande, Mpio. De Chihuahua, Chih. México; Tesis Profesional UACH.
93. HERNANDEZ MEJIA, EGUIZABAL MARTINEZ, ESCAMILLA H., 1991, Estudio Integral del Paleozoico en Chihuahua y Coahuila. (IMP)
94. HORCASITAS S.A., Reconnaissance Notes District of Minillas, State of Chihuahua, Mexico.
95. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFICA E INFORMATICA, AGOSTO DE 1985, Geología de la República Mexicana.
96. LOPEZ INFANZON MANUEL., 1986, VOL. XXXVII, Petrología y Radiometría de Rocas Igneas y Metamórficas de México
97. LOPEZ RAMOS ERNESTO., Paleogeografía y Tectónica del Mesozoico de México., 1981 – 1984, VOL. V , UNAM, INSTITUTO DE GEOLOGIA (REVISTA)
98. MARTINEZ CORTES ANGEL., 1980, Estratigrafía del Cretácico de la Cuenca Chihuahua-Sabinas.IMP
99. MARQUEZ DOMINGUEZ BENJAMIN., FEBRERO DE 1973, Estudio Geológico del Prospecto Camargo (Porción Occidental). (PEMEX SUPTICA. GRAL. EXPLORACION D.F.N.E. DISTRITO DE CHIHUAHUA).
100. MARTINEZ PALOMARES DANIEL., JULIO DE 1988, VOL. XXXVII, Distribución Actual e Isopacas de las Rocas Paleozoicas en el Norte de los Estados de Sonora y Chihuahua. (BOLETIN DE LA ASOCIACION MEXICANA DE GEOLOGOS PETROLEROS)
101. MAUGER RICHARD L., 1982, The Geology and Volcanic Estratigrpy of Sierra Sacramento Block, near Chihuahua City, Chihuahua, Mexico; University Greenville, North Carolina.
102. McDOWELL FRED W. CLABAUGH STEPHEN E., 1981 – 1984, VOL. V, The Igneous History of the Sierra Madre Occidental and its Relation to the Tectonic Evolution of Western Mexico. UNAM, INSTITUTO DE GEOLOGIA (REVISTA)
103. DAMON PAUL E. SHAFIQULLAH, CLARK KENNETH F., VOL. V, Evolución de los Arcos Magmáticos en México y su Relación con la Metalogénesis.
104. GRIES JOHN C. AND WALTER T., Sructural Evolution of the Eastern Chihuahua Tectonic Belt.
105. C.R.M, ABRIL DE 1994, Resultados de la Verificación Terrestre de las Anomalías Detectadas con Helicóptero.
106. Exploración Regional con Apoyo de Helicóptero III ETAPA CRM
107. HOWELL DAVID G., 1989, Mountain Building and Continental Growth.(TECTONICS OF SUSPECT TERRANES)
108. NICOLAS A. 1987, Principios de Tectónica.

109. PETER K. M. MEGAW, FRED W. McDOWELL., Geology and Geochronology of Volcanic Rocks of the Sierra Pastorias Area, Chihuahua, Mexico.
110. RANGIN CLAUDE., 1981-1984, VOL. V, Aspectos Geodinámicos de la Región Noroccidental de México. UNAM, INSTITUTO DE GEOLOGIA (REVISTA)
111. REYES, ROSALES Y LOPEZ, 1997, Proyrcto Grutas Nombre de Dios; Tesis Profesional UACH.
112. REYES CORTES 1998; Geología del Cero del Coronel y sus Alrededores, Cd de Chihuahua, Chih. México.
113. VINIEGRA OSORIO FRANCISCO., 1992, Geología Histórica de México
114. El Heraldo de Chihuahua, 2000. Bomberos advierte de casas en orillas de arroyos en riesgo de inundarse 51 colonias Villa Vieja, Ranchería, Rosario e Industrial con mayor problema. Elko Omar Vázquez Erosa. 2000-06-04, Página 1, Sección B. Chihuahua, Chih.
115. Escobedo Mingura Tania, 2006. Chihuahua, en 9º lugar de ciudades con más lluvias. Reporte de prensa Página 4 ¢ Sección B. Chihuahua, Chih. 2006-07-14.
116. Esquivel E. Elizabeth. s/f.- Análisis de la Precipitación Histórica de la Zona Norte De México.
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/367/cambioclimat.html>
117. González Ortiz Jorge Dámaso, 2001. Distribución de la Contaminación de Monóxido de carbono por Fuentes Fijas en la Cuenca Atmosférica del Valle de Tabalaopa. Universidad Autónoma de chihuahua, Chihuahua, Chih.
118. INIFAP, 2006.- Estadísticas Climatológicas Básicas del estado de Chihuahua (Período 1961 - 2006). Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Dirección de Coordinación y Vinculación Estatal en Chihuahua - SAGARPA. ISBN: 970-430038-7. Chihuahua, Chih.
119. SEDESOL, 2004. Guía Metodológica para la Elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel Ciudad (Identificación y Zonificación). Secretaria de Desarrollo Social, Consejo de Recursos Minerales, México, D.F. ISBN 968-838-588-8. 140 Pg.
- 120.

<http://www.municipiochihuahua.gob.mx/implan/index.htm>
<http://atl.cenapred.unam.mx/metadataexplorer/index.html>
<http://www.atlasdemexico.gob.mx/>
<http://es.encarta.msn.com>
[http://www.google earth.com.mx.](http://www.google earth.com.mx)

V.4 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1.1.1 Ubicación de las fotos mostradas en la imagen.	17
Tabla V.1.1.2. Ubicación de puntos de verificación de estructuras y fotos en la zona urbana.	19

V.5 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1.1.1 Columna Estratigráfica de la Carta Chihuahua – Clave H13-C66 Escala 1:50,000	7
Figura V.1.1.2. Plano Geológico-Estructural Simplificado, Carta Chihuahua H13 C66	8
Figura V.1.1.4. En la imagen se muestran los lineamientos relacionados con zonas de fallas y fracturamientos regionales. Los lineamientos están asociados a amenazas geológicas.	15
Figura V.1.1.5. La imagen muestra las localidades de las fotografías y las estructuras medidas durante la verificación de campo dentro de la cuadrícula de referencia para la cartografía.	16
Figura V.1.1.6. La imagen muestra con colores los promedios de longitud de las estructuras geológicas lineales. El rango va de verde para las de menor y el azul oscuro para las de mayor longitud.	17
Figura V.1.1.7. Las estructuras lineales marcadas en rojo corresponden a las fracturas, fallas y franjas de debilidad susceptibles.	20
Figura V.1.1.8. Fracc. Quintas Sebastián.	22
Figura V.1.1.9. Fracc. Rincón de la Sierra.	22
Figura V.1.1.10. Grutas Nombre de Dios.	23
Figura V.1.1.11. Río Chuvíscar canalizado.	23
Figura V.1.1.13. Detalle de fracturamiento en rocas del Río Chuvíscar.	24
Figura V.1.2.1. Fracc. Bahías.	25
Figura V.1.2.2. Fracc. Riscos del Sol.	25
Figura V.1.2.3. Fracc. Rincón Soberano.	26
Figura V.1.2.4. Fracc. Vista Real.	26
Figura V.1.2.5. Fracc. Vista Real.	27
Figura V.1.2.6. Estacionamiento Plaza del Sol.	27
Figura V.1.2.7. Fracc. Las Fuentes.	28
Figura V.1.2.8. Chipote Cerro Blanco.	28
Figura V.1.2.9. Cerro Las Ánimas.	29
Figura V.1.2.10. Fracc. Zootecnia.	29
Figura V.1.2.11. Fracc. Cerro Grande y Cerro de la Cruz.	30
Figura V.1.2.12. Vialidad Fco. R Almada.	30
Figura V.1.2.13. Santo Domingo.	31
Figura V.1.2.14. Cerro Coronel.	31
Figura V.1.2.15. Cerro Coronel y sus antenas.	31
Figura V.1.2.16. Cerro Coronel y derrumbes	32
Figura V.1.2.17. Cerro Coronel de derrumbes.	32
Figura V.1.2.18. Col. Cerro Prieto.	32
Figura V.1.2.19. Arroyo Cerro Prieto.	33
Figura V.1.2.20. Cerro Colorado.	33
Figura V.34. Banco de material de Cerro Colorado.	33
Figura V.1.3.1. En la imagen se presentan tres noveles de erosión potencial: Erosión potencial alta en verde; en azul claro para la erosión mediana y la erosión escasa esta marcada con una figura entrelazada de bloques en negro.	34
Figura V.1.3.2. Fracc. Campo Bello.	35
Figura V.1.3.3. Sur de Santo Domingo.	35
Figura V.1.3.4. Santa Eulalia.	36
Figura V.1.3.5. Arroyo de Santa Eulalia.	36

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.

Figura V.1.3.6. Escuela Benito Juárez.	36
Figura V.1.3.7. Jales de San Guillermo.	37
Figura V.1.3.8. Arroyo de San Guillermo.	37
Figura V.1.3.9. Col Aquiles Serdán deslizamientos y flujos de material.	38
Figura V.1.3.10. Industrial Minera México.	38
Figura V.1.3.11. Col. Nombre de Dios.	39
Figura V.1.3.12. Arroyo Fracc. Colinas del León.	39
Figura V.1.3.13. Arroyo Fracc. Colinas del León.	39
Figura V.1.3.14. Arroyo entronque basurero municipal.	40
Figura V.1.4.2. Zonificación del país hecha por la CFE, en función de la susceptibilidad de los sismos. Donde A es la zona sísmica baja o nula; B es la zona sísmica media; donde C es la zona sísmica alta; mientras que la franja D es la zona sísmica muy alta.	42
Figura V.1.5.1. Esta imagen señala en color azul las áreas susceptibles de deslizamientos dentro de la zona urbana.	43
Figura V.1.6.1. La imagen muestra el área en color verde de las zonas de hundimientos potenciales. Estas áreas presentan amenaza de hundimiento si se considera que se está haciendo una extracción indiscriminada de agua subterránea. Además, si se urbaniza el área la amenaza de hundimiento de incrementa sensiblemente.	44
Figura V.1.7.1. La imagen muestra en verde las áreas susceptibles de presentar amenaza o peligro de derrumbes. Las áreas corresponden a las zonas escarpadas de las sierras que están rodeando a la cuidad de Chihuahua.	45
Figura V.1.8.1. La imagen muestra en ladrillos negros la zona potencialmente susceptible de flujo de lodos, especialmente si se construyen edificaciones pesadas o se carga demasiado al suelo.	46
Figura V.1.8.2. Zonas de peligrosidad y riesgo por hundimiento y flujo de material sólido saturado marcado en rojo.	47
Figura V.1.9.1. Zonas de peligrosidad y riesgo por susceptibilidad geológica. Se muestran los lineamientos de fallas y fracturas.	48
Figura V.1.9.2. La cimentación se debe hacer hasta el suelo estable de manera que la estructura no sufra los esfuerzos de empuje que genera el suelo expandible.	49