1. Antecedentes e Introducción

1.1 Problemática

El desmesurado crecimiento de la mancha urbana, generalmente de manera irregular, hacia las partes montañosas de la Sierra de las Cruces, ha ocasionado la invasión y ocupación de zonas de barrancas. Este fenómeno trae como consecuencia que tanto las personas como la infraestructura se encuentren ante una eventual condición de riesgo en caso de eventos hidrometeorológicos y geológicos, ya sea por grandes avenidas de agua, inundaciones, deslizamientos o flujos canalizados de lodos y detritos. En estas zonas de barrancas existe un gran número de viviendas en riesgo de colapsarse por estar construidas en los bordes de los cauces y muchas veces en terrenos que han sido rellenados sin un tratamiento geotécnico adecuado. Por otro lado, las invasiones han generado el depósito de residuos sólidos, aguas residuales y desechos peligrosos, los cuales no sólo afectan a las personas que habitan en esas zonas sino a gran parte de la Ciudad de México, debido a la contaminación del acuífero.

Dentro del marco de los peligros geológicos, la Delegación Álvaro Obregón presenta condiciones favorables para su ocurrencia, debido a que se encuentra regionalmente en una zona volcánica que ha sido afectada por tectonismo, lo que ha condicionado el desarrollo del relieve a lo largo del tiempo en esta región. Los rasgos que se pueden mencionar como condicionantes de los peligros geológicos son: actividad volcánica que hoy da forma al relieve abrupto; presencia de litologías blandas y de baja resistencia, susceptibles a presentar alto grado de intemperismo y erosión (depósitos piroclásticos, lahares, aluvión); presencia de derrames de lava que conforman macizos rocosos fracturados y con el potencial de presentar remociones y caídos de bloques; es una zona que puede ser afectada por sismos de diversas magnitudes y con periodos de recurrencia relativamente establecidos, ya sea locales o provenientes de las costas del Pacífico; presencia de fallas normales y fracturas asociadas, de origen tectónico, mismas que delimitan bloques de geometría y tamaños diversos, ejerciendo un control estructural en el drenaje de la Sierra de las Cruces. Todos ellos son factores que, combinados con los factores climáticos y antrópicos, inciden de manera desfavorable para la ocurrencia de los peligros geológicos.

En lo que se refiere a los peligros hidrometeorológicos, la zona de estudio favorece la ocurrencia de grandes avenidas, inundaciones y por las condiciones de altitud se presentan bajas temperaturas así como intensas fuertes precipitaciones. En las partes más altas se alcanzan valores de precipitación de 1 100 mm anuales, lo que se traduce en fuertes avenidas e inundaciones en las partes bajas.

En cuanto a los peligros antropogénicos, estos son muy frecuentes en la zona, condicionados por una gran expansión urbana y un grado importante de desarrollo industrial. Asimismo, la presencia de sitios de concentración masiva, aunado a la realización de actos religiosos, musicales, políticos y socioculturales, plantea peligros socio-organizativos que tienen impacto sobre la salud y el bienestar de la población. La topografía agreste en muchos sitios y el intenso flujo vehicular, plantean peligros en materia de accidentes viales así como de respuesta inmediata a las contingencias ocurridas en la delegación.
Por lo anterior, es importante realizar un estudio integral en la zona donde se asienta la delegación Álvaro Obregón. En caso de fuertes lluvias en las partes altas, estas barrancas son zonas favorables para la canalización de grandes avenidas de agua y flujos de

detritos, así como la generación de deslizamientos y problemas de erosión, lo que ha causado daños a la población e infraestructura civil. Además, esta zona se caracteriza por tener grandes líneas de drenaje mismas que tienen un control estructural, debido a la presencia de fallas y facturas que han servido como zonas de debilidad sobre las cuales se han formado los cauces. Asimismo, el gran crecimiento poblacional aunado a la presencia de fábricas, industrias, gasolineras, ductos de gas natural y de hidrocarburos, así como un gran número de sitios de concentración masiva (escuelas, centros religiosos, mercados etc), conllevan un riesgo para la población.

Todos estos aspectos fundamentan la necesidad de realizar un estudio que abarque los peligros inherentes a estas zonas, para servir de base en acciones en materia de Protección Civil, Ordenamiento Territorial, Gestión del Riesgo, Planeación y Desarrollo Urbano así como para servir de base para estudios más detallados de vulnerabilidad y de riesgo.

1.2 Crecimiento y expansión urbana

El fenómeno ocupacional en el Distrito Federal, comenzó a hacerse notable en el año de 950, ya que la mancha urbana empezó a extenderse en la periferia del Distrito Federal. En 1960, siguió por Cuajimalpa, Tlalpan, Tláhuac y Xochimilco y en 1970 a Milpa Alta. A partir de entonces, la mayor parte del suelo que se incorpora al área urbana del D.F. corresponde a las delegaciones cuyo territorio incluye zonas rurales importantes.
Un aspecto importante a considerar es que el crecimiento urbano en el Distrito Federal se ha extendido a partir de la zona central, en lo que hoy es la delegación Cuauhtémoc, hacia zonas montañosas, teniendo repercusión en la propia delegación Álvaro Obregón.
En 1980 la zona urbana se extendió en toda la parte plana, en el piedemonte y parte de la zona montañosa. Para el año 2000 la mancha urbana creció hacia zonas más altas, de fuerte pendiente, de cauces o barrancas, de frentes de flujos de lava y al pie de los conos de escoria. En lo que respecta a la zona poniente del Distrito Federal donde se asienta la Delegación Álvaro Obregón, presentó un crecimiento importante de 1980 hacia el 2000, donde gran cantidad de asentamientos humanos (muchos de ellos irregulares) ocuparon las zonas de cauces, barrancas, zonas de fallas y partes bajas e intermedias de los cuerpos volcánicos (Figura 1.1).

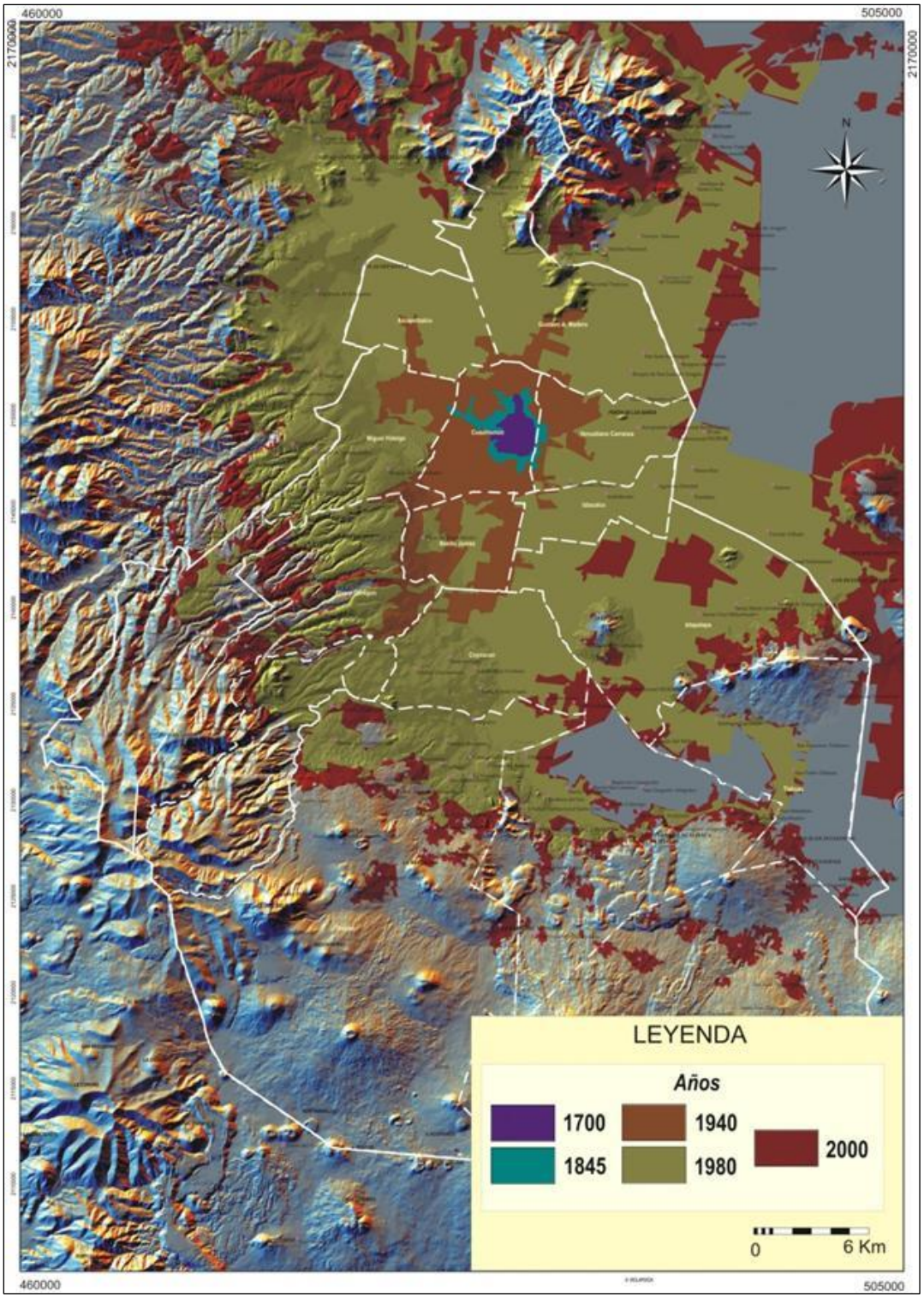


Figura 1.1 Evolución del crecimiento urbano en el Distrito Federal.
(Modificado de Servicio Geológico Metropolitano, 2005; Secretaría de Protección Civil, 2010).

1.3 Antecedentes históricos

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para Álvaro Obregón (1997), se han tenido históricamente afectaciones varias Colonias de la demarcación.
La tabla 1.1 muestra un condensado de las colonias que históricamente han sido afectadas por peligros geológicos (remociones en masa y presencia de minas).

Tabla 1.1 Colonias históricamente afectadas por deslizamientos, flujos y presencia de minas.

PELIGROS GEOLOGICOS			
COLONIAS	PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA		MINAS
	DESLIZAMIENTOS	FLUJOS	
1er. Ampliación Las Golondrinas	X		X
1er. Sección El Pirú			X
1er. Sección Olivar del Conde			X
2da Sección Olivar del Conde	X	X	
2da. Sección Las Golondrinas			X
2do. Reacomodo Tlacuitlapa		X	
4ta. Sección Olivar del Conde	X		
Ampliación Alpes			X
Ampliación El Capulín Sto. Domingo			X
Ampliación La Mexicana			X
Ampliación Las Aguilas	X		X
Ampliación Lomas Sto. Domingo			X
Ampliación Molino de Rosas			X
Ampliación Piloto Adolfo López Mateos			X
Angostura			X
Arturo Martinez			X
Ave Real	X		
Axomiatla			X
Barrio Norte	X		X
Belén de las Flores			X
Bonanza			X
Calzada Jalalpa			
Colinas del Sur			X
Coop. Poder Popular	X		
Dos Ríos	X		
El Mirador	X		

El Paraíso			X
El Ruedo	X		
Francisco Villa			X
Gamitos			X
Garcimarrero		X	X
Herón Proal	X		X
Hogar y Redención			X
Inv. La Estrella			X
Jalalpa		X	X
Juristas	X		
La Araña	X		
La Cascada			X
La Joyita	X		
La Mexicana			X
La Milagrosa	X		
La Presa	X		
La Presa Sección Hornos	X	X	
Ladera Grande			X
Las Cuevitas			X
Las Golondrinas		X	
Las Palmas	X		X
Liberación Proletaria			X
Liberales de 1857	X		
Lomas Chamontoya		X	
Lomas de Becerra	X		X
Lomas de Capula		X	X
Lomas de Guadalupe			X
Lomas de la Era	X		
Lomas de las Águilas			X
Lomas de los Cedros	X		
Lomas de Puerta Grande			X
Lomas de Tarango			X
Maíz Morado			X
Miguel Garmenta	X		

Minas de Cristo			**X**
Molino de Rosas	**X**		**X**
Molino Sto. Domingo			**X**
Ocotillo	**X**		
Palmas Axotitla			**X**
Pólvora			**X**
Preconcreto			**X**
Presidentes			**X**
Primera Victoria			**X**
Pueblo San Bartolo Ameyalco	**X**		
Pueblo Tetelpan	**X**		
Pueblo Tizapán			**X**
Puente Colorado	**X**		**X**
Reacomodo Jalalpa EL Grande			
Real del Monte			**X**
San Clemente		**X**	**X**
Sto. Domingo			**X**
Tecolalco	**X**		
Tepeaca	**X**		
Tlacoyaque	**X**	**X**	
U.H. Batallón de San Patricio			**X**
U.H. Santa Fe			**X**
Villa Verdúm			**X**
Zenón Delgado			**X**

Las colonias que han sido afectadas por inundaciones son Lomas de Becerra y Pueblo Tizapán, de acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para Álvaro Obregón (1997). Aunque actualmente se conocen las colonias que han presentado diversas problemáticas, no se cuenta con mapas que muestren la distribución espacial de los distintos fenómenos perturbadores, para ubicar de manera precisa las áreas de peligro y de potencial afectación, lo cual ha motivado la realización del presente Atlas.

1.4 Alcances y objetivos del proyecto

1.4.1 Alcances

ERN propone realizar el estudio de los peligros naturales y antropogénicos de mayor importancia para el territorio de la Delegación Álvaro Obregón, para lo cual se requiere el apoyo de la delegación para acceder a toda la información de Peligros y Riesgos Naturales y Antropogénicos con que cuente, así como el apoyo para realizar inspecciones

en campo.

Los peligros Naturales y Antropogénicos que ERN abarca en este estudio son:

PELIGROS GEOLÓGICOS

1) Procesos de Remoción en Masa (PRM)
2) Fallas y fracturas
3) Erosión
4) Hundimientos y colapsos del terreno (Minas)
5) Sismo

Los peligros de maremoto y vulcanismo activo no se desarrollan en este estudio, ya que en el caso de maremoto resulta evidente que la ubicación geográfica de la delegación lo excluye del impacto de este fenómeno; en el caso de vulcanismo, este peligro no es significativo en la delegación ya que actualmente la única zona que se considera como volcánicamente activa es la sierra de Chichinautzin localizada al sur del Distrito Federal y con posible impacto sobre las delegaciones de Tlalpan y Xochimilco principalmente y en menor medida Coyoacán.

PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS

1) Heladas
2) Nevadas
3) Tormentas eléctricas
4) Temperaturas máximas extremas
5) Vientos
6) Inundaciones

Asimismo, los peligros asociados a ciclones (Onda tropical y Huracanes) no se desarrollan en este estudio, debido a que no impactan directamente el territorio de la delegación, dada su lejanía respecto a las zonas costeras de la República Mexicana. El peligro de sequías, de igual forma, no es significativo en el territorio de la delegación debido a las condiciones climáticas predominantes en la Cuenca de México, donde a pesar de las altas temperaturas que pueden llegar a alcanzarse, estas se deben combinar con otros factores para favorecer este fenómeno, el cual impacta principalmente municipios agrícolas del país. Aunado a esto, la sequía pertenece al esquema climático normal de las regiones semiáridas y, en consecuencia, está relacionada con la alta variabilidad de las precipitaciones, condiciones generales que no cumple el área de la delegación.

PELIGROS ANTROPOGÉNICOS

QUIMICOS

1) Peligro por almacenamiento de sustancias peligrosas
2) Peligro por transporte de sustancias peligrosas
3) Peligro por sitios contaminados por sustancias peligrosas
4) Peligros por incendios forestales

SOCIO-ORGANIZATIVOS

1) Identificación de sitios de riesgo por actividades o zonas de concentración de personas (escuelas, centros comerciales, iglesias, albergues etc)
2) Puntos de concentración masiva por causas religiosas, deportivas, turísticas, etc.
3) Puntos con problemática social y delictiva
4) Puntos con problemática vial

1.4.2 Objetivo general

Desarrollar el Atlas de Peligros Naturales y Antropogénicos para la Delegación Álvaro Obregón a fin de integrarlo en un Sistema de Información Geográfica, tomando en cuenta los peligros que mayor impacto tienen en la entidad.

Para este fin se generará una base de datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG), con el propósito de que las autoridades gubernamentales posean una herramienta capaz de proporcionar información inmediata, de los posibles efectos desastrosos a nivel local ó regional, causados por los peligros antes mencionados, los cuales pueden impactar tanto a la población como a la infraestructura que la rodea.

1.4.3 Objetivos específicos

- Realizar un estudio tanto conceptual como aplicado de la problemática actual respecto a los Peligros Naturales y Antropogénicos que ocurren dentro de la Delegación Álvaro Obregón, para poder proponer alternativas en materia de prevención y mitigación.

- Generar mapas temáticos para el análisis de los peligros con el fin de establecer grados de ponderación para cada uno de los fenómenos y sus variables involucradas; para tal fin se implementarán metodologías especializadas de acuerdo a la literatura nacional e internacional disponible.

- Integrar la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG), teniendo como plataforma el software “Arc Gis Desktop versión 9.2”, con el propósito de manipular, modificar y eventualmente actualizar la información correspondiente a los Peligros Naturales y Antropogénicos involucrados en este estudio.

- Facilitar la jerarquización de los peligros con distintos niveles de atención, en el marco de una política integral de prevención, para que la delegación establezca prioridades en términos de recursos humanos y materiales, elaboren estudios detallados de vulnerabilidad y riesgo en zonas críticas, ejecuten medidas de mitigación, formulen programas y planes preventivos y de atención a emergencias en caso de desastres.

El uso de la información del Atlas, contenida en el Sistema de Información Geográfica, permitirá establecer acciones fundamentadas, en materia de prevención, mitigación, conservación del medio ambiente, ordenamiento territorial, así como atención a las situaciones de emergencia. De igual manera, servirá para establecer criterios unificados para la concepción del desarrollo sustentable, así como la convivencia responsable con los peligros naturales, asimismo, facilitará la comunicación entre todos los niveles de gobierno, medios de comunicación, instituciones académicas y la sociedad misma, ya que el manejo de la información con respecto de los peligros que nos rodean, resulta

indispensable para reducir significativamente el efecto de los mismos.

Es importante mencionar que de acuerdo a los alcances planteados para el desarrollo del presente Atlas, sólo se analizaran los fenómenos perturbadores al nivel de peligro (identificación y jerarquización), lo cual podrá servir de base para posteriores análisis más rigurosos de vulnerabilidad y riesgo.

1.5 Metodología general

En esencia la metodología empleada por ERN sigue los lineamientos generales establecidos por la SEDESOL y el Servicio Geológico Mexicano (SGM) en la "Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación)" edición 2004, en lo referente al tipo y uso de la información. De esta forma se tomaron como mapas base la topografía digital, modelos digitales de elevación y se generaron diversos mapas temáticos en función del peligro geológico a analizar. Asimismo, se realizó una adaptación de los criterios establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", tomando en cuenta la gran extensión y complejidad de la zona a estudiar, el nivel de representación de los resultados y la información disponible. Para complementar y fortalecer las metodologías particulares empleadas, se utilizaron criterios y conceptos publicados en la literatura especializada, nacional e internacional, para así orientar y robustecer los análisis dando con ello un soporte teórico importante.

El análisis y procesado de la información de realizó en el Sistema de Información Geográfica Arc Gis Desktop, ver. 9.2. Asimismo, se realizó el análisis e interpretación de imágenes de satélite y ortofotos, para identificar los principales rasgos del relieve. A partir de las curvas de nivel se generó el modelo digital de elevación, mismo que sirvió de base para obtener el mapa de pendiente, de hipsometría y modelos de relieve sombreado con distintas orientaciones de iluminación, los cuales sirvieron para comprender el contexto morfológico y estructural. A su vez estos mapas fueron el insumo para analizar los diferentes peligros que afectan al área de estudio.

En términos generales se siguió una metodología adaptada para cada uno de los peligros, en función del área de estudio y de la información disponible, con lo cual se llegó a resultados favorables dada la escala de trabajo, el nivel de representación requerido, las condiciones del terreno así como las necesidades propias de este proyecto. Para cada caso, se describe con mayor detalle la metodología utilizada en los subcapítulos correspondientes.

Los resultados serán plasmados en una escala que permita el mejor nivel de representación, tomando en cuenta el área y forma del polígono de la delegación Álvaro Obregón. De esta forma, la escala de trabajo para el caso de los peligros geológicos e hidrometeorológicos es de 1:30 000, escala que abarca toda el polígono delegacional y que se ajusta el nivel y escala de la información de trabajo. Para el caso de los peligros antrópicos, estos se limitan prácticamente al área urbanizada por lo que la escala de trabajo es generalmente 1:23 000, a fin de abarcar únicamente aquellos sitios que presentan las diversas problemáticas contenidas en este rubro.

Asimismo, los resultados serán mostrados de dos maneras, una sin utilizar todas las

capas de información base a fin de tener un nivel de representación óptimo. De esta forma se resaltan los resultados obtenidos para cada tipo de peligro sin menoscabo de una adecuada visualización. La otra, consiste en representar los mapas a mayor escala y tomando en cuenta los elementos más importantes de la simbología base así como los rasgos geográficos y la traza urbana para contar con mapas útiles en acciones de planeación y atención a emergencias.

Es importante señalar que la información base será proporcionada a la Delegación a fin de que su incorporación en el Sistema de Información Geográfica, permita manipularla y representarla con los resultados deseados así como a la escala que se considere conveniente, en función de la problemática que se desee analizar.

1.6 Importancia del estudio

El estudio de los Peligros Naturales y Antropogénicos tiene como principal propósito brindar una base conceptual y de aplicación bien fundamentada, para el análisis de los elementos perturbadores que afectan a la delegación. Asimismo, se podrán determinar las zonas críticas y su área de influencia, para establecer así medidas preventivas, de mitigación, además de servir de base para estudios más detallados de vulnerabilidad y de riesgo.

El proyecto del Atlas de Peligros y Riesgos de la Delegación Álvaro Obregón será una herramienta estratégica que debe permitir la integración de información sobre riesgos de desastres a nivel Delegacional; esto mediante su ingreso en un Sistema de Información Geográfica (SIG), que permita establecer mejores políticas, planes y programas de planeación urbana, ordenamiento territorial, estrategias de prevención y atención a emergencias, mejorando la toma de decisiones para una efectiva planeación, gestión urbana y un ordenamiento territorial sustentable.

Los aspectos fundamentales que conviene resaltar del presente estudio son:

1) Los mapas generados sirven como herramienta para apoyar en labores de protección civil, cuyo fin último es salvaguardar la integridad y los bienes de la población.
2) Se podrán conocer las zonas críticas, a fin de prevenir y mitigar los efectos adversos de los peligros.
3) La planeación de las obras dentro de la delegación deberá tomar en cuenta los posibles efectos de estos procesos.
4) Se podrán sentar las bases para que la delegación actualice y enriquezca sus propios mapas de peligro y así adopten las medidas de prevención y mitigación correspondientes.
5) Se tienen bases técnicas e informáticas para generar estudios de vulnerabilidad y riesgo.

La generación de estos mapas tendrá un impacto inmediato en la ciudadanía, ya que será posible emplearlos para orientar las labores de prevención y mitigación, para establecer políticas de conservación y restauración ecológica, así como para regular el crecimiento urbano.

1.7 Estructura del documento

En el presente trabajo se llevará a cabo un análisis detallado de los Peligros Naturales y Antropogénicos dentro del territorio de la Delegación Álvaro Obregón, con el fin de proporcionar una herramienta aplicada y conceptual dentro del contexto de un Atlas de Peligros, el cual se fundamenta de acuerdo a los estatutos establecidos por la SEDESOL.

El presente informe se desarrolla y está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo1 se menciona aspectos generales del área de estudio, se plantean los objetivos, los alcances, la metodología general así como el fundamento jurídico que sustenta la elaboración del Atlas de Peligros. El capítulo 2 se refiere a las características geográficas generales. El capitulo 3 abarca las características físicas del área de estudio, lo cual incluye la fisiografía, geología regional y local, la geomorfología, la vegetación y los tipos de uso de suelo, clima y aspectos como la contaminación de los elementos naturales, como suelo y agua. El capítulo 4 trata de aspectos demográficos, sociales y económicos más específicos. El capítulo 5 abarca la descripción, el análisis y los resultados de los peligros geológicos e hidrometeorológicos considerados.
El capítulo 6 abarca los peligros y riesgos antropogénicos que engloba tanto los aspectos de fenómenos físico-químicos como socio-organizativos. Al final del documento, se incluyen anexos los mapas, las columnas estratigráficas de la zona de estudio, las fichas de campo y el reporte fotográfico.

1.8 Marco jurídico y legal que motiva la elaboración del Atlas de Peligros Naturales y Antropogénicos

Se mencionan los instrumentos legales y normativos a nivel Federal y local que dan sustento a la realización del Atlas de Peligros Naturales y Antropogénicos ya que ellos marcan los aspectos que deben ser considerados en los diferentes ámbitos de gobierno así como de la sociedad, concernientes a la prevención, control y atención de contingencias ante la presencia de fenómenos perturbadores.

- **LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS**

(Publicada en el Diario Oficial de la Federación, DOF, el 21 de julio de 1993; última reforma publicada por el DOF el 30-11-2010).

CAPÍTULO PRIMERO, Disposiciones generales, Artículo 3º.- El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural, mediante**: Inciso XII,** La prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanos en los centros de población; **Inciso XIII,** La conservación y mejoramiento del ambiente en los asentamientos humanos.

CAPÍTULO QUINTO, De las regulaciones a la propiedad en los centros de población, Artículo 33.- Para la ejecución de acciones de conservación y mejoramiento de los centros de población (….) la legislación estatal de desarrollo urbano establecerá las disposiciones para: **Inciso VI,** La prevención, control y atención de riegos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población.

CAPITULO SÉPTIMO, De la participación social, Artículo 49.- La participación social en materia de asentamientos humanos comprenderá**: Inciso IX,** La prevención, control y atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población.

- **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

(Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988; Últimas reformas publicadas DOF 28-01-2011).

CAPÍTULO II, Distribución de Competencias y Coordinación; Artículo 5o.- Son facultades de la Federación: VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias; **VII**.- La participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan; **Artículo 7o.-** Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades: **X**.- La prevención y el control de la contaminación generada por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza similar a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras; **XII**.- La participación en emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan; **Artículo 8o**.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades: **IV**.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley; **VII**.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados;

CAPÍTULO IV, Instrumentos de la Política Ambiental, SECCIÓN IV Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos; Artículo 23.- Para contribuir al logro de los objetivos de la política ambiental, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, además de cumplir con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional en materia de asentamientos humanos, considerará los siguientes criterios: **III**.- En la determinación de las áreas para el crecimiento de los centros de población, se fomentará la mezcla de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental; **V**.- Se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos; **VI**.- Las autoridades de la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y

ambiental, para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente y con un desarrollo urbano sustentable;

CAPÍTULO V, Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas, Artículo 145.- La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente tomándose en consideración: **I**.- Las condiciones topográficas, meteorológicas, climatológicas, geológicas y sísmicas de las zonas; Fracción reformada DOF 13-12-1996; **II.-** Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos; **III.-** Los impactos que tendría un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales; **V.-** La infraestructura existente y necesaria para la atención de emergencias ecológicas.

- **LEY GENERAL DE PROTECCION CIVIL**

CAPITULO I, Disposiciones generales, Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: **IV**.- Protección Civil: Conjunto de disposiciones, medidas y acciones destinadas a la prevención, auxilio y recuperación de la población ante la eventualidad de un desastre. **V.-** Prevención: Conjunto de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente; Fracción reformada DOF 13-06-2003; **VI**.- Auxilio: Acciones destinadas primordialmente a salvaguardar la vida de las personas, sus bienes y la planta productiva y a preservar los servicios públicos y el medio ambiente, ante la presencia de un agente destructivo. **VII**.- Recuperación: Proceso orientado a la reconstrucción y mejoramiento del sistema afectado (población y entorno), así como a la reducción del riesgo de ocurrencia y la magnitud de los desastres futuros. **VIII**.- Apoyo: Conjunto de actividades administrativas para el sustento de la prevención, auxilio y recuperación de la población ante situaciones de desastre. **X**.- Agentes Destructivos: Los fenómenos de carácter geológico, hidrometeorológico, químicotecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativo que pueden producir riesgo, emergencia o desastre. También se les denomina fenómenos perturbadores. **XI**.- Fenómeno Geológico: Calamidad que tiene como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis o maremotos y la inestabilidad de suelos, también conocida como movimientos de tierra, los que pueden adoptar diferentes formas: arrastre lento o reptación, deslizamiento, flujo o corriente, avalancha o alud, derrumbe y hundimiento. **XII**.- Fenómeno Hidrometeorológico: Calamidad que se genera por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como: huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías y las ondas cálidas y gélidas. **XIII**.- Fenómeno Químico-Tecnológico: Calamidad que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas y radiaciones. **XIV**.- Fenómeno Sanitario-Ecológico: Calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos. **XV**.- Fenómeno

Socio-Organizativo: Calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población. **XVI**.- Riesgo: Probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador. **XVII**.- Emergencia: Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general; se declara por el Ejecutivo Federal cuando se afecta una entidad federativa y/o se rebasa su capacidad de respuesta, requiriendo el apoyo federal. **XVIII**.- Desastre: Se define como el estado en que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia. **XIX**.- Zona de desastre: Espacio territorial determinado en el tiempo por la declaración formal de la autoridad competente, en virtud del desajuste que sufre en su estructura social, impidiéndose el cumplimiento normal de las actividades de la comunidad. Puede involucrar el ejercicio de recursos públicos a través del Fondo de Desastres. **XX**.- Damnificado: Persona cuyos bienes, entorno o medios de subsistencia registran daños provocados directa o indirectamente por los efectos de un fenómeno perturbador, que por su magnitud requiere, urgente e ineludiblemente, del apoyo gubernamental para sobrevivir. **XXI**.- Evacuado/albergado: Persona que, con carácter precautorio y ante la posibilidad o certeza de la ocurrencia de un desastre, es retirado por la autoridad de su lugar de alojamiento usual, para instalarlo en un refugio temporal, a fin de garantizar tanto su seguridad como la satisfacción de sus necesidades básicas.
Artículo 5o.- Los Poderes Legislativo y Judicial de la Unión, los gobiernos de los estados, el Distrito Federal y los municipios, así como la población que colabora con las dependencias del Ejecutivo Federal, se podrán sumar para que las acciones de protección civil se realicen en forma coordinada y eficaz.

CAPITULO II, Del sistema nacional, Artículo 9o. El Sistema Nacional de Protección Civil es un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con las autoridades de los estados, el Distrito Federal y los municipios, a fin de efectuar acciones coordinadas, destinadas a la protección contra los peligros que se presenten y a la recuperación de la población, en la eventualidad de un desastre. Artículo reformado DOF 24-04-2006. **Artículo 10**. El objetivo del Sistema Nacional es el de proteger a la persona y a la sociedad ante la eventualidad de un desastre, provocado por agentes naturales o humanos, a través de acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas, la afectación de la planta productiva, la destrucción de bienes materiales, el daño a la naturaleza y la interrupción de las funciones esenciales de la sociedad, así como el de procurar la recuperación de la población y su entorno a las condiciones de vida que tenían antes del desastre. Con la finalidad de impulsar la educación en la prevención y en la protección civil, las dependencias e instituciones del sector público, con la participación de organizaciones e instituciones de los sectores social, privado y académico, promoverán:
V. La constitución de los acervos de información técnica y científica sobre fenómenos perturbadores que afecten o puedan afectar a la población, y que permitan a ésta un conocimiento más concreto y profundo, así como la forma en que habrá de enfrentarlos en caso de ser necesario; **VI**. El establecimiento de programas educativos y de difusión, dirigidos a toda la población, que les permita conocer los mecanismos de ayuda en caso de emergencia, así como la manera en que pueden colaborar en estas actividades, y **VII**. El desarrollo y aplicación de medidas, programas e instrumentos económicos para

fomentar, inducir e impulsar la inversión y participación de los sectores social y privado en la promoción de acciones de prevención, incluyendo los mecanismos normativos y administrativos. **VIII**. Llevar a cabo los proyectos, los estudios y las inversiones necesarias para ampliar y modernizar la cobertura de los sistemas de medición de los distintos fenómenos naturales y antropogénicos que provoquen efectos perturbadores. Establecer líneas de acción y mecanismos de información y telecomunicaciones especialmente a nivel municipal. **Artículo 12**.- La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaerá en la Secretaría de Gobernación, la cual tiene las atribuciones siguientes en materia de protección civil: **IV**. Investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de elementos, agentes naturales o humanos que puedan dar lugar a desastres, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables; **XVII**. Desarrollar y actualizar el Atlas Nacional de Riesgos;

CAPITULO VII, De las medidas de seguridad, Artículo 39.- Las Unidades Estatales o Municipales de Protección Civil, así como las del Distrito Federal, podrán aplicar las siguientes medidas de seguridad: **I**. Identificación y delimitación de lugares o zonas de riesgo; **II**. Acciones preventivas para la movilización precautoria de la población y su instalación y atención en refugios temporales, y **III**. Las demás que en materia de protección civil determinen las disposiciones reglamentarias y la legislación local correspondiente, tendientes a evitar que se generen o sigan causando riesgos.

- **LEY DE PROTECCIÓN CIVIL PARA EL DISTRITO FEDERAL**

TÍTULO PRIMERO
DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO, Normas preliminares, Artículo 1°.- Las disposiciones de la presente Ley, son de orden público y de interés general y tienen por objeto establecer en el Distrito Federal: **I**.- Las normas, criterios y los principios básicos, a los que se sujetaran los programas políticas y acciones de Protección Civil. **II**.- Las bases para la prevención y mitigación ante las amenazas de riesgo geológico, fisicoquímico, sanitario, hidrometereológico y socio-organizativo; **III**.- Los mecanismos para implementar las acciones de mitigación, auxilio y restablecimiento, para la salvaguarda de las personas, sus bienes, el entorno y el funcionamiento de los servicios vitales y sistemas estratégicos, en los casos de emergencia, siniestro o desastre; **IV**.- Las bases de integración y funcionamiento del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal; **V**.- Las bases para promover y garantizar la participación social en protección civil y en la elaboración, ejecución y evaluación de los programas en la materia, para que las acciones de los particulares y las instituciones de Gobierno del Distrito Federal, contribuyan a alcanzar los objetivos y prioridades establecidos por dichos programas y proyectos. **VI**.- Las normas y principios para fomentar la cultura de protección civil y autoprotección en sus habitantes.
Artículo 2º.- La aplicación de la presente Ley corresponde al Jefe de Gobierno, a la Secretaría y a los Jefes Delegacionales, por conducto de las autoridades que determine la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, su reglamento y esta Ley.
Artículo 3°.- Para los efectos de esta Ley se entiende por **I**.- Atlas de Riesgo: Sistema de información geográfica, actualizado, que permite identificar el tipo de riesgo a que están expuestos los servicios vitales, sistemas estratégicos, las personas, sus bienes y entorno. Cada Delegación elaborará y actualizará su Atlas de Riesgo Delegacional, con los criterios y bases técnicas que determine la Secretaría de Protección Civil. El conjunto de Atlas de Riesgo Delegacionales integrará el Atlas de Riesgo del Distrito Federal.

TÍTULO SEXTO, DE LOS INSTRUMENTOS OPERATIVOS, DE LA OPERACIÓN Y COORDINACIÓN, DEL USO DEL SÍMBOLO INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y DE LAS UNIDADES DE PROTECCIÓN CIVIL

CAPÍTULO III, De la operación de la protección civil en las delegaciones, Artículo 65.- Es responsabilidad de las Delegaciones coordinar en una primera instancia las acciones para la atención de emergencias en su demarcación, siempre y cuando no se afecten servicios vitales y estratégicos del Distrito Federal o se prevea un encadenamiento de calamidades que pueda afectar a otra Delegación o Entidad Federativa, en cuyo caso, la coordinación será establecida por la Secretaría sin menoscabo de la responsabilidad de éstas. **Artículo 66**.- En caso de emergencia o desastre, todas las Unidades Delegacionales de Protección Civil, instalarán un puesto de coordinación el que dispondrá del Atlas Delegacional de Riesgo para facilitar la planeación y ejecución de los trabajos. **Artículo 67**.- Las unidades Delegacionales de Protección Civil deberán informar a la Secretaría de todas las emergencias suscitadas en su demarcación, así como de las acciones adoptadas para el auxilio de los habitantes afectados y la mitigación de daños, restablecimiento y reconstrucción de la zona.
Artículo 68.- Toda solicitud de apoyo ante un área central de la Administración Pública del Distrito Federal para la atención de situaciones de emergencia o desastre en una o varias Delegaciones, se realizará a través de la Secretaría. Las dependencias, órganos desconcentrados y entidades estarán obligados a coadyuvar en las acciones que comprendan las diversas fases de la protección civil, atendiendo los lineamientos de la Secretaría.

2. Determinación de la zona de estudio

2.1 Ubicación

2.1.1 Cuenca de México

La Cuenca de México (CM) (Figura 2.1) está ubicada a una altitud promedio de 2 240 m s.n.m, presenta forma alargada, con su eje mayor orientado en dirección NNE-SSO. Es una cuenca lacustre endorreica de origen vulcano-tectónico que tiene una superficie aproximada de 9600 km2 (Vázquez-Sánchez y Jaimes-Palomera, 1990). La CM está delimitada al oeste, por la Sierra de Las Cruces, conformada por estratovolcanes traslapados, con una orientación general N-S y rodeados por flujos piroclásticos, lahares y depósitos de avalancha; al oriente está delimitada por la Sierra Nevada, compuesta por los volcanes Tláloc, Telapón, Iztaccíhuatl y Popocatépetl; la parte norte está delimitada por la zona volcánica de Pachuca y al sur por el Campo Volcánico de Chichinautzin, el cual está formado por conos cineríticos y derrames de lava (Fries, 1960; Schlaepfer, 1968; Ramírez-Jimenez et al., 1983; Mooser et al., 1996). Dentro de la cuenca existen algunas estructuras volcánicas como el cerro El Pino, las sierras de Santa Catarina, Barrientos y Guadalupe, entre otras. Geográficamente, la Sierra de las Cruces se ubica en la parte poniente de la Cuenca de México (Figura 2.2) y está delimitada por las coordenadas 18º59'-19º43' N y 99º00'-99º40' W.

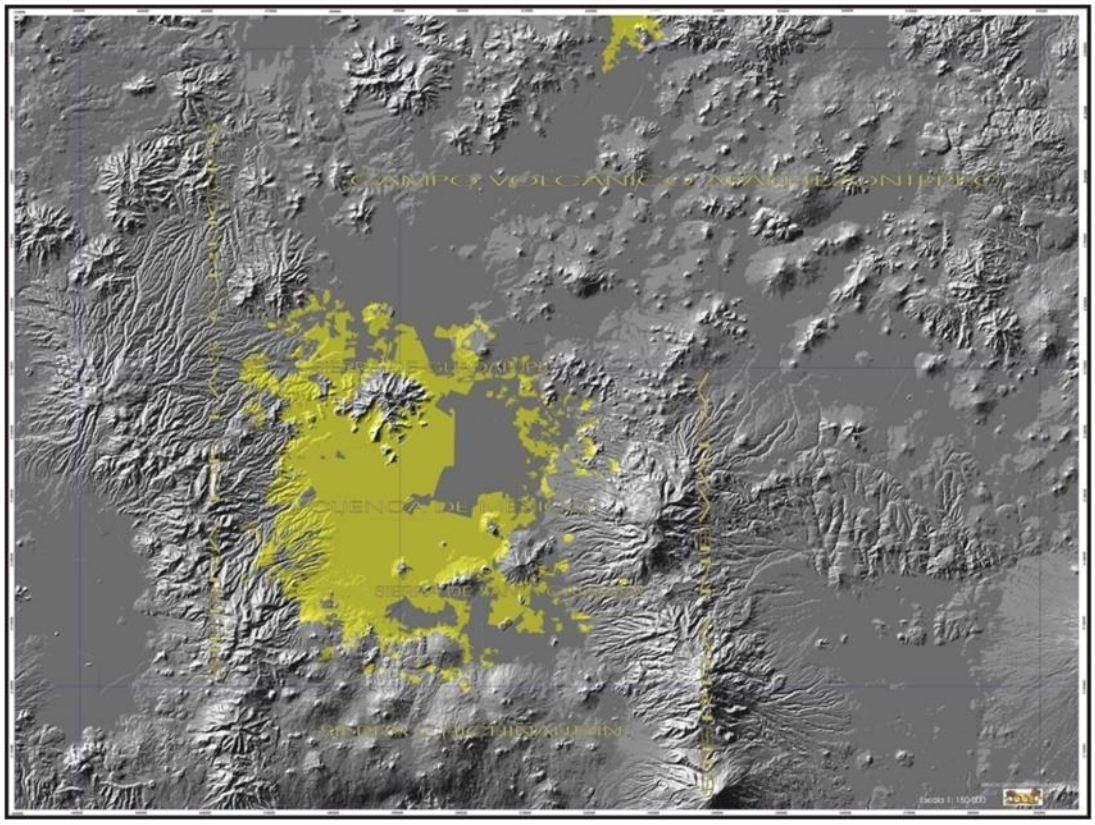


Figura 2.1 Modelo de relieve sombreado de la Cuenca de México con la zona urbana (Servicio Geológico Metropolitano, 2005).

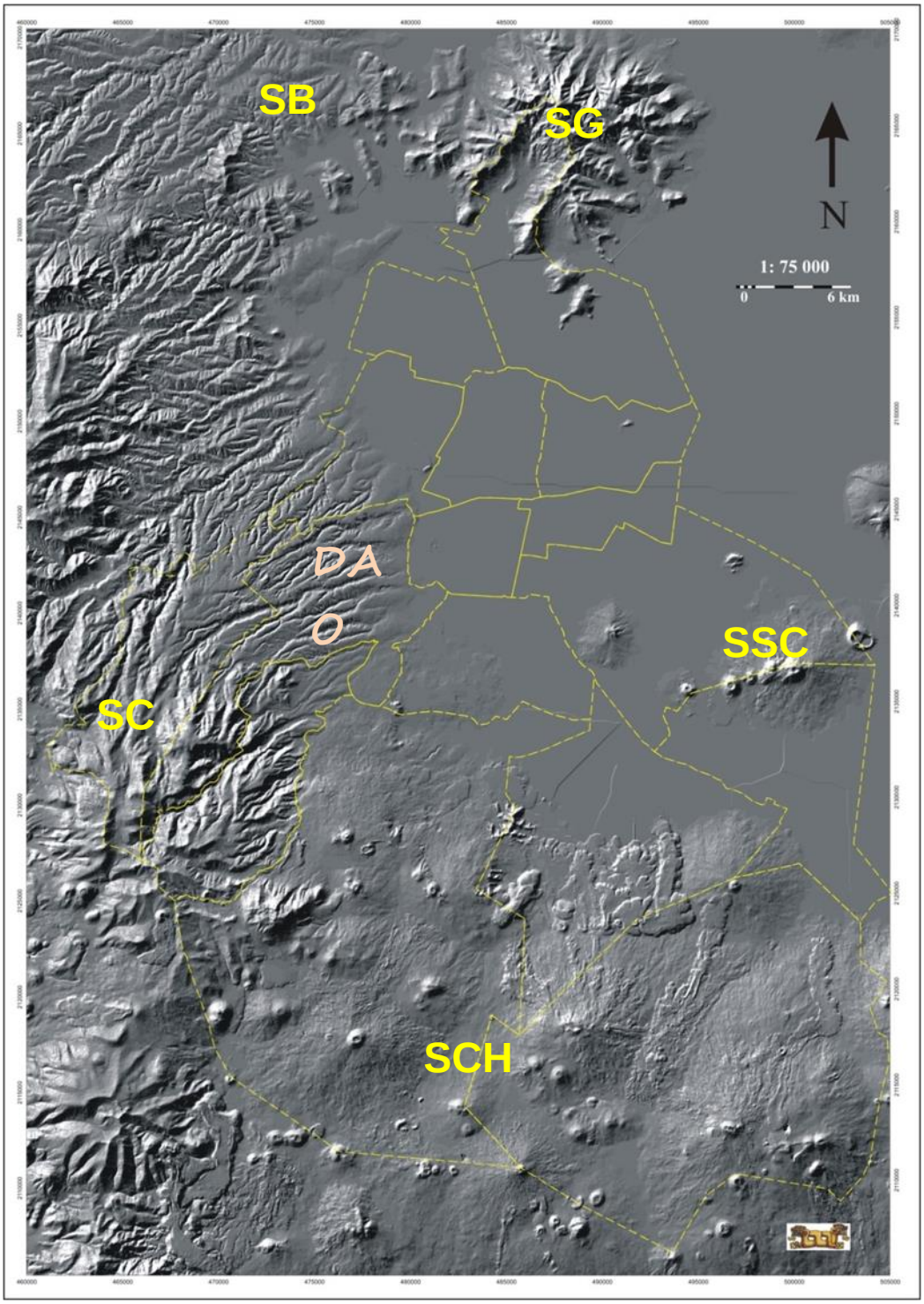


Figura 2.2 Modelo de relieve sombreado que muestra las Sierras dentro del Distrito Federal y la localización general de la delegación Álvaro Obregón (DAO) (Modificado de: Servicio Geológico Metropolitano, 2005). Con línea interrumpida se señalan los límites del Distrito Federal y las delegaciones. Las sierras son, SG: Sierra de Guadalupe; SB: Sierra de Barrientos; SC: Sierra de las Cruces; SCH: Sierra de Chichinautzin; SSC: Sierra de Santa Catarina.

La Delegación Álvaro Obregón se encuentra al sur-poniente del Distrito Federal y en la porción central de la sierra de las Cruces, delimitada por las coordenadas 19º 25', 19º, 08' de latitud Norte y 99º 00°, 99º 10' de longitud Oeste; su forma es alargada e irregular con

una orientación NE-SW. Tiene una extensión territorial de 96.18 km², lo que representa el 6.6% del área total del Distrito Federal. La poligonal que define el área de estudio se presenta en la Figura 2.3.

La Delegación Álvaro Obregón colinda al norte con la Delegación Miguel Hidalgo, al este con la delegación Benito Juárez, Tlalpan y Coyoacán, al sur con la Delegación Magdalena Contreras Tlalpan y el Estado de México y al oeste con la Delegación Cuajimalpa de Morelos (Figura 2.3).

El mapa base de la delegación se muestra en la Figura 2.4.

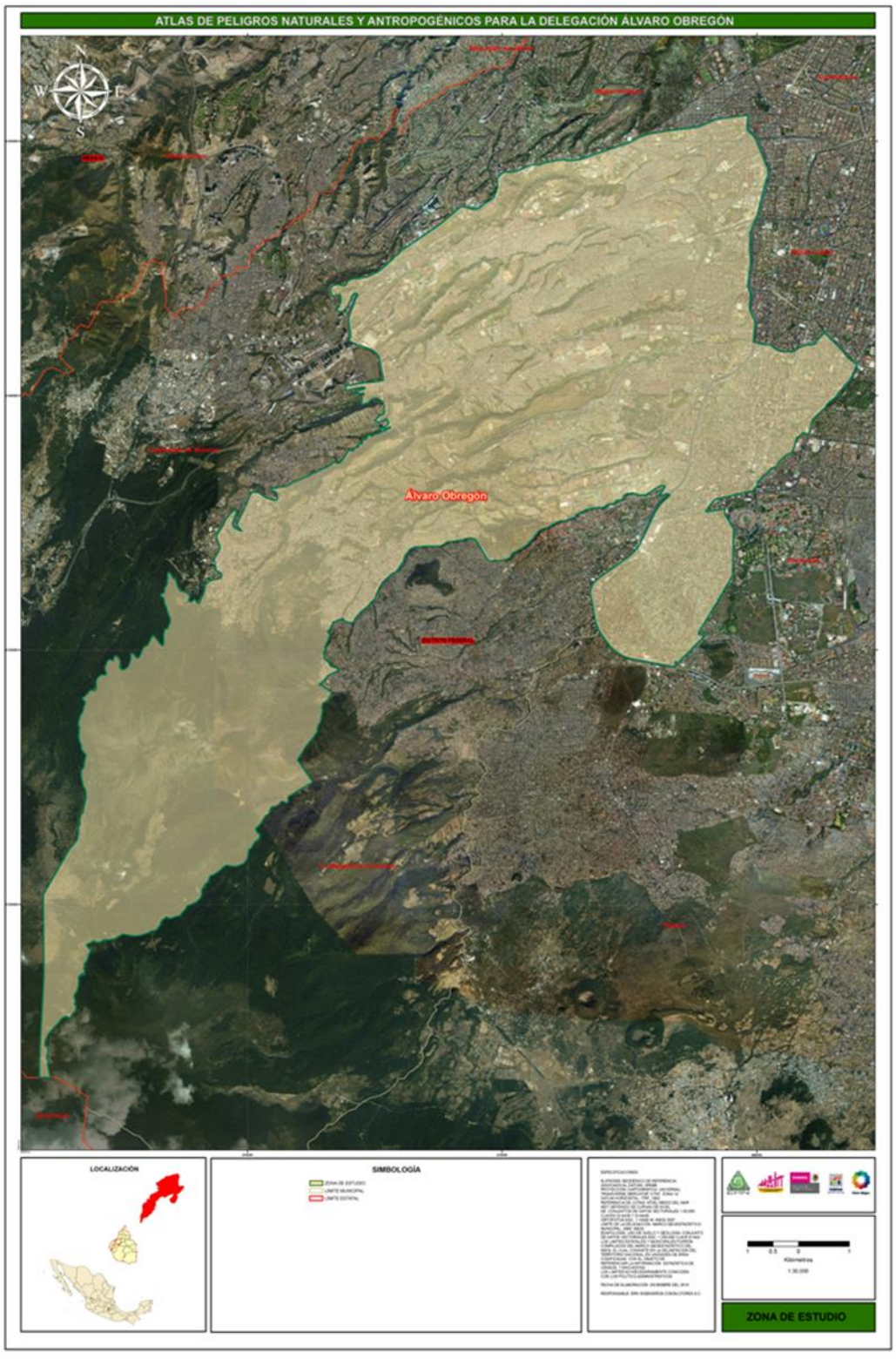


Figura 2.3 Área de estudio, al poniente del Distrito Federal.

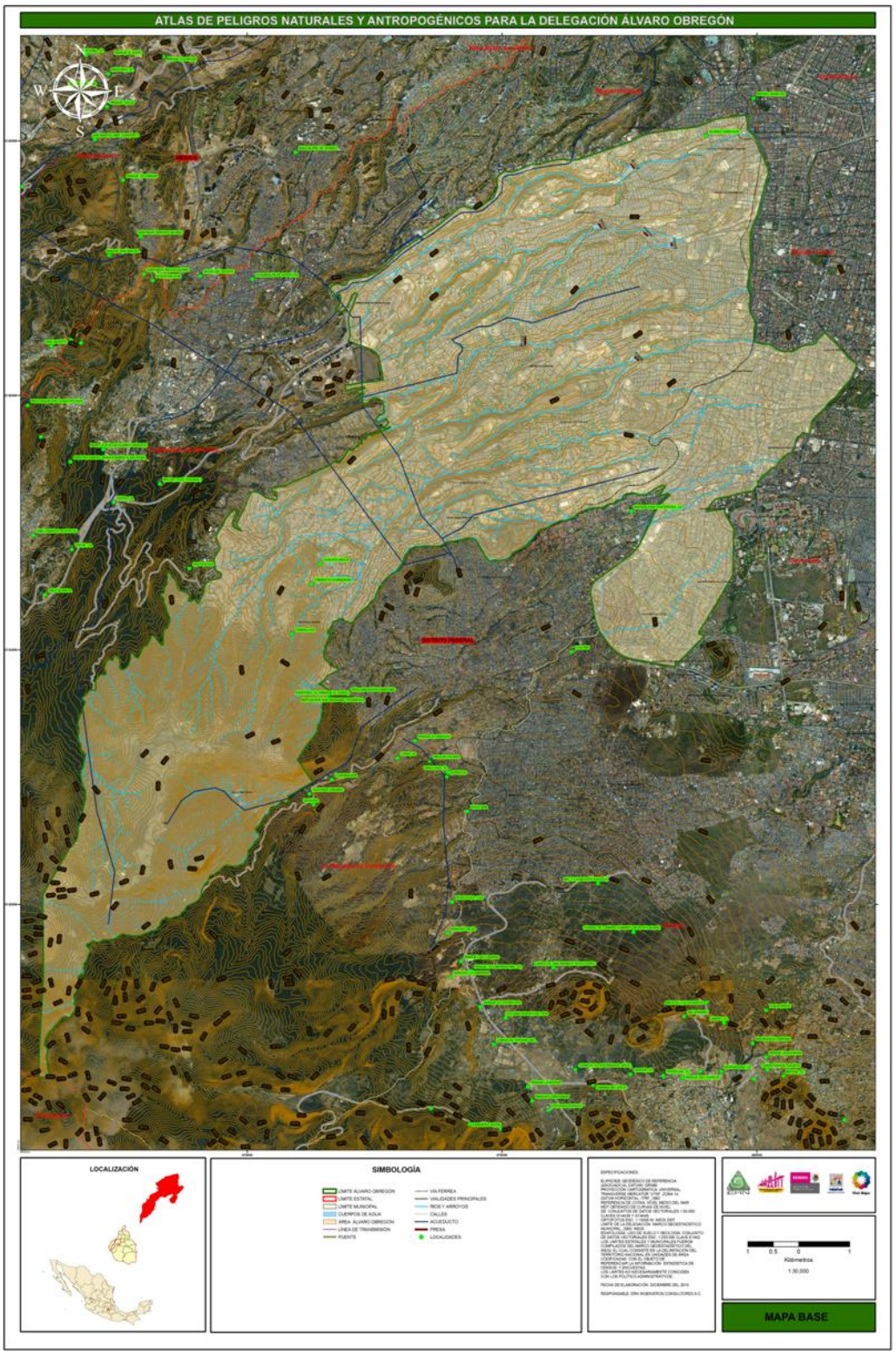


Figura 2.4 Mapa base del área de estudio.

2.2 Vialidades

La Delegación Álvaro Obregón posee vialidades que son fundamentales en la estructura urbana del Distrito Federal, además del importante papel que tiene en lo que se considera la Zona Metropolitana de la Ciudad de México al ser uno de los puntos de acceso al Estado de México.

La longitud total de vías de comunicación en la Delegación es de 1,267.3 kilómetros; de los cuales 130.2 kilómetros son de vialidad principal, 11.2 kilómetros son de accesos carreteros y 8.5 son ejes viales.

La Delegación se comunica al norte y al sur de la ciudad a través del Periférico, Av. Revolución, Av. de los Insurgentes y Av. Universidad, mientras que la Av. de la Paz y Miguel Ángel de Quevedo la comunican con el oriente de la ciudad.

Los corredores: Observatorio-Constituyentes-Paseo de la Reforma-Carretera a Toluca; Anillo Periférico Boulevard Adolfo López Mateos (Sección Norte); Circuito Interior-Avenida Rio Mixcoac-Avenida Universidad, Barranca del Muerto y la Avenida Carlos Laso, son el límite con las delegaciones Benito Juárez, Coyoacan, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Tlalpan.

La topografía característica de la Delegación ha jugado un papel importante en el poco desarrollo e integración de las vialidades, siendo el Periférico la vialidad mayormente utilizada y en consecuencia en la que más problemas viales se presentan, desde la saturación, hasta la cantidad de accidentes vehiculares que tienen lugar dentro de la Delegación.

En la zona central (zona de barrancas) las vialidades cuentan con poca sección para lograr un funcionamiento adecuado entre usos del suelo mixto y flujo vial.

La siguiente tabla presenta una clasificación de las vialidades más importantes dentro de la Delegación (de acceso controlado, vialidad primaria, secundaria o regional).

Tabla 2.1 Principales Vialidades en la Delegación Álvaro Obregón. Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Álvaro Obregón.

Vialidad de acceso controlado*	**Vialidad Primaria**	**Vialidad Secundaria**	**Vialidad Regional**
Anillo Periférico	Av. Insurgentes	Av. Chilango	Carretera Federal

			México - Toluca
	Av. Revolución	Camino a Minas	Autopista México – Toluca
	Eje 10 sur	Av. L. de Cápula	
	Escuadrón 201	Sta. Lucia	
	Av. San Antonio	Padre Hidalgo	
	Av. V. de Quiroga	Calzada Las Águilas	
	Barranca del Muerto	Av. Toluca	
	Río Mixcoac	Av. Desierto de los Leones	
	Av. Universidad	Altavista	
	Vito Alessio R.	Calzada desierto de los Leones	
	Av. Constituyentes	5 de Mayo	
	Av. Alta Tensión	Av. San Jerónimo	
	Av. Luz y Fuerza		
	Av. Observatorio		
	Circuito Interior		

*Vialidades que permiten la salida o el acceso a la misma sólo en puntos específicos.

La tabla 2.2 muestra la longitud aproximada de las vialidades más importantes, en los tramos que atraviesan a la Delegación.

Tabla 2.2 Longitud de algunas Vialidades de la Delegación Álvaro Obregón.

VIALIDAD	**TRAMO**	**Km**
Anillo Periférico Boulevard Adolfo López Mateos	Av. San Jerónimo a Av. Observatorio	9
Av. Vasco de Quiroga	Paseo de la Reforma a Tapatíos	6
Av. Santa Lucía	FC. de Cuernavaca a Cerrada González	5.18
Autopista México-Toluca	Constituyentes a Oscar Marineav	4.76
Periférico Boulevard Adolfo Ruiz Cortines		4.4
Paseo del Pedregal	Boulevard Adolfo Ruíz Cortines a Av. San Jerónimo	3.3
Av. Constituyentes	Observatorio - Paseo de la Reforma	3
Av. Revolución	Av. San Jerónimo a Barranca del Muerto	3
Av. Insurgentes	San Jerónimo a Barranca del Muerto	2.8
Av. Observatorio	Av. Constituyentes a Anillo Periférico	2
San Jerónimo	Paseo del Río a Anillo Periférico	1.95
Av. Alta Tensión	Av. Centenario a Av. San Antonio	1.8
Barranca del Muerto	Calzada de los Leones a Insurgentes Sur	1.8
Eje 10 Sur	Av. San Jerónimo a Paseo del Río	1.8

Av. San Antonio (Eje 5)	Anillo Periférico a Av. Central	0.95
Escuadrón 201	Av. Central-Alta Tensión a Camino Real a Toluca	0.85
Av. Universidad	Río Mixcoac a Miguel Ángel de Quevedo	0.65
Vito Alessio Robles	Av. Universidad a Insurgentes Sur	0.65
Rio Mixcoac	Av. Universidad- Manzano	0.46
Circuito Interior	Manzano a Hestia	0.4

Algunas de las anteriores vialidades, ante el hecho de ser las más transitadas, presentan diversos conflictos como la saturación durante horarios clave del día o gran cantidad de accidentes viales tales como choques, atropellamientos, volcaduras, entre otros.

El Anillo Periférico es la vialidad más representativa en este aspecto, ya que presenta saturación en las horas pico, al ser el punto en el que desembocan la mayoría de las vialidades oriente-poniente.

En el sentido Norte- Sur las vialidades primarias como Avenida Revolución, Insurgentes Sur, Universidad, Avenida Central- Escuadrón 201, son las más afectadas por el problema de la saturación vial. Mientras que en el sentido oriente-poniente se encuentran las vialidades de San Antonio, Camino Real a Santa Fe, Vasco de Quiroga, Santa Lucía, Av. Constituyentes, Av. Observatorio, Av. Centenario, Calzada Las Águilas, Av. Toluca y Camino Real al Desierto de los Leones, que destacan por presentar conflictos viales a consecuencia de la falta de continuidad con secciones suficientes para el transporte y los vehículos particulares; esto se vuelve crítico al ser las únicas vías con continuidad en la zona poniente.

Por otro lado, vale la pena señalar la situación de la carretera federal México-Toluca, la cual se ha vuelto crítica para la comunicación de la zona poniente ya que cuenta con mínimas posibilidades de cruce, lo que impide la integración norte a sur; asimismo, las características de su geometría, aunado al tipo de tráfico vehicular (autobuses de pasajeros y camiones de carga de mercancías y sustancias) la convierten en zona de riesgo.

Respecto a estos temas de conflictos viales, tanto por la saturación como por la cantidad de accidentes que se han presentado, se ahondará un poco más, en la sección de riesgos.

La Delegación también cuenta con los servicios de transporte colectivo Metro y Metrobus. Mientras que el Sistema de Transporte Colectivo Metro comunica una parte de la Delegación, a través de la línea 7, que corre sobre Revolución y llega a Barranca del Muerto. El Sistema de Transporte Público Metrobus lo hace a través de la línea 1, el cual atraviesa a la Delegación desde la estación Dr. Gálvez hasta la estación José María Velasco que se encuentra en el cruce de Insurgentes Sur y Barranca del Muerto.

Las áreas de transferencia modal de transporte que se ubican en la Delegación son 3:

- Observatorio. Ubicada en la intersección que forman las Avenidas Escuadrón 201 y Río Tacubaya, en ella confluyen las líneas 9 y 1 del Sistema Colectivo Metro, el paradero de autotransporte urbano de pasajeros Ex Ruta 100, La Terminal de Autobuses

Foráneos Poniente, el paradero de microbuses, combis y taxis, lo que aunado a los vendedores ambulantes provoca un gran problema vial en la zona.

- Barranca del Muerto. Ubicada en la calle de Cóndor y Revolución, en ella confluyen la línea 7 del Sistema Colectivo Metro, el paradero de autotransporte urbano de pasajeros Ex Ruta 100, el paradero de microbuses, combis y taxis, lo que ocasiona conflicto vial sobre Avenida Revolución ya que invaden los carriles centrales, esta situación también ha generado comercio ambulante en esta zona.

- San Ángel. Ubicada en Dr. Gálvez y Revolución, concentra el paradero de autotransporte urbano de pasajeros Ex Ruta 100, el paradero de microbuses, combis, taxis y paso de trolebuses. La problemática que presenta es la invasión de las calles del centro de San Ángel lo que ocasiona fuertes congestionamientos viales, generando también comercio ambulante.

Dentro del Distrito Federal las cinco vialidades más utilizadas por el transporte de carga son: Anillo Periférico, eje Central, Ignacio Zaragoza, Circuito Interior y Ermita Iztapalapa. De las cuales parte del Anillo Periférico y Circuito Interior atraviesan la Delegación.

En el Anillo Periférico, los vehículos del servicio público federal son principalmente camiones unitarios (34%) y tracto-camiones articulados (30%), y transportan productos minerales y materiales de construcción, mobiliario, productos procesados y maquinaria, refacciones y artículos de ferretería. Los vehículos del servicio mercantil/privado con flotas menores a 100 vehículos, son principalmente de dos ejes y menos de 3.5 toneladas (62%) y transportan principalmente vegetales y mobiliario, mientras que aquellos de flotas mayores a 500 vehículos, también ligeros (68%) transportan principalmente productos alimenticios procesados y productos eléctricos y electrónicos.

Constituyentes (que conecta al centro de la ciudad con la Autopista México-Toluca y la zona de Bosques de las Lomas, Cuajimalpa y Santa Fe) es la única opción de movilidad para los vehículos de carga desde la Autopista hacia los destinos internos de la Zona Metropolitana del Valle de México. Por lo tanto presenta importante flujo de vehículos pesados provenientes de la autopista y la carretera México Toluca. Otra arteria vial que toma importancia en el transporte de carga es Avenida Revolución ya que mantiene altos niveles de flujo entre Ciudad Universitaria y Río Mixcoac, debido a la falta de opciones en la zona sur.

La Delegación Álvaro Obregón tenía 5,388,106 metros cuadrados de carpeta asfáltica pavimentada, en el año 2004. Entre las colonias que se tenían registradas con mayor número de calles sin carpeta asfáltica, se encuentran:

Belén de las Flores, Molino de Santo Domingo, Arturo Martínez, Liberación Proletaria, Ampliación Piloto, La Araña, Piloto Adolfo López Mateos, Ampliación Dos Ríos, Miguel Gaona, Tezontla, Unidad Popular Emiliano Zapata, Ampliación Tlacoyaque, San Bartolo Ameyalco, Santa Rosa Xochiac, Tlacoyaque, Lomas de la Era, Lomas de los Cedros, Paraje el Caballito, Rincón de la Bolsa, Ponciano Arriaga, Águilas Jilguero, Águilas Sección Hornos y San Clemente.

Las colonias que presentan un mayor grado de deterioro en sus calles y que requieren ser re-pavimentadas son: Alpes, Tlacopac, San Ángel, Guadalupe Inn, Florida, Jardines del

Pedregal, Olivar de los Padres, Tizapán, Torres de Potrero, San Ángel Inn, Tetelpan, Santa Rosa Xochiac y Chamontoya.

Por otra parte durante el 2009 se realizaron trabajos de mantenimiento de la carpeta asfáltica en la Avenida Desierto de los Leones (Avenida Altavista) en el tramo de Periférico a la Avenida Revolución, en la Avenida Rómulo O´Farril desde calzada de las Águilas hasta Periférico; en el eje 5 Poniente desde Av. Constituyentes hasta Rómulo O´Farril; trabajos que fueron realizados durante horario nocturno y que ya han sido concluidos. Por otro lado en la Avenida Constituyentes se realizaron trabajos de fresado y encarpetado con concreto asfaltico.

2.2.1 Proyectos viales

Como ya se ha mencionado la red vial de la zona sur-poniente adolece de una adecuada comunicación, siendo la principal vía de comunicación el Anillo Periférico y en forma parcial, el Eje 5 Poniente, el 2o. piso del Periférico y la Avenida de Los Poetas. Por lo que la administración del Distrito Federal ha planteado la construcción de la Obra Vial "Autopista Urbana" (Figura 2.5), obra que ha sido dividida en tres proyectos: Sistema Vial del Sur Poniente, Vialidad Elevada Anillo Periférico Norte y la Vialidad Elevada Periférico Sur. La Delegación Álvaro Obregón será beneficiada principalmente por las dos primeras etapas.

Figura 2.5 Tramos de la Autopista Urbana (fuente: http://www.autopistaurbana.mx/).

La etapa del "Sistema Vial del Sur Poniente" ya inició y comprende desde Avenida Centenario a Luis Cabrera, entronques en Avenidas Las Torres y Las Águilas, siendo en total 10.4 kilómetros de longitud en 2 cuerpos con 2 carriles de circulación por sentido

(Figura 2.6). El trazo final de la vía de comunicación urbana de peaje, la superficie de rodamiento estará distribuida en tres tramos (www.contraloria.df.gob.mx):

- El primero de Avenida Centenario a Calzada de Las Águilas con una longitud de 1357 kilómetros, un puente intermedio de 270 metros y un túnel de 22 metros; para atender la demanda actual y futura, contará con una sección transversal que albergue 2 arroyos de 10.50 metros distribuido en 3 carriles con ancho de 3.50 metros por arroyo

- El segundo de Calzada de Las Águilas a Avenida Las Torres, con una longitud de 356 metros, 400 metros en dos puentes y 651 metros en dos tramos con solución en dos túneles; este tramo tendrá las mismas características del tramo anterior, diseñado con 2 arroyos de 10.50 metros y conformado para 3 carriles de un ancho de 3.50 metros cada uno

- El tercero y último de Avenida Las Torres a Avenida Luis Cabrera con longitud de 347 metros, un puente de 60 metros y 2 túneles, el primero de 647 metros y el segundo de 970 metros; mantendrá la misma sección transversal, excepto en la solución constructiva tipo túnel, que cambia a dos secciones (túneles gemelos) de 7 metros de arroyo para 2 carriles de circulación de 3.5 metros cada uno con un gálibo vertical de 6.16 metros

El flujo vehicular de este sistema vial será descargado en Avenida Luis Cabrera a la altura de San Jerónimo en dos carriles por sentido con posibilidades de efectuar adecuaciones geométricas, incrementar los dispositivos de control de tránsito y mejorar la estructura del pavimento en la conexión de Avenida Luis Cabrera y Avenida San Jerónimo hasta el entronque con el Anillo Periférico en una longitud estimada de 2 kilómetros, para efectos de eficientar la operación vial que permita la circulación continua desde Avenida Centenario, integrando a su vez por necesidad de la topografía de la zona, dos puentes, uno en Calle Magnolia y otro en su entronque con el Periférico Boulevard Adolfo Ruíz Cortines.

La construcción de este sistema logrará ordenar la circulación de más de 4 millones de vehículos que hoy en día circulan a una velocidad promedio de 20 kilómetros por hora, en horas de mayor demanda, logrando así, solucionar la demanda de infraestructura vial de la zona.

Figura 2.6 Sistema Vial de Puentes, Túneles y Distribuidores Sur Poniente de la Ciudad de México (www.autopistaurbana.mx/)

En cuanto al proyecto de la “Vialidad Elevada Anillo Periférico Norte”, beneficiará a la Delegación en el tramo que va de la Avenida Observatorio a la Avenida San Antonio (Figura 2.7). La obra contendrá seis carriles, tres por sentido. Esta obra aún no ha iniciado.

Figura 2.7 Vialidad Elevada Anillo Periférico Norte (www.autopistaurbana.mx/).

2.3 Suelo de Conservación

La principal función de un Área Natural Protegida es la protección y conservación de recursos naturales de importancia especial, ya sean especies de fauna o flora que se encuentran catalogados en algún estatus de riesgo (raras, amenazadas, endémicas, en

peligro de extinción) o bien de ecosistemas representativos a nivel local, regional, país e incluso internacionalmente.

Adicionalmente a su función de conservación, generan al igual que otros terrenos del área rural del D.F., diversos servicios ambientales tales como recarga de mantos acuíferos, captura de CO_2 y partículas suspendidas; oportunidades de recreación, entre otras.
Generalmente las Áreas Naturales Protegidas se encuentran sujetas a constantes afectaciones, que son provocadas principalmente por el hombre:

- Invasiones por asentamientos irregulares.
- Eliminación de vegetación natural para establecer cultivos agrícolas.
- Tala clandestina.
- Aprovechamiento sin control de plantas, tierra y agua.
- Incendios.
- Contaminación con residuos sólidos y líquidos (desagües, basura, cascajo).

La superficie de bosque en la Delegación Álvaro Obregón está constituida por: 209.8 hectáreas de suelo cultivado y por 1,475.6 hectáreas de bosque de coníferas.
Las Áreas Naturales Protegidas o suelo de conservación que corresponden a esta demarcación son **El Desierto de los Leones y el Bosque de Lomas de Padierna.**

Dentro del Área Natural Protegida del Desierto de los Leones, se observan dos tipos de zonas:

La zona del Desierto de los Leones, está compuesta por áreas ocupadas por bosque, áreas de matorral y áreas deforestadas. En esta área el bosque presenta problemas de saneamiento y aunque no ha sufrido invasiones de la población, sí se han notado alteraciones en su masa vegetal por presencia de zonas deforestadas y arbolado enfermo.

La zona colindante al Desierto de los Leones presenta fuertes presiones al norte por la presencia y el avance tanto de asentamientos como de los terrenos agrícolas los cuales eran matorral o bosque. Ésta zona se ha compuesto por áreas ocupadas de bosque denso, por matorral, por zonas agrícolas y por zonas deforestadas.

La localización geográfica del Desierto de los Leones es la siguiente: 19°19’ latitud norte y 99°19’ longitud oeste.

Por otra parte el área protegida de Lomas de Padierna se ubica a 19°19’ latitud norte y 99°15’ longitud oeste. Ésta Área Natural Protegida cuenta con 670 hectáreas.

La zona ocupada por suelo de conservación de la Delegación Álvaro Obregón (Figura 2.8) forma parte de la de Sierra de las Cruces y se caracteriza por su alto índice de lluvias, lo que aunado al Sistema de Barrancas le confieren una gran importancia dentro del sistema hidrológico del Valle de México. Forma parte del Sistema Contreras-Desierto de los Leones, sus principales problemas son la pérdida de bosque por la expansión urbana en los asentamientos irregulares, lo cual reduce su capacidad generadora de oxígeno y la producción de partículas a la atmósfera derivado de la deforestación clandestina, el cambio de uso de suelo: de bosque a zona agrícola, lo que conlleva al agotamiento y erosión del suelo.

Desafortunadamente aún se siguen formando asentamientos humanos no planificados que concentran dentro de su proceso de vida y expansión no sólo amenazas contra su bienestar y patrimonio potenciado por las distintas vulnerabilidades de orden socio-económico sino también graves daños al Medio Ambiente en particular a las Áreas Naturales Protegidas, las cuales son presa de la ocupación humana.

La zona de Suelo de Conservación donde se ha visto el crecimiento poblacional más alto en la Delegación en los últimos 15 años con un valor del 3.2%, se concentra en su mayor parte en el poblado Rural de San Bartolo Ameyalco, sus zonas periféricas y algunos asentamientos humanos como son Tlacoyaque, Paraje Caballito. Esto a consecuencia de los escasos espacios adecuados y accesibles (económicamente) para el establecimiento de vivienda, llevando a que la población se vea obligada a la ocupación ilegal del suelo de conservación.

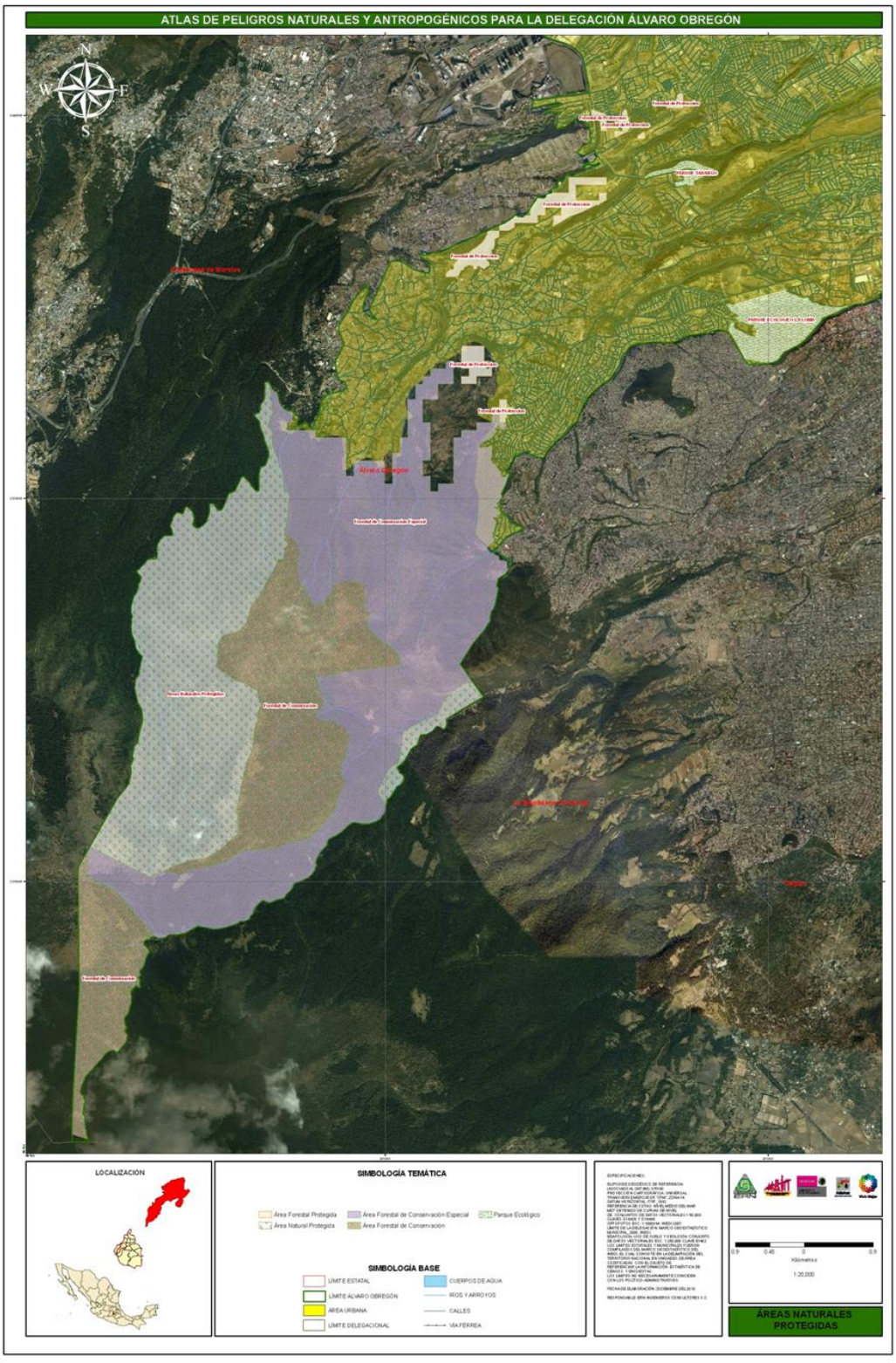


Figura 2.8 Áreas Naturales Protegidas en la Delegación Álvaro Obregón.

3. Caracterización de los elementos del medio natural

3.1 Fisiografía

La Cuenca de México, desde un contexto regional, se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico Transmexicano, el cual debe su origen a la actividad tectónica entre la Placa de Cocos que se introduce por debajo de la Placa Norteamericana (movimiento de subducción), esto en el Océano Pacífico. Dichos procesos endógenos tuvieron un desarrollo en el Pleistoceno-Holoceno, ya que fue aquí donde se generó el vulcanismo joven que se ubica a lo largo de la provincia y que también repercutió en la morfología de la Cuenca de México.

El relieve del Sistema Neovolcánico Transmexicano consiste en una serie de planicies de formas escalonadas que se extienden desde cerca de las costas de Colima y Nayarit hasta la región de los volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote, en el Estado de Veracruz, aunque geológicamente se extiende hasta las costas del Golfo de México (Lugo-Hubp, 1990).

La diversidad de los procesos exógenos en toda ésta gran provincia se ponen de manifiesto en la generación de valles fluviales, glaciares, que son formas típicas del periodo Plio-Cuaternario. Existió un gran desarrollo de las redes fluviales, lo que propicio la evolución y crecimiento de barrancos, asimismo de todos los tipos de procesos de laderas y procesos periglaciares, íntimamente relacionados y condicionados por la actividad volcánica joven.

La Sierra de las Cruces, delimita a las cuencas de Toluca y México. Las estructuras profundas de esta última son semejantes a una depresión sinclinal con un relleno de 2 000 m de rocas volcánicas terciarias que incluyen, incluso, el Eoceno, por debajo de las cuales están presentes anhidritas y conglomerados de la misma época y del Paleoceno (Oviedo de León, 1970).

La Delegación Álvaro Obregón se ubica dentro de la subprovincia denominada Lagos y Volcanes del Anáhuac, su sistema a su vez está dividido en dos grandes topoformas, las cuales se dividen así de acuerdo a sus características topográficas. Las topoformas que predominan en el área de estudio son: Sierra Volcánica de laderas escarpadas y Lomerio con Cañadas. La Figura 3.1 muestra el mapa topográfico del área de estudio.

3.2 Hidrología

La zona de estudio se localiza en la subprovincia fisiográfica de lagos y volcanes del Anáhuac y ésta a su vez en la provincia del Eje Volcánico Transmexicano (Demant, 1978), esta superficie forma parte de las regiones hidrológicas 26 y 12 denominadas Pánuco y Lerma-Chapala-Santiago respectivamente. La región hidrológica 26 se genera en ésta región y se extiende por la parte alta del Río Pánuco perteneciente a la cuenca del Río Moctezuma, donde las manifestaciones naturales de agua superficial más notable es la subcuenca del Lago de Texcoco y Zumpango.

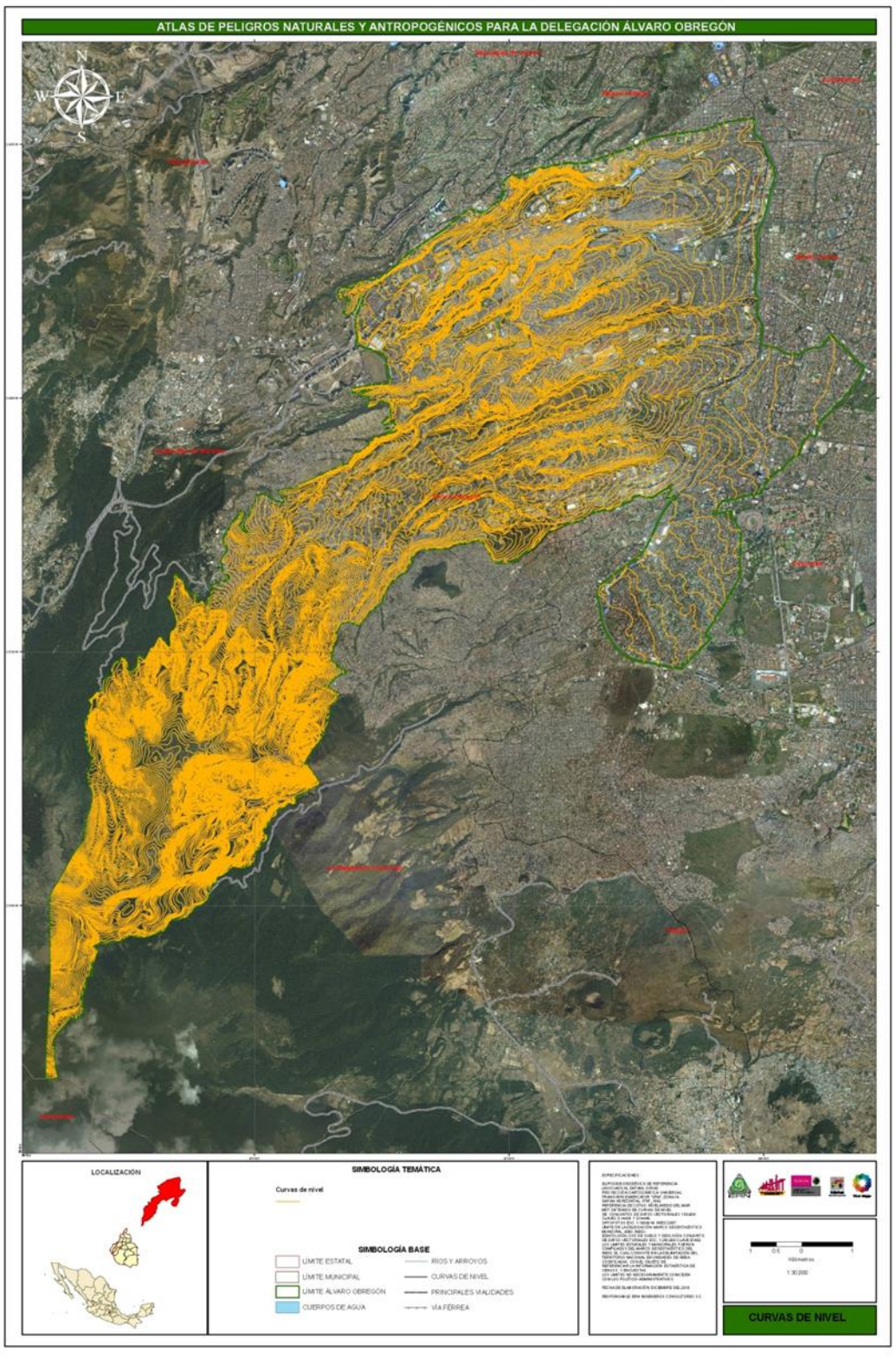


Figura 3.1 Curvas de nivel del área de estudio.

La región Hidrológica 12 se inicia en las Sierras que rodean al valle de Toluca donde nace el Río Lerma el cual escurre en dirección noreste, ésta región corresponde al alto Lerma y

pertenece a la cuenca Río Lerma-Toluca. El suelo permanece húmedo de 8 a 10 meses del año, el mayor grado de humedad se ubica en la cumbre de la sierra y disminuye hacia la llanura.

La Sierra de las Cruces presenta un patrón de drenaje dendrítico radial, el cual está controlado por la morfología así como por los factores estructurales que se presentan en la región (Figura 3.2). El coeficiente de escurrimiento dado es del orden de 5 a 20%, que va desde la planicie hasta las faldas de la sierra y el cual equivale de 20 a 500 mm.

El sistema hidrológico actual de la Delegación Álvaro Obregón consta de ocho subcuencas fluviales correspondientes a los ríos Texcalatlaco, Becerra, Tacubaya, Tarango, Mixcoac, Tequilazco, Tetelpan y Magdalena.

3.3 Edafología

De acuerdo con la información delegacional, en la entidad predominan tres tipos de suelo (Figura 3.3):

1) Phaeozem hápico y lúvico: cubre 53.8% del territorio delegacional; es un suelo que presenta una secuencia normal en sus horizontes, con un espesor máximo de 100 cm, se localiza entre 2 500 y 3 000 m de altitud.

2) Litosoles hápicos: son de origen volcánico rocoso con un espesor máximo de 30 cm; cubren 28.8% de la Delegación, se localizan entre los 2 300 y los 2 500 m s.n.m.

3) Andosoles: ocupan 21.5% del suelo de la delegación; son ricos en materiales volcánicos, con horizontes superficiales oscuros, tienen un espesor máximo de 50 cm. Su textura es media y se localizan entre los 3 000 y 3 800 m s.n.m. correspondiendo con las partes más altas de delegación.

En menor medida existe Regosol éutrico, el cual ocupa 1.9% de la extensión delegacional. Son suelos de origen volcánico o de procesos de acumulación eolítica, poco compactos, tienen un espesor máximo de 30 cm de profundidad y presentan textura gruesa y de color café.

3.4 Clima

Los climas lluviosos se concentran en la zona suroeste del Distrito Federal, este patrón de lluvia se debe a la influencia de los vientos alisios, que originan las lluvias de verano y que representan una dirección dominante noroeste-suroeste (INEGI, 2002). Lo anterior se combina con la configuración orográfica, de tal manera que la Sierra de las Cruces genera condiciones propicias para que allí ocurra una mayor precipitación.

Figura 3.2 Hidrografía de la Delegación Álvaro Obregón.

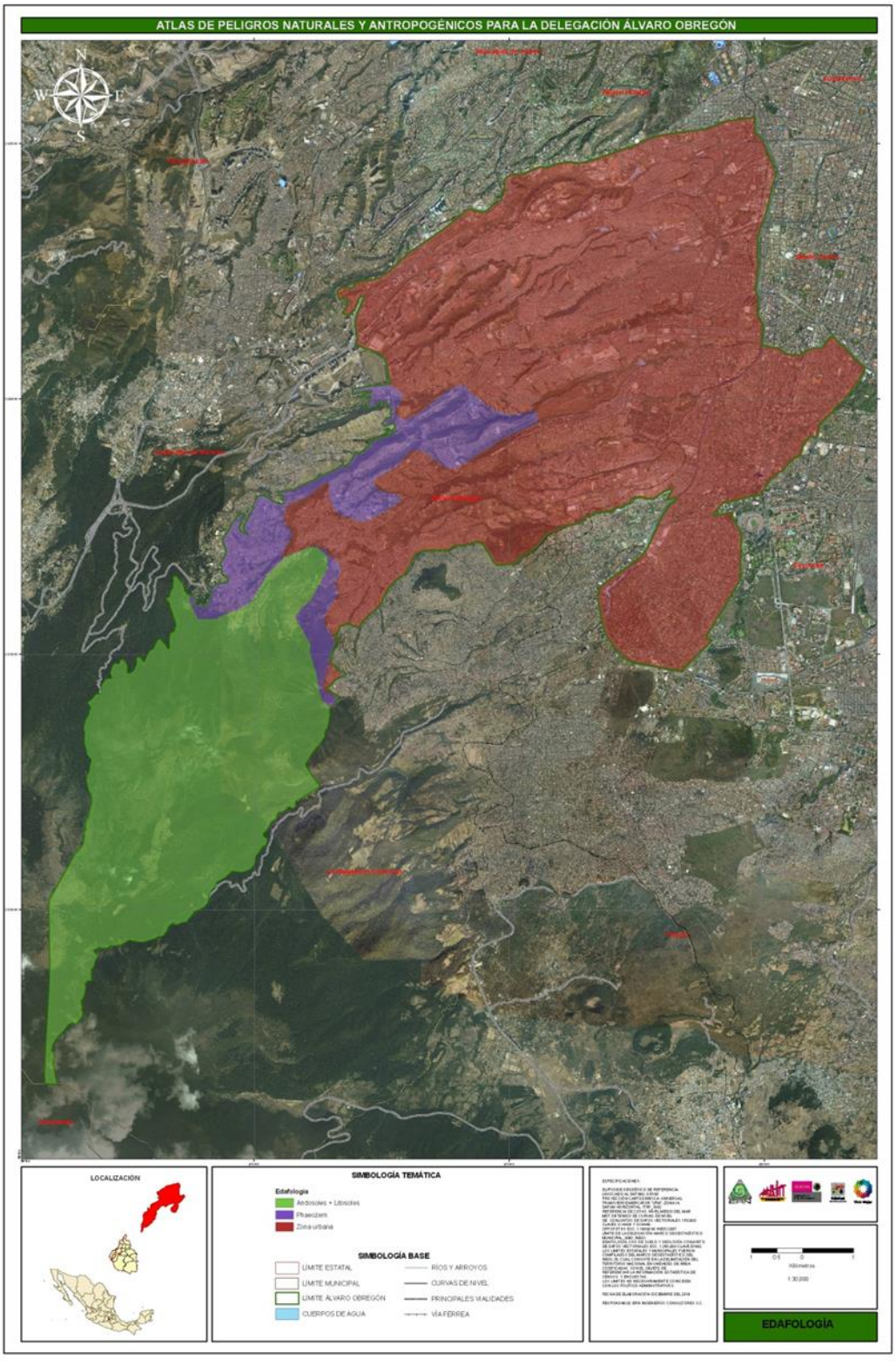


Figura 3.3 Edafología de la Delegación Álvaro Obregón.

La precipitación anual máxima corresponde a los meses de junio a septiembre y la mínima, en los meses de noviembre febrero. En el área de estudio el clima predominante

es el templado, con variaciones notables debido a bruscos cambios altitudinales que en ella se presentan, por lo que podemos dividir la variación del clima en tres zonas principales: baja, intermedia, alta.

En la parte baja (hasta los 2 410 msnm), el clima es templado-subhumedo. La temperatura media anual varía de 14.9ºC a 17.1ºC durante los meses de abril a junio; la temperatura mínima se da en los meses de diciembre a febrero y alcanza los 10ºC, con una precipitación promedio de 764.6 mm anuales.

En el área intermedia, hasta los 3 100 msnm, el clima se sigue considerando templado-subhumedo. La temperatura media anual es de 15.5ºC y la máxima de 17ºC para los meses de abril a junio; las temperaturas mínimas se presentan de diciembre a febrero y alcanzan los 13.2ºC. La precipitación promedio es de 937.3 mm anuales.

En la parte alta, la cual se ubica hacia el sur, el clima deja de ser templado para convertirse en un clima semifrío-subhumedo. La temperatura media anual es de 10.7ºC, la máxima se presenta en los meses de abril a junio y alcanza los 12ºC; y la mínima es de 8.1ºC, con una precipitación promedio de 1276.3 mm anuales.

La Figura 3.4 muestra la distribución de temperaturas en la zona de estudio.

3.5 Marco geológico regional

3.5.1 Cinturón Volcánico Transmexicano

El área de estudio de localiza desde un contexto geológico regional dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM), el cual es considerado un arco volcánico continental con una edad que va del Mioceno al reciente (Ferrari, 2000; García-Palomo *et al.,* 2000; Gómez-Tuena y Carrasco-Núñez, 2000; García Palomo, 2002). El CVTM está conformado por más de 8000 edificios volcánicos y algunos cuerpos intrusivos, por lo que se encuentran rocas basálticas, andesíticas hasta graníticas con edades desde el Mioceno Medio (García-Palomo *et al., 2*000). Posteriormente, el vulcanismo se aleja de la trinchera y forma estratovolcanes y conos de lava con edades que varían entre ~13 y 10 Ma, entre los que destacan dentro de la cuenca de México la Sierra de Guadalupe y varios centros volcánicos al noroeste de la cuenca (Carrasco-Núñez *et al.*, 1989). Este complejo se extiende desde las costas del Pacífico, en San Blas, Nayarit y Bahía de Banderas, Jalisco, hasta las costas del Golfo de México en Palma Sola, Veracruz (Demant, 1978). La provincia tiene aproximadamente 1000 km de longitud y una amplitud irregular entre los 80 y 230 km (Figura 3.5).

Ocurrió una importante actividad durante el Plioceno (Mooser *et al.,* 1992; Mora Álvarez *et al.,* 1991, Osete *et al.,* 2000; Romero-Terán, 2001) conformada por extensos derrames de lava y domos de composición andesítica-dacitica y afinidad calcialcalina (Gunn and Mooser, 1970) los que se alternan con flujos piroclásticos de bloques y cenizas, flujos de detríticos, oleadas piroclásticas, depósitos de caída, flujos de pómez y lodo, así como repetidos colapsos que originaron depósitos de avalanchas de escombros.

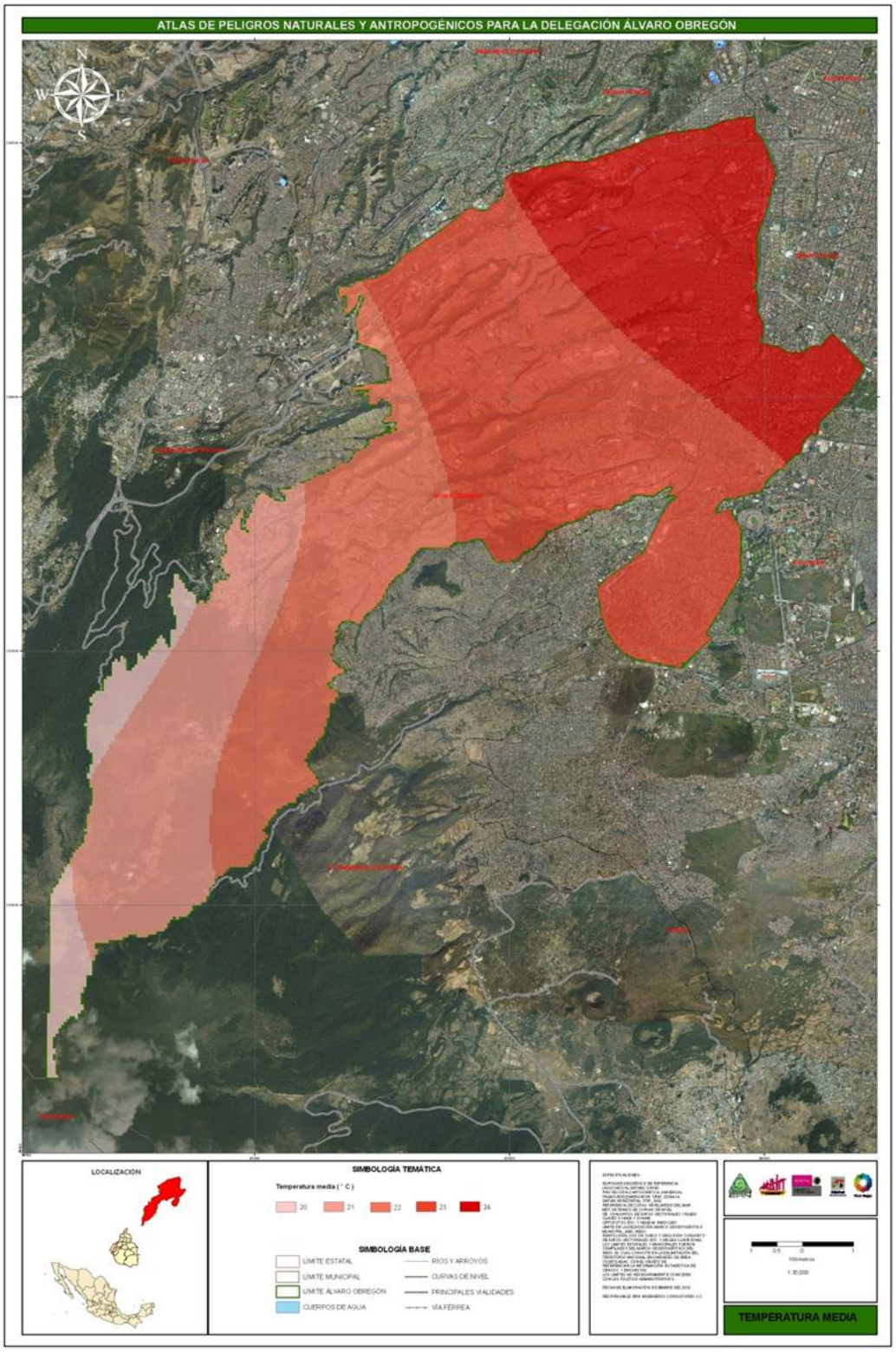


Figura 3.4 Temperatura media en la Delegación Álvaro Obregón.

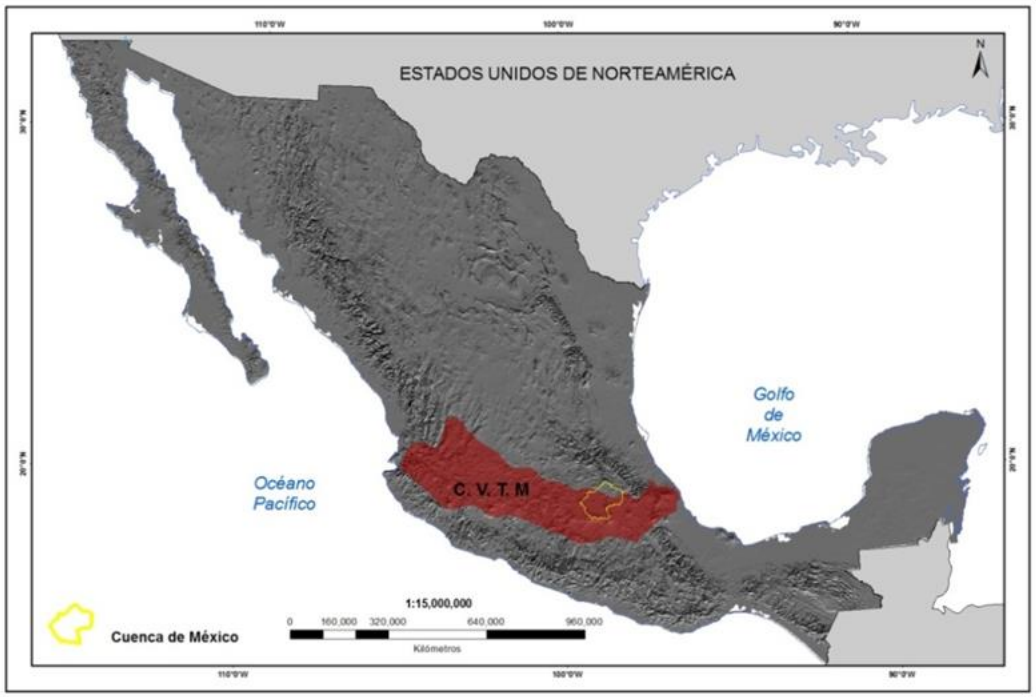


Figura 3.5 Localización del Cinturón Volcánico Transmexicano (Carlos-Valerio, 2010).

3.5.2 Cuenca de México

La Cuenca de México se localiza dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano, es una cuenca endorreica de forma irregular que posee un área aproximada de 9600 km², es controlada por una orientación preferencial NNE-SSW y su altitud varía entre los 2 240 y los 2 400 msnm (Figura 3.6). Está delimitada por varias cadenas volcánicas las cuales se mencionan a continuación: 1) al norte por la Sierra de Pachuca, con edad del Oligoceno superior y Mioceno. 2) al sur por el campo volcánico de Chichinautzin, el cual está constituido por volcanes monogenéticos del Pleistoceno Superior. 3) al oriente La Sierra Nevada, constituida por los volcanes Tláloc, Telapón e Iztaccíhuatl y el volcán activo Popocatépetl, la edad de ésta sierra va desde el Mioceno Superior hasta el Pleistoceno. 4) al oeste Sierra de las Cruces, la cual se conforma por edificios volcánicos, principalmente estratovolcanes, que tienen una orientación general N-S, se estima una edad que va desde el Mioceno Superior hasta el Pleistoceno. Sin embargo, dentro de la Cuenca de México existen dos sierras: la Sierra de Santa Catarina, del Pleistoceno Superior y que se localiza en la parte sureste así como la Sierra de Guadalupe, que se desarrollo en el Oligoceno Superior y Mioceno y que se ubica en la parte central de la Cuenca. Asimismo, el Cerro de Chapultepec, El Pino, Peñón de Márquez, el Peñón de los Baños y el Cerro de la Estrella se encuentran dentro de la misma. La cuenca de la Ciudad de México es una depresión tectónica con más de 2 km de profundidad cuya formación se remonta al Oligoceno o hasta al Eoceno (Ferrari *et al.*, 2003). La depresión está limitada al oeste por el Sistema de fallas de San Miguel de Allende y al sur por el sistema de fallas de La Pera-Tenango con orientación E-W (García-Palomo *et al.*, 2000; Ferrari *et al.*, 2003a), hasta el volcanismo monogenético de la Sierra Chichinautzin (Márquez *et al.*, 1999).

En la cuenca existen tres sistemas principales de fallas, con orientación N-S, NE y E-O (De Cserna, *et al*., 1988; Servicio Geológico Metropolitano, 2003), los cuales se han formado en diferentes tiempos, siendo el N-S el más antiguo y forma parte del sistema Basin and Range (Alaniz-Álvarez, *et al*., 1998); le sigue el sistema NE-SO, que pertenece al sistema de cizallamiento Tenochtitlan (De Cserna *et al*., 1988; García Palomo, 2002), el cual se considera como una zona de falla intracontinental. El más reciente, el sistema E-O, se genera por la deformación intraarco dentro de la parte central del CVTM (Suter *et al*., 2001). La secuencia estratigráfica de la Cuenca de México (Aguayo-Camargo *et al.,* 1990; Enciso-De la Vega, 1992) consiste de rocas volcánicas, depósitos aluviales, fluviales y lacustres del Terciario y del Cuaternario, que yacen discordantemente sobre las rocas calcáreas y calcáreoarcillosas del Cretácico. La distribución de las unidades volcánicas y de las sedimentarias es errática, tanto vertical como horizontalmente ya que los sedimentos fueron transportados de muy diversas fuentes, por lo que su textura, composición y ubicación son muy diversos, además de que están intercalados con los productos volcánicos, lo que hace más compleja la columna estratigráfica (SMMS, 1991).
Entre las rocas del Cretácico y las del Terciario, existe una gran discordancia (puesto que no hay evidencias de rocas del Paleoceno hasta el Eoceno medio) la cual está representada por los Grupos Morro y Balsas del Eoceno tardío y del Oligoceno, mismos que consisten de conglomerados rojizos intercalados con clastos calcáreos bien consolidados (Aguayo-Camargo *et al.,* 1990).

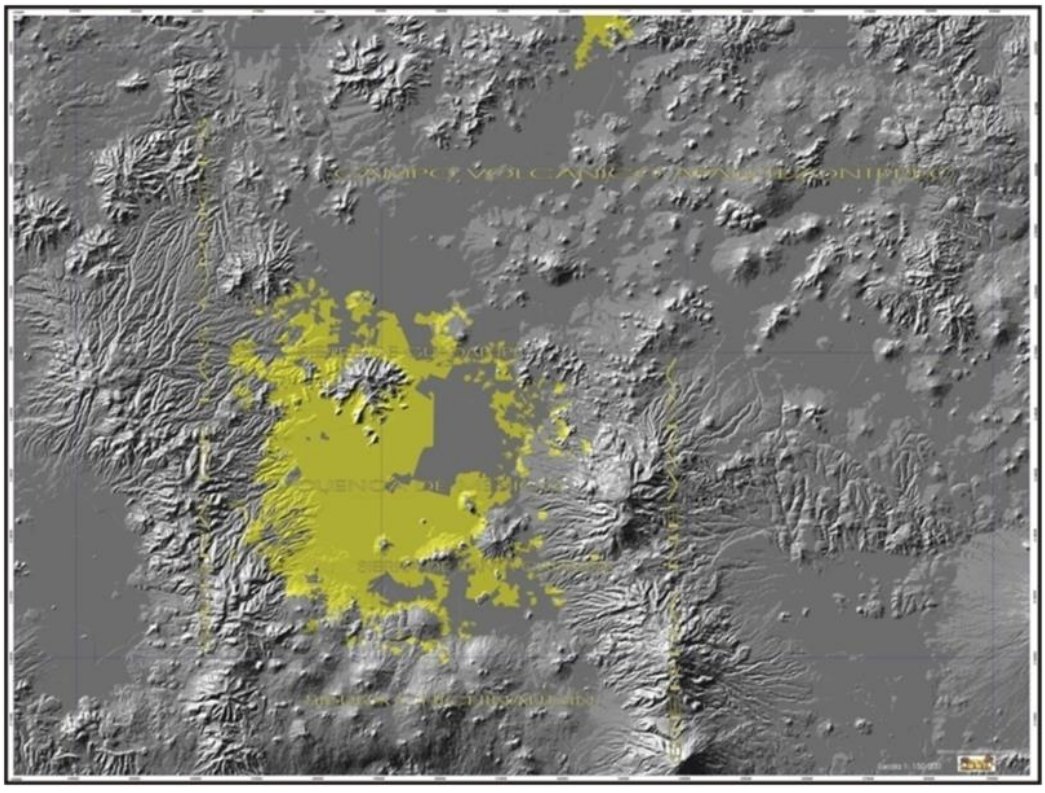


Figura 3.6 Modelo de relieve sombreado de la Cuenca de México, (Servicio Geológico Metropolitano, 2005).

3.6 Marco geológico local

3.6.1 Sierra de Las Cruces

La Sierra de las Cruces se ubica en la parte este del Cinturón Volcánico Transmexicano, representa un límite morfológico entre la cuenca de México y Toluca. Con respecto de la Ciudad de México la Sierra de las Cruces cubre el flanco occidental de la misma (Figura 3.7), con una orientación preferencial N-S.

El basamento de la Sierra de las Cruces está conformado por una variedad de rocas, al sur de la sierra y en las inmediaciones de la cuenca de México, sus productos yacen sobre calizas del Cretácico, o bien sobre rocas volcánicas de la secuencia máfica basal (Fries, 1960). Debido a lo anterior, la edad de la sierra de las Cruces se calculo de acuerdo a estudios radiométricos en edades que se ubican en el Plioceno y Pleistoceno debido a una intensa actividad volcánica, constituida por imponentes derrames de lava lo que generó domos de composición andesítico- dacítico (Gunn y Mooser, 1970). Se alternan con flujos piroclásticos de bloques y cenizas, flujos de pómez, oleadas piroclásticas, depósitos de caída, flujos de detritos y lodo, así como repetidos colapsos que originaron depósitos de avalanchas de escombros.

Rasgos Morfológicos

Este complejo volcánico tiene una altura aproximada de 3800 msnm. La distribución de las unidades litológicas así como la influencia tectónica, determinan los diversos patrones de la red de drenaje localizados a lo largo de toda la sierra, caracterizados por cauces paralelos entre sí y por arroyos con arreglos angulares y rectangulares.

Representa dos unidades morfológicas mayores: el relieve de montaña, ocupa la parte intermedia de la sierra y se trata de terrenos rocosos que se localizan a partir de los 2,950msnm, en las vertientes que se orientan hacia la cuenca de Toluca. Y la segunda se trata del piedemonte, esta es diferente en cada una de sus vertientes, lo cual tiene que ver con la altitud del nivel de base local: en la cuenca de México de 2,240 msnm, se encuentra a 160m por debajo de la de Toluca, éste rasgo se traduce en el desarrollo de rampas asimétricas (García-Palomo *et al.*, 2008).

El drenaje en el piedemonte presenta los diseños subparalelos y paralelos, en ambos casos son controlados, en mayor o en menor medida, por la morfología, la existencia de fallas y fracturas y el tipo de materiales.

La sierra está conformada por ocho estratovolcanes traslapados, que de sur a norte son: Zempoala (3,690 msnm), La Corona (3,770 msnm); San Miguel (3,870 msnm) con una edad que varía entre 0.68 a 1.79 Ma; Salazar (3,660 msnm); Chimalpa (3,420 msnm), con una edad de 2.8±0.15 a 3.04±0.25 Ma; Iturbide (3,620 msnm) con edades entre 38,590 ± 3,210 años y 2.90 ± 0.40 Ma; La Bufa (3,460 msnm); y La Catedral (3,780 msnm) con la edad más antigua que es de 3.71 ± 0.40 Ma. Esta distribución de edades está basada en edades radiométricas publicadas por diferentes autores (Mooser *et al.*, 1975; Mora-Álvarez *et al.*, 1991; Osete *et al.*, 2000; Romero- Terán, 2001).

Rasgos Estructurales

Se reconocen tres sistemas de fallas las cuales evidencian un dominio estructural N-S, NE-SW y finalmente el E-W (De Cserna *et al.,* 1988; García-Palomo *et al.,* 2008): Los tres sistemas han interactuado entre sí como fallas normales desde el Pleistoceno hasta el reciente, siendo estos los que controlan la morfología de la zona.

El sistema N-S representa al dominio estructural más antiguo el cual predomina en la zona norte de la sierra. El segundo sistema en orden geocronológico es el NE-SW, este predomina en la parte central de la sierra. Por último, el sistema de fallas E-W el cual corta de manera longitudinal a toda la sierra.

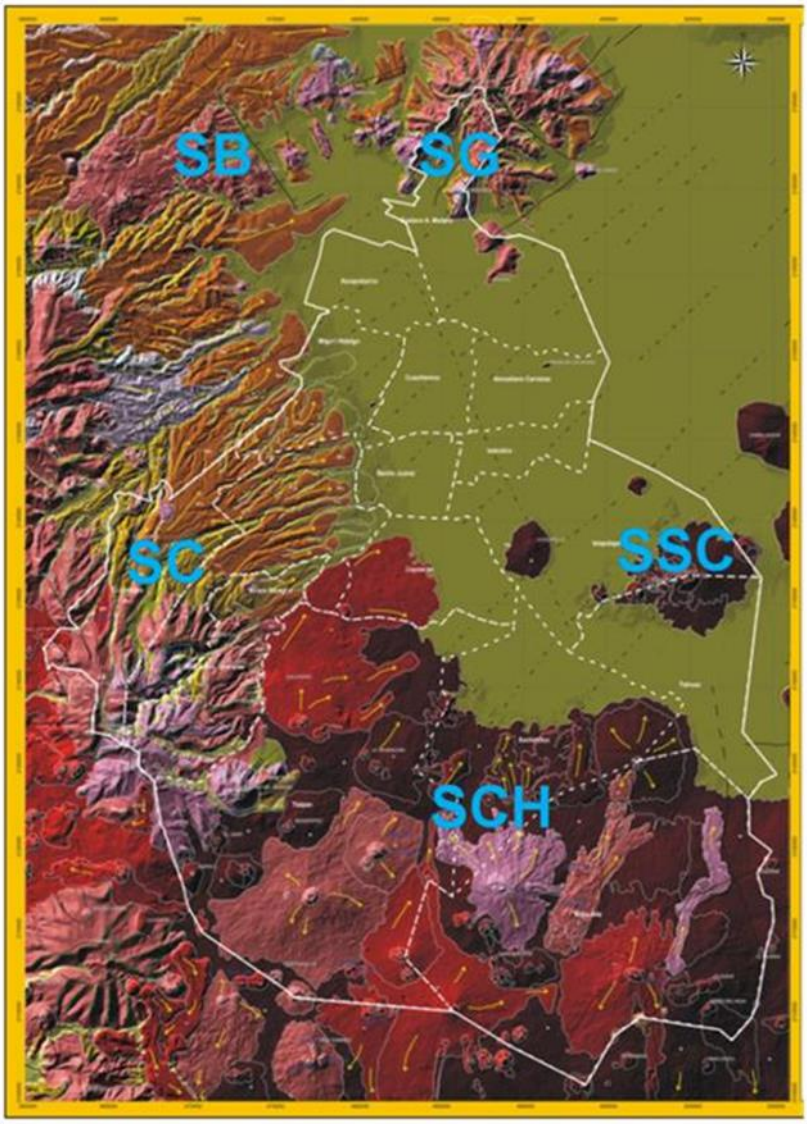


Figura 3.7 Mapa geológico de Distrito Federal (Servicio Geológico Metropolitano, 2005; Secretaría de Protección Civil, 2010). SG: Sierra de Guadalupe; SB: Sierra de Barrientos; SC: Sierra de las Cruces; SCH: Sierra de Chichinautzin; SSC: Sierra de Santa Catarina.

3.6.2 Delegación Álvaro Obregón

La Delegación Álvaro Obregón está ubicada en la porción centro-sur de la Sierra de las Cruces sobre los extensos contrafuertes que delimitan la parte occidental de la Ciudad de México, dentro de la demarcación están comprendidas las siguientes elevaciones: Cerro

de San Miguel, Cruz de Cólica, el Ocotal y Zacazontetla, asimismo está conformada por derrames de lava, flujos y derrames piroclásticos, lahares, conglomerados y diferentes tipos de suelos. Ésta litología es el producto de la actividad de cuerpos volcánicos extrusivos de diferentes dimensiones y composición magmática, así como por procesos erosivos generalmente de tipo fluvial.
La Delegación Álvaro Obregón se edifico sobre la secuencia andesítica – dacítica llamada Formación Xochitepec, la cual subyace a la Formación Las Cruces que se localiza en la parte S–SW del área de estudio, ésta se conforma por una serie de derrames de composición andesitico- dacítico con variación hasta riodacitas, Los cuales provienen del Cerro Zacazonteti, que es de composición andesitica y que está ubicado en el límite sur de la delegación, sus lavas invaden con dirección sur-norte a la demarcación. La denominada Formación Zempoala cubre la porción norte de la delegación con un flujo piroclástico de varias secuencias que fluyó con una dirección preferencial W-E, se generó en su mayoría por los eventos explosivos del Cerro Teopazulco representados por tobas andesíticas y posteriormente por flujos de lahares. En la parte NE de la delegación se encuentra la Formación Tarango la cual corresponde a depósitos piroclásticos arenosos, indicio del fin del gran vulcanismo de la región, y que en la zona de transición se interdigitan con depósitos de origen erosivo-fluvial. En la porción SE de la zona de estudio se presenta un vulcanismo basáltico, denominado Formación Jumento, este evento volcánico, que cubre una extensa área, proviene del Cerro Cuilotepec, con una dirección de flujo que va de sur a norte, siendo éste el más reciente con edades Cuaternarias. De acuerdo con (Mooser, 1956), la denominada Serie Basáltica Chichinautzin cubre parcialmente la porción sur de la Sierra de las Cruces y que probablemente cubran el extremo sur de la delegación.

3.6.3 Geomorfología de la Delegación Álvaro Obregón

La delegación se extiende desde la pequeña porción de lago que cubre en su extremo oriente a unos 2240 msnm, hasta las cumbres de la Sierra de las Cruces en su porción poniente a unos 3800 msnm. El relieve puede dividirse en tres regiones principales: Las laderas montañosas, El pie de monte y la planicie lacustre (Lugo-Hubp *et al*., 1995).

Las laderas montañosas son superficies de más de 15 grados de inclinación que generalmente se ubican a partir de los 2700 msnm. Están constituidas de roca volcánica de composición intermedia, con una cubierta de material piroclástico de espesor variable.

El contacto entre la zona de lomas y la zona de transición es claramente reconocible por el cambio de pendiente que va de los 15-30 grados a los 6-8 grados respectivamente, en esta parte de la delegación se ubican principalmente depósitos de caída, y en menor grado, acumulación de lahares y flujos de lodo, producto del arrastre fluvial.

El pie de monte está controlado por una serie de barrancos relativamente paralelos entre sí, pero de forma rectilínea-sinuosa, que vistos transversalmente y en sentido longitudinal, tienen una pendiente que va de 3 a 8 grados. Estos barrancos se han formado por una erosión remontante, lo que a su vez los divide en dos tipos: los mayores y los secundarios. Los mayores son paralelos, con corrientes permanentes y de formación antigua, están controlados por fallas (De Cerna *et al., 1*988; Mooser *et al*., 1992), y de acuerdo con éste último, los grandes barrancos como: Contreras, La Malinche, y Tacubaya, corresponden a dos grandes fallas que delimitan una fosa extendida hacia la planicie lacustre. En estos barrancos se ha desarrollado una superficie arbórea que frena

los procesos erosivos. Los barrancos secundarios suelen ser pequeños y poco profundos y con corrientes de temporada, estos se originaron en tiempos históricos debido a la deforestación, por lo que el crecimiento se da principalmente en época de lluvias.

La planicie constituye el nivel más bajo de la delegación esta zona a su vez se divide en tres tipos: inclinada, inclinación débil, la más baja.

La primera se presenta en el nivel inferior del piedemonte con una pendiente aproximada de 2 a 3 grados, entre los 2 280 y 2 260 msnm se originó por la acumulación volcánica y fluvial en la desembocadura de los arroyos. La inclinación débil va de los 0.5 a los 2 grados, entre los 2 250 y 2 260 msnm, se considera ésta zona como la transición del pie de monte a la zona lacustre más baja. Finalmente la zona denominada como la más baja representa una antigua área de acumulación de arroyos en su desembocadura en la ribera del lago, entre los 2 250 y 2 240 msnm.

3.7 Vegetación y uso de suelo

3.7.1 Vegetación

La vegetación está determinada por factores como el suelo, el agua y el clima. En la parte baja del territorio delegacional, consiste en arbustos y árboles que han sido sembrados en las áreas verdes o recreativas que rodean las zonas urbanizadas. En la zona media, entre los 2 500 y los 3 000 m se puede encontrar un bosque mesófilo de montaña que cubre buena parte de las laderas y cañadas de la Sierra de las Cruces. En esta área es característica la vegetación de abundantes epifitas, como los musgos, los helechos y trepadora leñosa.

Las especies arbóreas sobresalientes son el encino, el limoncillo y los pinares bajos, que en general crecen asociados, los pinos más comunes son los ocotes (Pinus moctezuma) y los Pinus Hartwegui estos últimos son los más resistentes a la condiciones climáticas, debido a la contaminación se presentan con poca densidad. En las elevaciones mayores a los 3,000 m se reconocen los bosques de coníferas, en los que predominan encinos y pinares que alcanzan alturas entre los 5 y 12 m. En el sur de la delegación se presentan pequeñas comunidades de bosques oyamel que no llegan a tener gran desarrollo. En la zona del Pedregal de San Ángel, la vegetación es muy diferente, aquí encontramos algunas comunidades vegetativas endémicas como el palo loco, el palo dulce y otras especies como el tabaquillo, los tepozanes y el copal.

3.7.2 Usos del Suelo

De acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano 1987 el uso de suelo predominante era el habitacional que representaba el 47.32% de la superficie delegacional; le seguía en magnitud el área de conservación ecológica con el 34.56%; el 3.78% se destinaba a equipamiento urbano; el 3.51% a usos mixtos, comercios y oficinas; el 9.93% se destinaba a áreas verdes y espacios abiertos y el 0.90% se dedicaba a uso industrial (Figura 3.8).

Zonas de Uso Habitacional

La Delegación cuenta con tres zonas habitacionales, las cuales se diferencian por factores como: su ubicación, densidad, calidad de los servicios urbanos y nivel socioeconómico.

Tipo residencial: unifamiliar de dos y tres niveles emplazada al sur de la delegación, las colonias involucradas en esta zona son: Axiomiatla, Las Águilas, Alpes, Pueblo de Tetelpan, Lomas de San Ángel Inn, Las Águilas, Olivar de los Padres y Jardines del Pedregal. Creadas en su inicio a través de la modalidad de fraccionamientos, actualmente presentan una tendencia hacia la redensificación.
Las viviendas de nivel medio unifamiliar y condominial con comercio básico, de dos y hasta cinco niveles comprende, entre otras, las colonias: Olivar del Conde, Colinas del Sur y Colinas de Tarango.
Las colonias ubicadas al oriente del Periférico: San Ángel, San Ángel Inn, Tlacopac, San Ángel, Chimalistac, Hacienda Guadalupe Chimalistac y Florida han frenado los cambios de uso del suelo conservando su carácter habitacional, debido a que cuentan con Zona Especial de Desarrollo Controlado, ahora Programa Parcial.

La vivienda ubicada al norte y poniente: del suelo urbano de la Delegación, se caracteriza por construcciones de uno y dos niveles, con dos a tres viviendas por lote, este uso se mezcla con talleres mecánicos, misceláneas, herrerías, microindustrias y comercio pequeño, además es la zona donde se presentan la mayoría de las viviendas deterioradas y las vecindades. Colonias representativas de este tipo de vivienda son: Acueducto, Hidalgo, 8 de Agosto, Lomas de Santo Domingo, Paraíso, Pólvora, Las Golondrinas, Presidentes y Liberación Proletaria. La vivienda de interés popular con densidades de más de 400 hab./ha. se ubica en colonias como Lomas de Becerra, Olivar del Conde, Santa Fe y Tetelpan. Así mismo, en ella se concentra la vivienda en riesgo por minas, oquedades y deslaves ya que la mayor parte de ellas se han construido de manera informal sin cumplir con los requerimientos de seguridad. Existe un déficit en equipamiento de salud, abasto, deportes, recreación y cultura.
Cabe señalar que el 30% de las zonas habitacionales al poniente del Periférico se ubican sobre áreas de riesgo por explotación de minas y con necesidad de mejoramiento vial.

Zonas de Uso Mixto

Estas áreas se localizan principalmente las llamadas zonas concentradoras de actividades comerciales y de servicios como Santa Fe, San Ángel y San Jerónimo donde el uso habitacional se mezcla con servicios, oficinas y comercios de nivel alto, que prestan servicios a nivel interdelegacional y metropolitano. La zona de San Ángel se caracteriza

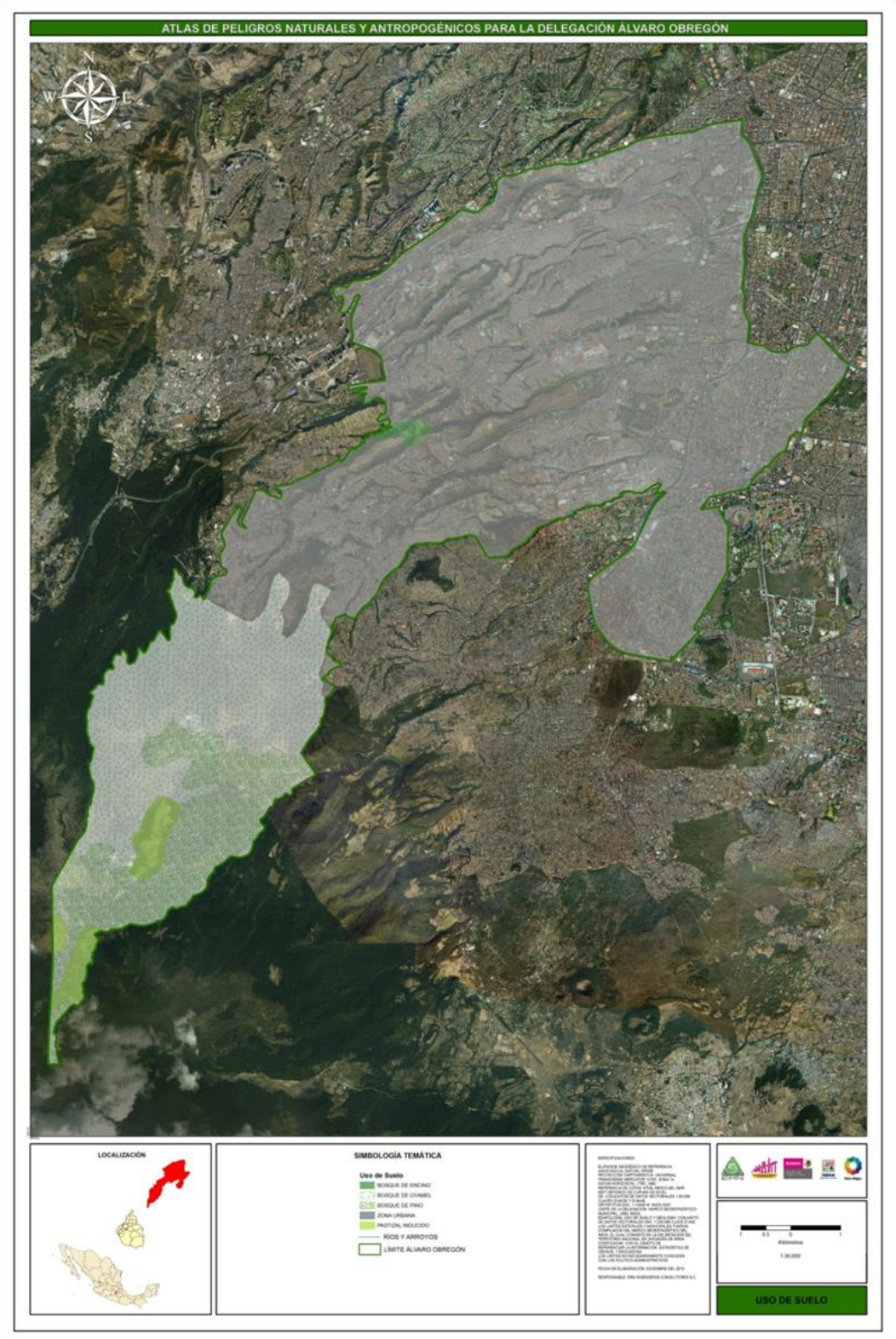


Figura 3.8 Uso de suelo de la Delegación Álvaro Obregón.

por tener una intensidad de construcción menor que la de las otras, debido a que cuenta con normatividad de zona histórica.

Otras zonas donde se concentra el uso mixto son en las vialidades primarias como Anillo Periférico, con comercio especializado y oficinas; Av. Revolución, con comercio y servicios; Av. de los Insurgentes, con comercio, oficinas y servicios; Av. de la Paz, con servicio y comercio; Av. Universidad y Miguel Ángel de Quevedo, con comercio y oficinas.

Zonas de Uso Industrial

Las áreas industriales ocupan 69.5 ha. aproximadamente, por su tipo destaca la que corresponde a la industria militar ubicada entre Av. Santa Lucía y Av. Constituyentes, con una área de amortiguamiento para caso de una contingencia.
De acuerdo con el Programa Parcial de 1987 se proponían usos industriales en las colonias Arvide y El Pocito, sin embargo las pocas industrias se concentran en la colonia Arvide. Por otro lado en la colonia Santo Domingo la industria mecánica automotriz se combina con bodegas, así mismo en las colonias Carola y Progreso, se ubican áreas subutilizadas o abandonadas, así como industria obsoleta o con bajo índice de ocupación.

Suelo Urbano

Ocupa principalmente el centro, norte y oriente de la superficie delegacional. Las áreas verdes presentes en esta zona son escasas y generalmente de pequeñas dimensiones; aunque también existen considerables extensiones de espacios abiertos, principalmente como barrancas, las cuales no se incluyen como áreas verdes, por su escaso o nulo componente vegetal. Ocupa el 78.06% de la superficie total.

3.8 Áreas Naturales Protegidas

Debido a que la delegación recibe altas precipitaciones pluviales (entre 1 000 y 1 200 mm anuales) sobre todo en sus partes altas, al sistema de barrancas y cañadas y a las elevaciones topográficas, se le considera una zona generadora de oxígeno y de recarga de los mantos acuíferos. La delegación presenta una topografía muy accidentada, asimismo, los suelos de horizontes promedio de 10 cm, son muy permeables, con escorrentías promedio del 5% al 10%. Cuenta con un sector de tierras bajas y relativamente planas que ha permitido el crecimiento de los asentamientos humanos. Los usos actuales que se encuentran en este territorio, aparte de los asentamientos son el Agrícola y Forestal, que abarca alrededor de 2 235 ha. ubicadas al surponiente de la delegación, entre las que destacan por su importancia la zona del Desierto de los Leones con 429 ha.

Dentro del área natural, se observan 2 tipos de zonas (Figura 3.9):

1) La zona del Desierto de los Leones: que corresponde al 21% y se compone por 3 tipos de zonas hacia su interior: a) áreas ocupadas por bosque en 184 ha., b) áreas de matorral con 155 ha. y c) áreas deforestadas con 90 ha. En esta área el bosque presenta problemas de saneamiento. En esta zona natural se observa que el área correspondiente al Desierto de los Leones no ha sufrido invasiones, pero se notan alteraciones en su masa vegetal por presencia de zonas deforestadas y arbolado enfermo.

2) La zona colindante al Desierto de los Leones: corresponde al 79% y representa 1 569 ha. Presenta fuertes presiones al norte por la presencia y el avance tanto de asentamientos como de los terrenos agrícolas los cuales eran matorral o bosque.

Presenta 1 100 ha. ocupadas por bosque denso, 180 ha. por matorral, 169 ha. por zonas agrícolas y 120 ha. por zonas deforestadas.

Por otro lado el Programa Parcial de Desarrollo Urbano 1987, clasificó como zona sujeta al Programa Parcial a la Barranca Tarango, con 378 ha. de superficie, las que se zonificaron entonces como áreas verdes. Éstas incluyen sectores arbolados de fuertes pendientes que coinciden con las depresiones de las barrancas y áreas erosionadas, ya que algunas fueron zonas de explotación de minas a cielo abierto y actualmente carecen de capa vegetal. Estas son zonas de alto riesgo y no pueden ser ocupadas para asentamientos humanos. Por otra parte las barrancas cumplen una función dentro del sistema hidrológico, esto es, permiten la infiltración del agua para la recarga de los mantos acuíferos y contiene importantes zonas arboladas que deberán mantenerse así. Esta barranca es hoy suelo de conservación. La declaratoria que determina la línea limítrofe entre el suelo urbano y el Suelo de Conservación publicada en el Diario Oficial el 30 de julio de 1987, se ratifica, por lo que la superficie con Suelo de Conservación es de 2 668 ha., que forman parte de la unidad ambiental más importante en cuanto a la generación de oxígeno y recarga de acuíferos, integrada por un sistema de barrancas y cañadas perteneciente al sistema Contreras-Desierto de los Leones.
La dinámica de expansión de los asentamientos en la periferia de los Poblados Rurales y en las zonas colindantes a la Línea de Conservación, se ha realizado a través de la tala del bosque, utilizando estos suelos en forma esporádica para uso agrícola y después para su subdivisión para ocupación por vivienda, tanto de ingreso bajo como medio. Estas zonas cubren aproximadamente unas 140 ha., ubicadas al surponiente del Poblado de San Bartolo Ameyalco. El área restante en el extremo sur de la delegación, está ocupada por bosque denso y abarca la parte superior de la Sierra de las Cruces.

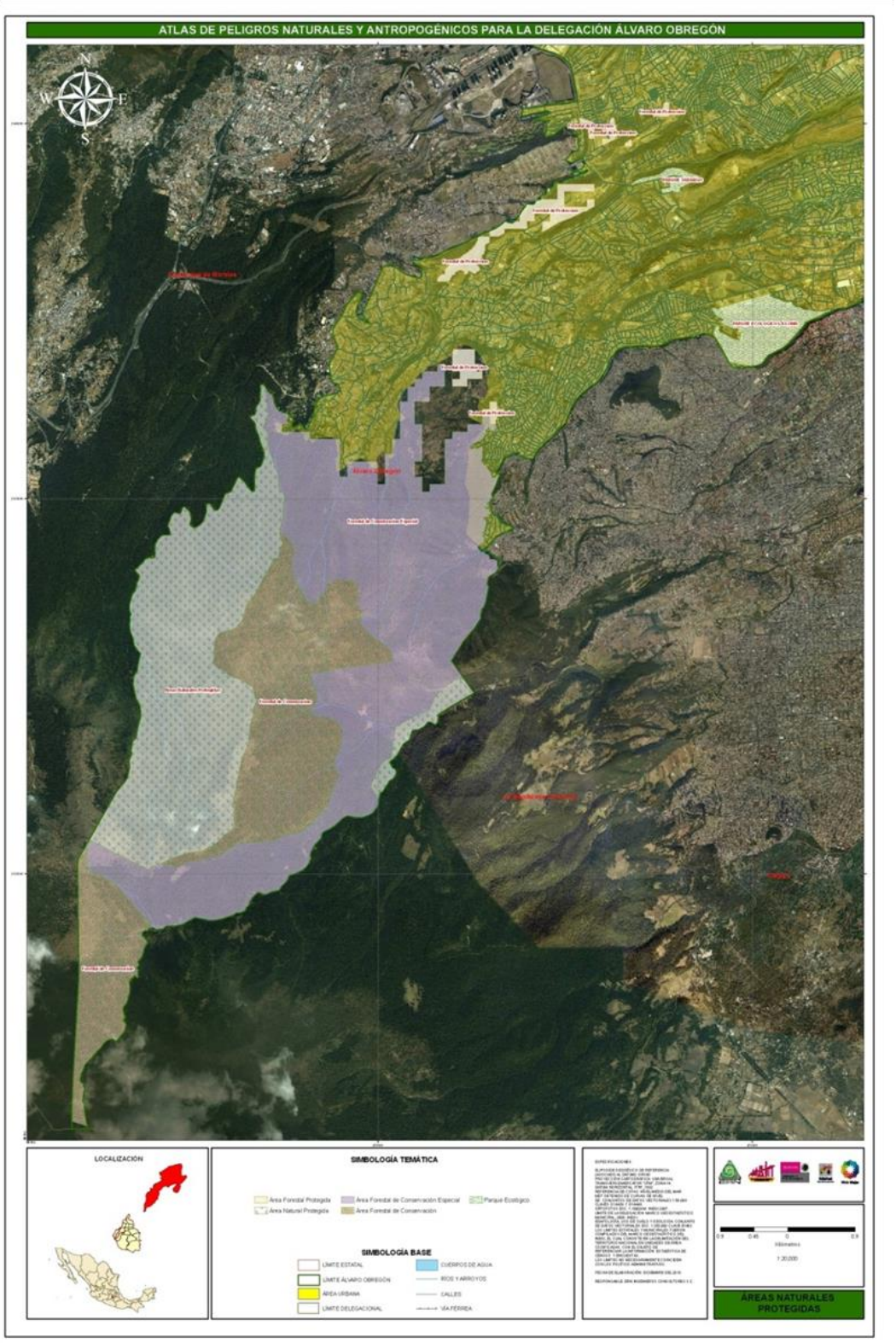


Figura 3.9 Áreas naturales protegidas de la Delegación Álvaro Obregón.

3.9 Problemática ambiental: grado de deterioro de los elementos del medio natural

La Delegación Álvaro Obregón desde un contexto regional, forma parte de la unidad ambiental a las que también pertenecen la Delegación Cuajimalpa y Magdalena Contreras debido a la similitud en sus características topográficas, de clima y vegetación principalmente, por lo que se les considera como una región generadora de altos niveles de oxigeno así como de recarga de los mantos acuíferos.

Debido a su ubicación geográfica la delegación cuenta con un clima idóneo para la concentración de humedad así como para el desarrollo de una vegetación abundante y con una distribución espacial de varias hectáreas, la cual permite que el clima sea considerado como Templado-Subhúmedo. Sin embargo, esta situación privilegiada se ve disminuida por la proliferación de prácticas de deforestación, que tienen como consecuencia la erosión, la pérdida de biomasa, además de que posteriormente se vuelven fuentes de contaminación debido a que éstas áreas son paulatinamente ocupadas por asentamientos irregulares, donde la falta de servicios básicos de infraestructura ocasiona que se generen residuos a cielo abierto. Todo ello ocasiona la pérdida de la capa vegetal, erosión y degradación del paisaje, emisión de partículas a la atmósfera y el azolve de los escurrimientos en las partes bajas. La problemática se presenta esencialmente en dos elementos que son fundamentales para la conservación y el equilibrio del medio ambiente: el agua y el suelo.

3.9.1 Contaminación del Agua

La Delegación Álvaro Obregón es atravesada en dirección SO-NE por 16 barrancos, en los que pasan corrientes fluviales menores, así como otras de mayor importancia debido a que presentan escurrimiento en todo el año como son el Río Tacubaya y Río Mixcoac. Estas características fisiográficas, en conjunto con la actividad antropogénica, generan una problemática de grandes dimensiones, ya que en la actualidad la gran mayoría de los ríos que corren principalmente en las barrancas, son receptores de descargas de agua residual proveniente de las colonias aledañas. Asimismo, otra actividad común es el uso de las barrancas como tiraderos clandestinos de basura, actividad que se concentra principalmente en la zona norponiente de la delegación. Este fenómeno social ha provocado severos focos de contaminación así como la paulatina contaminación de los acuíferos, debido a la infiltración de lixiviados. Se tienen identificadas dos zonas con la mayor afectación, las cuales son: la Cuenca del Río San Borja y la Cuenca del Río Becerra.

3.9.2 Contaminación del Suelo

El crecimiento desmedido y sin planeación de la mancha urbana dentro de la delegación, ha provocado que la invasión humana en las partes altas de la demarcación hoy sea una realidad, asentándose en zonas de barrancas y en las partes medias y altas de las montañas, zonas clasificadas como áreas verdes, de protección especial en materia forestal dentro del suelo de conservación, lo que condiciona y pone en peligro el equilibrio natural de los bosques y áreas de cultivo.

Para este caso, las barrancas suelen ser un factor determinante ya que lejos de constituir áreas verdes, están convertidas en fuentes de contaminación por el trato de tiradero que se les da aunado al poco mantenimiento en materia de recolección de basura, lo que provoca que el impacto ambiental sea aún mayor.

La erosión de los suelos facilita la contaminación de los mismos y posteriormente la infiltración de los contaminantes. Este fenómeno ocurre principalmente por los constantes cambios en la topografía de las barrancas debido a la acción antrópica que generan los asentamientos humanos, propiciando un predominio de la erosión remontante. De igual manera, estos procesos de urbanización ocasionan el exterminio de la cubierta vegetal en zonas boscosas. Estos cambios son progresivos e irreversibles, por lo que es indispensable tomar medidas para frenar el deterioro del suelo con el fin de restablecer el entorno natural y evitar posible eventualidades relacionadas con los peligros geológicos además de preservar el equilibrio ecológico.

3.10 Referencias

Aguayo-Camargo, J. E., Marín-Córdova, S., Sánchez-Díaz, F., 1990. Evolución Geológica de la Cuenca de México, Tópicos Geológicos de la Cuenca de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, p. 25-41.

Alaniz-Alvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., Ferrari, L., 1998. Effect of the strain rate on the distribution of monogenetic and polygenetic volcanism in the Transmexican Volcanic Belt, Geology, v. 26, p. 591-594.

Carrasco-Núñez, G., Milán, M., Verma, S.P., 1989. Geología del volcán El Zamorano, Estado de Querétaro: Universidad Nacional Autónoma de México: Instituto de Geología, Revista,v.8, p. 194-201.

Carlos-Valerio, V., 2010. Procesos de remoción en masa en rocas volcánicas, porción SO de la Cuenca de México. Tesis doctoral, Instituto de Geología, UNAM.

De Cserna, Z., De la Fuente, M., Palacios-Nieto, M., Triay, L., Mitre-Salazar, L., Mota-Palomino, R., 1988. Estructura geológica, gravimetría, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la Cuenca de México, Instituto de Geología, UNAM, Boletín num. 104, 71 p.

Demant, A., 1978. Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Instituto de Geología, UNAM, v. 2, num. 2, p. 172-187.

Enciso-De la Vega, S., 1992. Propuesta de nomenclatura estratigráfica, para la cuenca de México, Instituto de Geología, UNAM, v. 10, num. 1, p. 26-36.

Ferrari L., 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década. Boletín de la Sociedad Geologica Mexicana, Tomo LIII, No. 1, p. 84-92.

Ferrari L., Cosca M., Cardellach E., and Canals A., 2003. Ages of epithermal deposits in Mexico: Regional significance and links with the evolution of Tertiary volcanism. Economic Geology, v. 98, p. 1029-1037.

García-Palomo A., Macías J.L., Garduño, V.H., 2000. Mioceno to recent structural evolution of the Nevado de Toluca volcano región, Central México. Tectonophysics. Vol. 318, pp. 281-302.

García-Palomo, A., Macías, J. L., Tolson, J., Valdez, G., Mora, J.C., 2002. Volcanic Stratigraphy and Geological Evolution of the Apan Region, East-Central Sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt: Geofísica Internacional, v. 41 (2), p. 133-150.

García-Palomo A., Zamorano, J.J., López-Miguel, C., Carlos-Valerio, V., Ortega, R., Macías, J.L., 2008. El arreglo morfoestructural de la Sierra de las Cruces, México Central; Revista Mexicana de Ciencias Geológicas; v. 25; núm. 1; pp. 158-178.

Gómez-Tuena, A., Carrasco-Núñez, G., 2000. Cerro Grande Volcano: The evolution of a Miocene stratocone in the Early Transmexican Volcanic Belt: Tectonophysics, 318, 249-280.

Gunn, B. M., Mooser, F., 1971. Geochemistry of the volcanics of central Mexico, Bulletin of Volcanology, v. 34, p. 577-616.

INEGI, 2002. Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana.

Lugo-Hubp J., 1990. El relieve de la República Mexicana; Universidad Autónoma de México UNAM, Instituto de Geología, Revista, vol 9, núm. 1, pp. 82-111.

Lugo-Hubp, J., Cordero-Estrada, M., Zamorano-Orozco, 1995. Relieve, litología y riesgos en la zona urbana de la delegación Álvaro Obregón, Distrito Federal, México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Instituto de Geología, UNAM, v. 12, num. 1, p. 52-67.

Servicio Geológico Metropolitano, 2005. Mapa Geológico del Distrito Federal, Escala 1:75000. Instituto de Geología, UNAM.

Márquez, A., Verma, S., Anguita, F., Oyarzun, R., Brandle, J., 1999. Tectonics and volcanism of Sierra Chichinautzin: extension at the front of the Central Trans-Mexican Volcanic belt, Journal of Volcanology and Geothermal Research, num. 93, p. 125-150.

Mooser F., Nair A.E.M., Negendank J.F.W. 1956. Paleomagnetic investigations of Tertiary and Quaternary igneous rocks; VII, A paleomannetic anf petrologic study of volcanic of the Valley on México: Geologische Rundschau. Pp. 63, 451-483.

Mooser F. 1975. Historia Geológica de la Cuenca de México: Memorias de las obras de drenaje profundo del D.F. Tomo I, pp. 9-38.

Mooser F., Montiel. A., Zuñiga. A. 1992. Nuevo Mapa Geológico del sur poniente del Valle de México. Instituto de Investigaciones eléctricas (CFE).

Mora Alvarez G., Caballero C., Urrutia Fucugauchi J., Uchiumi S., 1991. Southward migration of continental volcanic activity in the sierra de Las Cruces, basin of México? A preliminary K- Ar dating and paleomagnetic study: Geofísisca Internacional 30(2), pp. 61-70.

Osete M.L., Ruíz-Martínez V.C., Caballero C., Galindo C., Urrutia Fucugauchi J., Tarling D.H., 2000. Southward migration continental volcanic activity of continental volcanic activity in the sierra de Las Cruces, basin of México? paleomagnetic and radiometric evidence: Tectonophysics. Pp. 318, 201-215.

Oviedo de León A., 1970. El conglomerado Texcoco, el posible origen de la Cuenca México. Rev. Inst. Méx. del Petróleo. v.2, núm.3 p. 5-20.

Romero-Terán E., 2001. Geología del Complejo Volcánico San Miguel al sur-poniente de la cuenca de México: México D.F. UNAM, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Tesis de Maestría. Pp. 63.

Secretaría de protección Civil, 2010.
http://www.proteccioncivil.df.gob.mx/mapas_sgm/mapas_sgm2.html

Servicio Geológico Metropolitano, 2003. Proyecto “Evaluación y zonificación de los peligros geológicos por deslizamiento en las laderas de la Sierra de Guadalupe, Estado de México”, Proyecto realizado para el Instituto de Protección Civil del Estado de México.

SMMS, 1991. El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del Valle de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Suter, M., López-Martínez, M., Quintero-Legorreta, O., Carrillo-Martínez, M., 2001. Quaternary intra-arc extension in the central Trans-Mexican volcanic belt, GSA Bull., num. 113 (6), p. 693-703.

4 CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1 Elementos sociales

Estructura urbana

En la distribución de la estructura urbana de la demarcación han influido tanto la topografía, como la distribución de sus asentamientos históricos, ésta se compone básicamente por la red vial principal, la cual se ubica en la parte superior de los terrenos que conforman las barrancas orientadas en sentido oriente-poniente. También han influido las vialidades norte-sur, las cuales se ubican solamente hacia la zona oriente, coincidiendo con la parte de llanura, en la cual la traza se organiza de forma ortogonal básicamente. Dentro de esta red vial, se encuentran gravitando los elementos que concentran actividades especializadas y usos mixtos, así como la serie de barrios y colonias con las características físicas representativas de su nivel de ingresos y valores ambientales (Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Álvaro Obregón, 1997).

Zonas habitacionales

En la Delegación las zonas habitacionales pueden clasificarse según su origen, características físicas y los servicios de los que disponen. Las principales zonas son las siguientes:

- Colonias ubicadas al poniente del Periférico, con valor patrimonial como: San Ángel, San Ángel Inn, Tlacopac, Chimalistac, Guadalupe Chimalistac, Florida, Tizapán, Ermita, Progreso, Barrio Loreto y entre otras, las primeras seis se caracterizan por tener construcciones de valor histórico y ambiental. Las colonias Guadalupe Inn, Florida y Pedregal de San Ángel tienen usos eminentemente habitacional unifamiliar de ingreso alto.

- Otro grupo lo integran las colonias ubicadas al sur de la Av. Santa Lucía como: Reacomodo, Olivar del Conde, Hogar y Redención, Colinas de Tarango, Colinas del Sur, Balcones de Ceguayo, Villa Progresista, Lomas de Tarango, Puente Colorado, Ponciano Arriaga, Garcimarrero, Las Águilas Ampliación, San Clemente, entre otras; estas colonias se ubican en la zona de barrancas y presentan diversos grados de riesgo, tanto por cavidades como por deslaves. Algunas de estas colonias surgieron como fraccionamientos eminentemente habitacionales, otras fueron

asentamientos irregulares que con el tiempo se han consolidado. Las colonias en donde se presenta una densidad mayor son: Balcones de Ceguayo, Olivar del Conde, Puerta Grande, Tepeaca, Las Águilas, Canutillo, Olivar de los Padres, Tetelpan, Merced Gómez, entre otras.

- Un tercer grupo de colonias lo integran aquellas que se ubican al norte de Santa Lucía como: Ampliación Las Golondrinas, Galeana, Jalalpa, La Cañada, Presidentes, La Presa, Barrio Norte, La Joya, Unidad Habitacional Santa Fe, Unidad Belem, Lomas de Becerra, Pueblo de Santa Lucía. El surgimiento de éstas se debió en su mayoría a asentamientos irregulares sobre zonas de alto riesgo. En esta zona se presentan las mayores densidades poblacionales de la Delegación.

Poblados rurales

Se cuenta con el poblado rural de San Bartolo Ameyalco, Axotla y Santa Rosa Xochiac (Figura 4.1), el primero de ellos se ubica más próximo a la línea de conservación y se encuentran unidos al resto de la estructura urbana a través de la Av. Desierto de los Leones.

Figura 4.1 **Poblado Rural. Santa Rosa Xochiac, Delegación Álvaro Obregón 2010.**

Centros de barrio

Son concentraciones de servicios y comercios de tipo básico, complementario a la vivienda, pudiendo concentrar todos o algunos de estos servicios: parques, jardines, iglesia, mercado o concentraciones comerciales, escuela, jardín de niños, en casos extremos sólo llegan a ser concentraciones comerciales.

Los centros de barrio de la Delegación se ubican en las siguientes colonias: Victoria 1a. Sección, Bonanza, La Mexicana, Ampliación La Cebada, Corpus

Christi, Tlayacapa, Tlacuitlapa, Presidentes, Torres de Mixcoac, Ampliación Las Águilas, El Tanque y Jardines del Pedregal.

Zonas concentradoras de actividades comerciales y de servicios

En los últimos años el uso de suelo de la Delegación se ha visto modificado, por la creación de zonas concentradoras de actividades comerciales y de servicios, estas son áreas que cuentan con todos los servicios de infraestructura y donde se ubican establecimientos cuyo giro es de servicios, oficinas, comercios y en algunos casos equipamiento de tipo metropolitano o delegacional. Las siguientes zonas albergan la mayor concentración de actividades de la administración pública, de equipamiento y servicios:

Santa Fe. Ubicada en la zona norte de la Delegación contiene servicios de tipo metropolitano, que atienden a la población del área poniente de la ciudad y de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Esta zona ha generado un cambio en el concepto de inversión inmobiliaria del Distrito Federal, ya que las mayores inversiones inmobiliarias de los últimos años se han ubicado ahí.

San Jerónimo. Otra de las zonas de mayor concentración de actividades y de servicios es la zona de San Jerónimo, ubicada entre el Eje 10 San Jerónimo y Calle de Canoa, actualmente concentra comercios y servicios especializados, predominando los servicios privados que atienden a la población de las colonias Jardines del Pedregal, Tizapán y la Unidad Independencia. La zona ha sido impactada en su imagen urbana por los problemas de congestionamiento vial, por la carencia de estacionamientos y áreas de ascenso y descenso de transporte público, así como la necesidad de consolidar áreas con baja intensidad de construcción.

San Ángel. Ubicada entre Av. de los Insurgentes y Av. Revolución, también concentra servicios y comercios que no sólo satisfacen las necesidades de los habitantes de la Delegación, sino también de Coyoacán, Tlalpan y toda la zona sur-poniente de la ciudad de México. El problema de esta zona es similar al de la zona de San Jerónimo, ya que la concentración de usos comerciales y de servicios ha contribuido al deterioro de la imagen urbano-arquitectónica de la zona patrimonial y presenta problemas de congestionamiento vial, falta de mobiliario urbano y deterioro del existente.

Las zonas concentradoras de servicios urbanos también se distribuyen a lo largo de ejes o corredores viales como son: Av. Revolución, Av. de los Insurgentes, Av. Universidad, Av. De la Paz, Miguel Ángel de Quevedo, Patriotismo y el Anillo Periférico; así como de la Carretera Federal México-Toluca y del Sistema de

Transporte Colectivo Metro. Los usos del suelo que presentan son de comercio especializado, oficinas, habitacional, equipamiento y servicios.

Zonas de uso industrial

En la Delegación las zonas de uso industrial ocupan 69.5 hectáreas aproximadamente, lo que significa el 0.9% de la superficie delegacional, y aunque no es una cifra significativa, por su tipo destacan las que corresponden al giro metal-mecánico y farmacéutico entre otras.

Las industrias instaladas dentro de la Delegación generan diversas emisiones al ambiente a través de gases, humos y polvos, que afectan el bienestar de la población ya que por falta de planificación se han instalado en áreas próximas a la zona industrial y que en la actualidad se han convertido en zonas de alta densidad poblacional.

Las industrias se concentran en las colonias de: San Pedro de los Pinos, Merced Gómez, Minas de Cristo, Las Águilas, Los Alpes, Olivar del Conde, Santa María Nonoalco, Bellavista, Piloto, Tlacopac, Tizapán y 8 de Agosto.

Otra zona caracterizada por su uso industrial es la que ocupa el depósito de combustible de Petróleos Mexicanos: "Terminal de Abastecimiento y Distribución Satélite Sur", ubicado en la Col. Lomas de Tarango, rodeada de zonas habitacionales de baja densidad.

Asentamientos irregulares

Los asentamientos irregulares en la Delegación, principalmente se han ubicado hacia el suelo de conservación y la zona de barrancas. En 1994 fueron ordenados 10 asentamientos irregulares en el suelo de conservación a través de zonas especiales de desarrollo controlado, sin embargo, éstos siguen existiendo en la periferia de los poblados rurales, en los límites de las áreas de conservación natural y en las zonas de barrancas (Figura 4.2 y Figura 4.3).

Figura 4.2 **Asentamientos Irregulares. Hogar y Redención, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Figura 4.3 **Asentamientos Irregulares, Ampliación Piloto, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Los asentamientos irregulares dentro de la Delegación, son una fuente de contaminación para el medio ambiente, ya que a falta de infraestructura de los servicios básicos, los habitantes desechan todos sus residuos a cielo abierto, contribuyendo a la pérdida de la capa vegetal con que cuenta el suelo, además de generar la erosión de éste. Aparte del daño que se genera al suelo, también se produce contaminación atmosférica a través de partículas (Figura 4.4 y Figura 4.5).

Figura 4.4 **Contaminación Ambiental. San Bartolo Ameyalco, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Figura 4.5 **Contaminación Ambiental. La Angostura, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

En la Barranca Mixcoac y en la Barranca Texcalatlaco en la parte del Parque La Loma, se tienen contabilizados 12 asentamientos irregulares con una superficie total de 144,820 m².

Sitios con contaminación de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos

Algunos procesos industriales ocasionan mayor impacto en el ambiente, ya que sus actividades generan residuos que tienen características físico-químicas y/o biológicas, que los hacen potencialmente peligrosos no solo para el medio ambiente sino también para el ser humano.

Desafortunadamente en México, en algunas ocasiones tales residuos al no ser tratados con los controles adecuados se encuentran al alcance de la población. Este hecho, más que una problemática de contaminación ambiental, constituye un severo riesgo para la salud pública.

Los residuos peligrosos causan severos efectos sobre la salud y aunque en la actualidad el riesgo es bajo, con el tiempo tiende a incrementar, puesto que los contaminantes son persistentes y tienden a migrar hacia los mantos acuíferos.

Las llamadas fuentes fijas o industrias son las que mayormente destacan en lo que se refiere a la contaminación por sustancias químicas peligrosas o por residuos químicos peligrosos, dado que algunas veces el giro de la industria involucra necesariamente el manejo y la generación de este tipo de sustancias, que al presentarse algún incidente de fuga o derrame, llevará a la contaminación ya sea del suelo, atmósfera o agua.

Industrias cementeras y metalúrgicas predominan en las colonias: Minas de Cristo, Ex-hacienda de Tarango, Lomas de Tarango, San Pedro de los Pinos, Alfonso XIII y Merced Gómez.

Por otro lado, la SEMARNAT en su listado de establecimientos que reportan emisiones y transferencias de contaminantes, ha publicado algunas industrias localizadas en la Delegación Álvaro Obregón, las cuales se encuentran en las colonias: Merced Gómez, Piloto, Bellavista, Olivar del Conde 1ª sección, Santa María Nonoalco y Tlacopac.

Infraestructura para servicios vitales

Agua Potable

Para el 2005 la Delegación contaba con servicios de agua potable y drenaje en la mayor parte de su territorio, a través de una red de 911 km de los cuales 69.62 km son de la red primaria y 841.39 de la red secundaria de distribución de agua potable.

Los dos sistemas de abastecimiento de agua potable en la Delegación son el Sistema Cutzamala con un caudal aproximado de 9.606 m^3/s y el Sistema Acueducto Lerma con un caudal aproximado de 3.898 m^3/s. Además se cuenta con 38 pozos profundos y 4 manantiales.

Con respecto a los manantiales en la Delegación se localizan en: Santa Fe, San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac, los cuales son fuentes naturales de abastecimiento que presentan excelente calidad del agua, pero debido a la sobreexplotación del acuífero y la disminución de la recarga natural, éstos tienden a desaparecer.

Drenaje

El drenaje en la Delegación se encuentra cubierto a través de 860.74 km en total, constituidos por 134.64 km de red primaria y 726.1 km de red secundaria. Además cuenta con 11 lumbreras distribuidas de norte a sur, a la altura de Periférico y Av. Revolución.

Actualmente todos los ríos que cruzan la Delegación, así como las barrancas son empleados como drenaje, la mayoría de estas corrientes se encuentran entubadas en sus cursos inferiores y conectados con la red primaria del drenaje de la Ciudad de México. La principal fuente de contaminación de los ríos es agua de origen domiciliario, en las cuales se encuentran altas concentraciones de materia orgánica, fecal, grasas y aceites (Figura 4.6). Otro problema que enfrenta este sistema es la abundancia de basura arrojada, provocando el azolvamiento de la red.

Figura 4.6 **Sistema de Drenaje. San Bartolo Ameyalco, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Energía eléctrica

Durante el 2005 el 98.2% de las viviendas contaban con el servicio de energía eléctrica lo que equivale a 175,359 unidades. La carencia de este servicio principalmente está ligada a la irregularidad en la contratación, debido a la

preferencia a colocar tomas clandestinas que llegan a representar un peligro para la población al tratarse de instalaciones que carecen de las medidas de seguridad y materiales adecuados. Dichas instalaciones principalmente se encuentran en las zonas conocidas como asentamientos irregulares en cuanto al uso del suelo.

En cuanto al servicio de alumbrado público, el censo del 2004 mostró que el número de luminarias que se encuentran instaladas en la Delegación Álvaro Obregón representa el 7.1% del total que existe en el Distrito Federal, en tanto, el número de habitantes por luminaria es de 28, es decir, se tiene un mayor número de habitantes por luminarias frente al promedio de 25, que hay en la ciudad. Asimismo, en esta demarcación se tienen 2.7 luminarias por hectárea.

Equipamiento y Servicios

Dentro de la Delegación se cuenta con diferentes elementos de equipamiento y servicios (Tabla 4.1), los cuales son indicadores del carácter metropolitano del lugar. Estos elementos se agrupan en culturales (teatros, museos, centros culturales, bibliotecas); de salud (hospitales del IMSS e ISSSTE, centros de salud); escuelas (preescolar, primarias, secundarias, bachilleratos, universidades) y espacios de recreación (centros deportivos, jardines, parques, viveros).

Tabla 4.1 **Equipamiento y servicios disponibles en la Delegación Álvaro Obregón.**

RUBRO	TIPO	CANTIDAD
EDUCACIÓN	PREESCOLAR	64
	PRIMARIAS	84
	SECUNDARIAS	20
	BACHILLERATO	11
	UNIVERSIDAD	11
CULTURA Y ESPACIOS DE CONCENTRACIÓN MASIVA	TEATROS	5
	MUSEOS Y CENTROS CULTURALES	16
	BIBLIOTECAS	24
	MERCADOS ESTABLECIDOS Y CENTROS COMERCIALES	27
	MERCADOS RODANTES, TIANGUIS Y CONCENTRACIONES	20
	TEMPLOS	119
	CENTROS DE DESARROLLO COMUNITARIO	30
ÁREAS DEPORTIVAS, VERDES Y ESPACIOS ABIERTOS	CENTROS DEPORTIVOS Y PARQUES	21

Indicadores de marginalidad

Los indicadores tomados en cuenta por el INEGI para determinar el nivel de marginalidad que existe en la Delegación Álvaro Obregón son: el porcentaje de analfabetismo, el porcentaje de viviendas sin drenaje, sin energía eléctrica, sin agua entubada y con pisos de tierra.

El porcentaje de marginación medido por el nivel de alfabetización y de la capacidad instalada del sistema de drenaje y excusados (Figura 4.7) en la delegación Álvaro Obregón se encuentra por encima del promedio de la Ciudad de México, lo que implica que se encuentran en una situación más precaria en comparación con el resto de la ciudad.

Las cifras de marginación en cuanto a los servicios de agua entubada, energía eléctrica y el tipo de piso que tienen las viviendas en la delegación Álvaro Obregón se encuentran por debajo de los registrados en el Distrito Federal (ver Tabla 4.2), indicando que el nivel de desarrollo social para la comunidad de la delegación en lo que se refiere a estos servicios, es mejor en comparación con otras zonas de la Ciudad de México.

Figura 4.7 **Zonas de Marginación. Lomas de la Hera, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Tabla 4.2 **Indicadores de marginalidad.**

Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2005, INEGI.

INDICADOR	DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN (%)	DISTRITO FEDERAL (%)
Analfabetismo (15 años o más)	2.8	2.6
Viviendas particulares sin drenaje ni excusados	1.6	1.5
Viviendas particulares sin energía eléctrica	1.4	1.8
Viviendas sin agua entubada	2.7	2.9

Viviendas particulares con piso de tierra	0.8	1.0

Colonias en la Delegación Álvaro Obregón que presentan niveles de marginación altos y muy altos

Conceptualizando a la marginación como un fenómeno estructural y multidimensional, el cual involucra el nivel de **educación, ingreso, bienes patrimoniales del hogar y vivienda,** el Atlas Socioeconómico y de Marginación para el D.F. publicado por la Coordinación de Planeación Territorial del Distrito Federal 2001-2003, mostró las colonias que presentaban alto y muy alto nivel de marginación en el Distrito Federal.

Para el caso de la demarcación Álvaro Obregón, las colonias que han sido señaladas por presentar niveles altos y muy altos de marginación son: Acueducto, El Desarrollo Urbano El Piru, Águilas Sección Hornos, Las Águilas Primera Sección, Arvide, La Araña, José María Pino Suárez y Politoco.

En la colonia Punta de Cehuayo la mayoría de la población se encuentra entre los niveles alto y muy alto de marginación. El 25% de la población aún no cuenta con agua entubada en su vivienda.

La Unidad Territorial que incluye las colonias: El Caballito, Lomas del Capulín, Tlacoyaque, es una de las zonas con mayor marginación en la Delegación, en parte debido a que se trata de una unidad formada como un asentamiento irregular, la cual ha invadido una porción de reserva ecológica. De las viviendas de esta unidad territorial, únicamente el 29% contaba con el servicio de agua entubada en el año en que se realizó el estudio.

La Unidad Territorial Dos Ríos, la cual incluye las colonias de Acuilotla, Ceguayo Cooperativa y Dos Ríos Ampliación, es otra de las unidades con niveles altos y muy altos de marginación.

Las Golondrinas 2da sección, Lomas de la Hera, El Tejocote, Lomas de Becerra, Valle Redondo, U.P.R.E.Z., Villa Progresista y Tlacuitlapa Ampliación II, se componen por zonas que fluctúan entre los niveles de marginalidad altos y muy altos.

Figura 4.8. **Zonas de Marginación. Lomas de la Hera, Delegación, Álvaro Obregón, 2010.**

Las colonias Tepalcapa y El Mirador se encuentran en nivel alto de marginación. La colonia de Sacramento ha sido clasificada en su totalidad como una colonia con población altamente marginada.

La colonia Pueblo San Bartolo Ameyalco se encuentra en niveles de marginación altos y muy altos, sólo el 62% de las viviendas cuentan con agua entubada.

El Pueblo de Santa Rosa Xochiac inició como un asentamiento irregular, por lo que su población aún se encuentra en niveles de marginación alto y muy alto, tan solo el 41% de la población cuenta con servicio de agua entubada, el 78% cuenta con servicio de drenaje.

Figura 4.9 **Zonas de Marginación. Santa Rosa Xochiac, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Torres de Potrero es otra de las colonias en las cuales los niveles de marginación son altos y muy altos en la mayor parte del territorio, sólo el 68% de la población cuenta con agua entubada y el 82% cuenta con servicio de drenaje (Figura 4.10).

Figura 4.10 **Deficiencia en el sistema de drenaje. Torres de Potrero, Delegación Álvaro Obregón, 2010.**

Cabe destacar el caso de la Colonia Lomas de San Ángel Inn, ya que esta zona se encuentra clasificada con un nivel de marginalidad muy bajo, sin embargo se ha formado un asentamiento irregular en la franja que rodea al ferrocarril de Cuernavaca, lo que implica que carezca de la totalidad de los servicios y sea clasificada esa parte como de muy alto nivel de marginalidad.

En sentido contrario, entre las colonias que presentan niveles de muy baja marginación se encuentran: Altavista, San Ángel, Lomas de San Ángel Inn, Jardines del Pedregal, Chimalistac, Loreto, Lomas de Plateros, Lomas de Tarango y Adolfo López Mateos.

4.2 Elementos económicos

La demarcación cuenta con suelo de conservación, sin embargo prácticamente no ofrece fuentes de empleo en el sector primario, debido a que el suelo tiene un uso predominantemente forestal y no existe actividad agropecuaria.

La información recientemente publicada en el Censo Económico del INEGI 2009, mostró que los tres principales sectores en lo que se refiere a unidades económicas dentro de la Delegación Álvaro Obregón son:

- Comercio
- Servicios
- Industria manufacturera

La actividad predominante es el comercio con 8,915 unidades económicas, lo que es igual al 49.97% del total de establecimientos de la demarcación. Le sigue el sector servicios con 7,251 unidades económicas siendo el 40.64% y en tercer lugar se encuentra la industria manufacturera con 1,452 establecimientos, equivalente al 8.13%.

A su vez el sector servicios ocupa también el primer lugar en cuanto a personal ocupado, la cifra fue de 157,991 trabajadores, siendo el 62.75 % del total de personas que laboran en el territorio de la Delegación. Le sigue el sector comercio con 44,732 trabajadores, mientras que la industria manufacturera indicó que hay 16,888 personas laborando en este sector.

Es de destacarse que dentro de la Delegación Álvaro Obregón se ubica una importante cantidad de establecimientos que brindan servicios corporativos, sector importante en el desarrollo de una metrópoli.

Sector manufacturero

El sector manufacturero dentro de la Delegación está representado principalmente por: la industria alimenticia con 677 unidades económicas, le sigue la industria de fabricación de productos metálicos con 183 unidades y en tercer lugar se encuentra la industria de fabricación de muebles, colchones y persianas con 116 unidades económicas.

Dos tipos de industria manufacturera relevantes dentro de este Atlas de Peligros Naturales y Antropogénicos, son las industrias químicas y la de hules y plásticos, esto como consecuencia del tipo de sustancias involucradas durante el proceso de manufactura, las cuales ocasionalmente presentan índices de peligrosidad para el ser humano, lo suficientemente altos para ocasionar algún daño; dentro de esta categoría, en el año 2009 se contabilizaron en conjunto 67 unidades económicas.

A pesar de que la industria química y la industria del hule y plástico, no ocupan los primeros lugares en cuanto a cantidad de unidades económicas

dentro de la demarcación, sí se encuentran en los primeros lugares en cuanto a la producción bruta total con 2,002,964 (miles de pesos) y 802,238 (miles de pesos), así como en remuneraciones con 742,898 (miles de pesos) y 163,568 (miles de pesos), respectivamente.

Sector comercio

El comercio se encuentra dividido en cuanto al tipo de venta, al por mayor o al por menor. El 94.82% de los establecimientos se dedica al comercio al por menor y aunque la cantidad de establecimientos que manejan el comercio al por mayor, tan solo es el 5.18% del total, este sector genera el 67% de la producción bruta del sector comercio de la Delegación.

En el 2007 se contabilizaron 5 mercados sobre ruedas, 129 tianguis, 15 mercados públicos y 9 concentraciones, las cuales son aquellas agrupaciones de comerciantes que ejercen esta actividad en la vía pública ya sea o no propiedad del Gobierno del Distrito Federal, careciendo de la más indispensable infraestructura para su adecuado funcionamiento.

Sector de servicios

El censo del 2009 informó que en la Delegación los servicios de preparación de alimentos y bebidas ocupó el primer lugar en cuanto a la cantidad de establecimientos con 1,891; le siguen los servicios de reparación y mantenimiento de los cuales se tienen 1,469 establecimientos y en tercer lugar se encuentran los servicios personales con 1,260 unidades.

Distribución de las Unidades Económicas

En cuanto a la distribución de las unidades económicas y el uso del suelo detectado en la Delegación, se tiene que los establecimientos del sector Servicios se ubican en los ejes y vialidades principales, como son: Insurgentes, Periférico, Revolución, Av. Universidad, Río Magdalena y en colonias como Guadalupe Inn, Alpes, etc.

El comercio al menudeo, mezclado con talleres, se ubica principalmente en colonias del sur de la avenida Observatorio.

Un segmento importante dentro del comercio, es la considerada como economía informal, localizada principalmente en el comercio ambulante, ya que constituye una porción importante de los ingresos de cierto sector de la población. Dicha actividad se realiza en forma de mercados rodantes, tianguis o las concentraciones.

Las colonias que albergan este tipo de economía son: Lomas de Tetelpan, Torres de Potrero, Mixcoac, Las Águilas, Lomas de Plateros, Unidad Santa Fe, Tizapán, Merced Gómez, Ampliación las Águilas, Bonanza y Piloto.

Esta economía se localiza también en torno a las estaciones del Sistema Colectivo Metro y a las afueras de grandes equipamientos como hospitales y oficinas de gobierno. Además de las que se ubican en la zona del Mercado de San Ángel y la zona de transferencia de transporte de Dr. Gálvez, las cuales presentan problemas de insalubridad e inseguridad, provocando a su vez congestionamientos en la estructura vial principal.

4.3 Elementos demográficos

En el Distrito Federal las delegaciones Coyoacán, Álvaro Obregón, Gustavo A. Madero e Iztapalapa son las que presentan mayor número de habitantes y concentran cerca del 50% de la población total de la entidad.

En el último censo poblacional llevado a cabo en el año 2005 por el INEGI, en la Delegación Álvaro Obregón se contabilizaron 706,567 personas siendo el 8.1% de la población que se tenía en el Distrito Federal en ese año (Tabla 4.3), de los cuales 336,625 eran hombres y 369,942 mujeres. La mayor población correspondía a las personas de mediana edad, entre los 30 y 59 años con un 29.9% de la población total, le sigue las personas de entre los 15 y 29 años de edad representando el 26.3% de la población total de la Delegación.

El escenario tendencial permite estimar que la población del Distrito Federal durante 2010 será de 8.8 millones de personas, cifra que será comprobada una vez que se dé a conocer el censo poblacional llevado a cabo en ese mismo año, mientras que para el 2020 se espera que la población aumente a 9.0 millones de personas. De acuerdo con las proyecciones poblacionales realizadas para la Delegación Álvaro Obregón la población pasará de 706,567 habitantes en el 2005 a 705 mil en el 2010 y 723 mil en el 2020; es decir su población aumentará en 2.5 % en el periodo 2010-2020.

De acuerdo con el programa delegacional de desarrollo urbano de la Álvaro Obregón, el crecimiento poblacional ha sido variable con respecto a la zona territorial y se han contemplado crecimientos altos de población en suelo de conservación, tales como los poblados rurales de San Bartolo Ameyalco y Santa Rosa Xochiac; mientras que el comportamiento estable será en la zona de barrancas.

Tabla 4.3 **Crecimiento poblacional.**

Fuente: Censos de Población INEGI 1990, 1995, 2000 y 2005.

AÑO	POBLACIÓN %	CON RESPECTO AL D.F.
1990	642,753	7.8 %
1995	676,440	7.97 %
2000	687,020	7.98 %
2005	706,567	8.1 %

La siguiente tabla muestra la evolución que ha presentado la densidad de población en la Delegación Álvaro Obregón con respecto al Distrito Federal. Para el año 2007 la densidad poblacional en la Delegación fue de 7,608.1 hab/km², cifra mayor a la registrada en el Distrito Federal que fue de 5,881.1 hab/km² (www.salud.df.gob.mx).

Tabla 4.4 **Densidad de Población en el Distrito Federal y la Delegación Álvaro Obregón.**

AÑO	1980	1990	1995	2000	2005	2006	2007
Distrito Federal (hab/km²)	5,891.3	5,494.2	5,663.1	5,740.7	5,817.8	5,880.8	5,881.1
Álvaro Obregón (hab/km²)	6,824.1	6,861.9	7,226.8	7,334.5	7,543.2	7,597.2	7,608.1

La siguiente gráfica ha sido generada con los datos contenidos en la tabla 4.4.

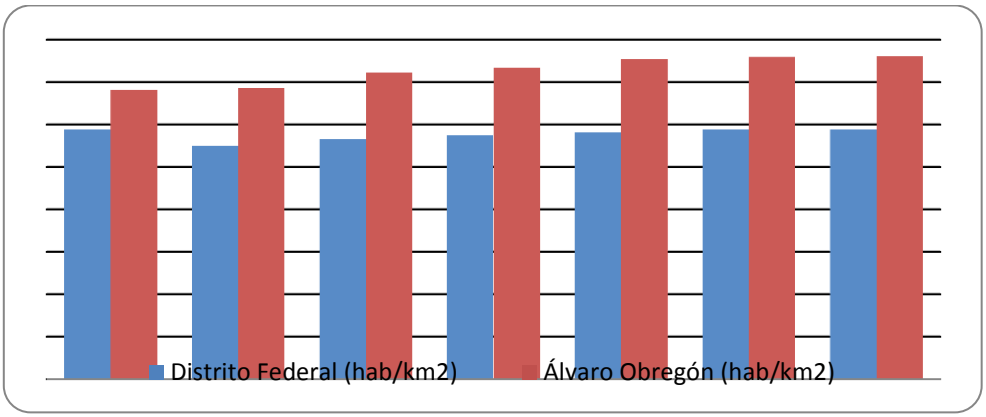


Figura 4.11 **Densidad de Población en el Distrito Federal vs Delegación Álvaro Obregón.**

Fuente: Secretaria de Salud del Distrito Federal (www.salud.df.gob.mx).

La figura 4.12 muestra la pirámide poblacional de los años 2000 y 2005 para la delegación Álvaro Obregón, dividida por rango de edades y género, en la que se observa que había mayor cantidad de mujeres que hombres.

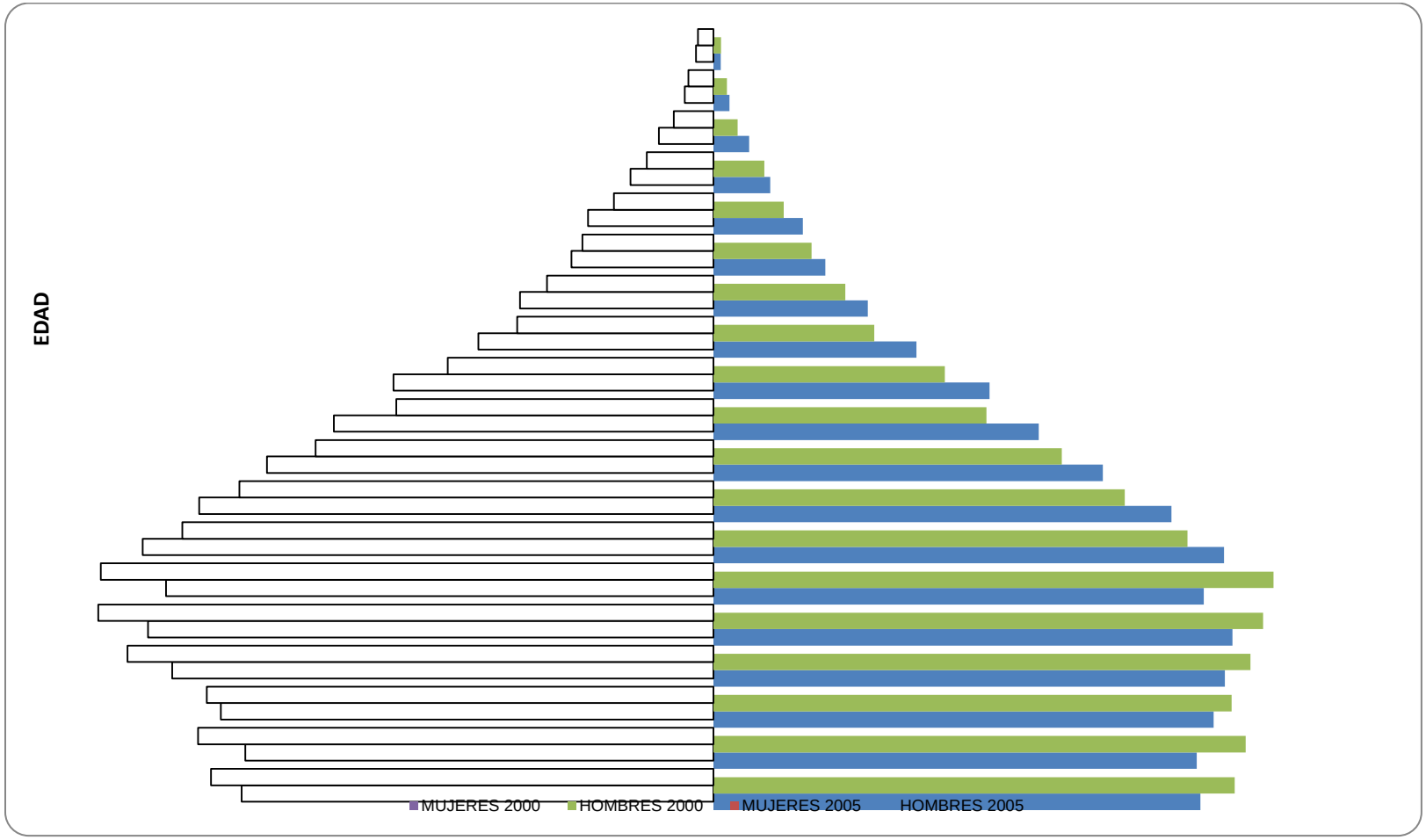


Figura 4.12 **Pirámide poblacional en la Delegación Álvaro Obregón al año 2000 y 2005.**

Fuente: INEGI.

De acuerdo con la información del censo de población y vivienda del INEGI en el año 2005, así como las proyecciones de población para los años 2010 y 2020 llevadas a cabo por esta institución (Figura 4.13), se observa una disminución en el número de habitantes menores a 15 años para los años 2010 y 2020. Por otra parte, en los rangos poblacionales de 15 a 30 y de 40 a más años, aumentará la población para los años proyectados.

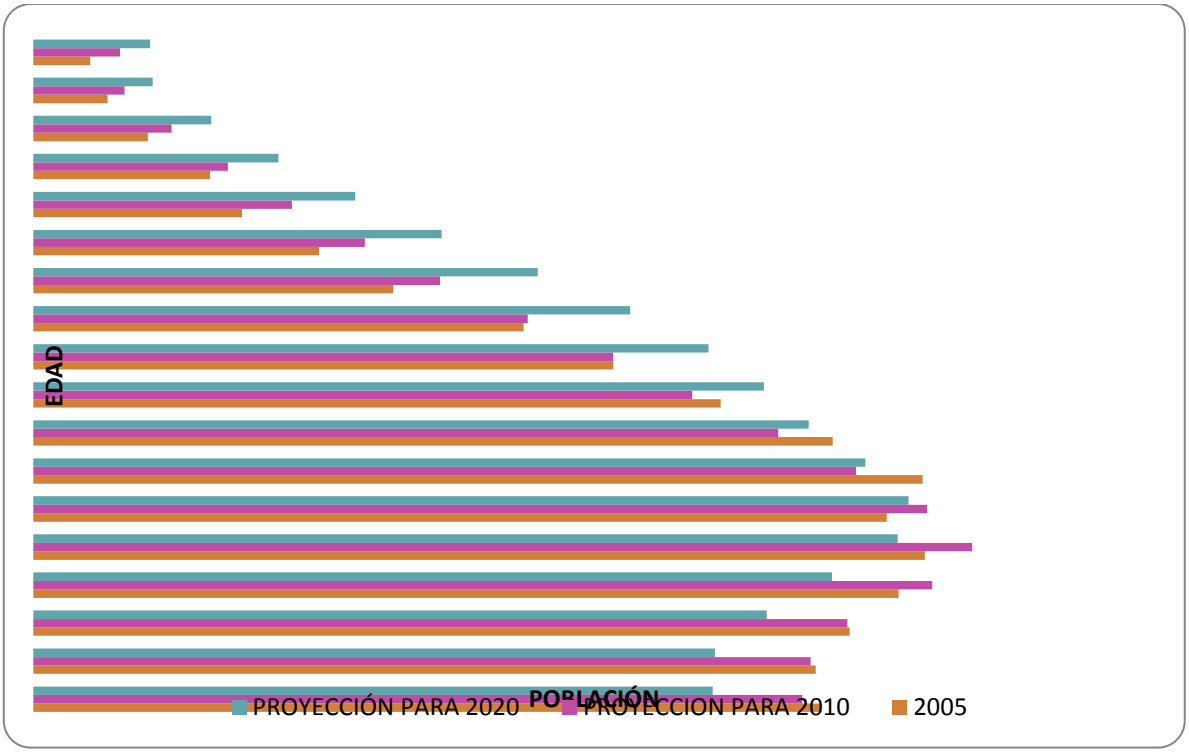


Figura 4.13 **Proyecciones de Población en la Delegación Álvaro Obregón por Edad. Fuente: INEGI.**

Tanto la pirámide de población del 2000 y 2005, así como las proyecciones poblacionales para el 2010 y el 2020, muestran que la mayor cantidad de habitantes está ubicada en el rango de los 20 a los 29 años de edad. Este sector se encuentra entre la población económicamente activa o que está por ingresar a esa categoría, por lo que es importante que la Delegación se encuentre en capacidad de generar la cantidad de empleos que demanda este sector de la población.

5. Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Peligros Geológicos

Para este estudio se contempla el análisis de los peligros geológicos que tienen impacto en el territorio de la Delegación Álvaro Obregón, los cuales son:

1) Procesos de Remoción en Masa (PRM)
2) Fallas y fracturas
3) Erosión
4) Minas (hundimientos y colapsos del terreno)
5) Sismos

A continuación se presenta el análisis para cada uno de los peligros, así como la metodología empleada y los resultados obtenidos.

5.1.1 Procesos de remoción en masa

Los procesos geológicos y climáticos que afectan a la superficie terrestre crean el relieve y definen la morfología de las laderas, la cual va modificándose a lo largo del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones de equilibrio. En este contexto, los procesos de remoción en masa (PRM) pueden entenderse como los reajustes del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones.

Terzaghi definió un “deslizamiento” como un desplazamiento rápido de una masa de roca, suelo residual o sedimentos de una ladera, en el cual el centro de gravedad de la masa que se desplaza se mueve hacia abajo y hacia el exterior (Terzaghi, 1950). Diversos autores han definido de manera diferente este proceso pero una definición apropiada del término deslizamiento la dan Skempton y Hutchinson (1969, en Alcántara-Ayala, 2000): “un deslizamiento es un movimiento ladera abajo de masas de suelo o roca, que ocurre en una superficie de cizallamiento en los límites de la masa desplazada”.

En este informe se entiende por proceso de remoción en masa, aquél movimiento de masas de suelo o roca de los taludes, como consecuencia de la gravedad. La terminología para referirse a los procesos de remoción ha ido evolucionando. Las clasificaciones de los PRM suelen referirse a los tipos de materiales involucrados (rocas, suelos y derrubios), al mecanismo y tipo de rotura, al contenido de agua del terreno y a la velocidad y magnitud del movimiento. La clasificación más actual y aplicada a nivel internacional es la que se basa en el tipo movimiento y de material (EPOCH, 1993; Dikau et al., 1996; Hutchinson, 1998; Alcántara-Ayala, 2000; Leroueil et al., 2001).

De acuerdo con dicha clasificación, los PRM se dividen en las siguientes clases (Cruden y Varnes, 1996):

1) Caídas (falls)
2) Volteos (topples)
3) Deslizamientos (slides)
4) Flujos (flows)
5) Expansiones laterales (spreads, lateral spreading)
6) Complejos (complex)

Mientras que los materiales son divididos en tres grupos:

1) Rocas
2) Detritos (partículas mayores a 2 mm)
3) Suelo (partículas menores a 2 mm)

De esta forma, se pueden combinar los términos para hacer mención a un mecanismo en particular y al material involucrado: flujo de suelos o detritos, caída de rocas o detritos, etc. El "mecanismo complejo" se refiere a la combinación entre dos o más procesos. Estas clasificaciones son de gran utilidad para abordar los PRM, ya sea para la cartografía, la descripción detallada en campo, el establecimiento de la tipología en relación con las características geológicas, morfológicas y estructurales de las laderas; aparte de facilitar la comunicación entre distintas disciplinas (geología, geografía, geomorfología, ingeniería y protección civil). La clasificación y los factores físicos involucrados en los procesos de remoción en masa se describen a continuación (Figura 5.1.1):

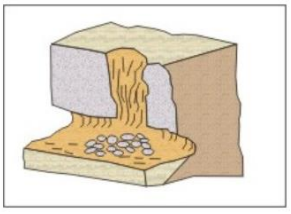
CAÍDOS

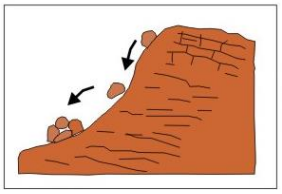
Comprende el descenso rápido y libre de bloques de roca con tamaño y forma variable, de taludes con fuerte pendiente. El movimiento puede incluir deslizamiento, rodamiento, rebotes y caída libre. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido, y puede ser precedido o no, de movimientos menores que conduzcan a la separación progresiva o inclinación del bloque. La observación muestra que los bloques de roca, tienden a moverse en caída libre cuando la pendiente es mayor a 75°. En taludes con una pendiente menor, generalmente los materiales rebotan y con pendientes menores a 45° los bloques tienden a rodar (Suárez, 1998).

VOLTEO

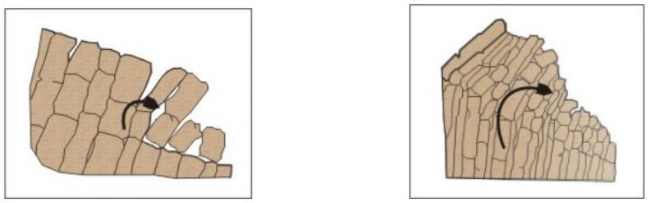
Este tipo de movimiento ocurre cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque cae fuera de un punto que sirve como pivote en la base del mismo y alrededor del cual se produce el giro o volteo. Una característica fundamental para este mecanismo de falla es la orientación de las discontinuidades, las cuales son verticales o subverticales. Cuando el echado es a favor de la pendiente se presenta el volteo de bloques y cuando el echado es en contra de la pendiente, se puede presentar volteo con flexión de las capas. Este mecanismo es común en zonas escarpadas, cantiles, cortes verticales, frentes de flujo de lava y en zonas afectadas por fallas normales.

Caídos

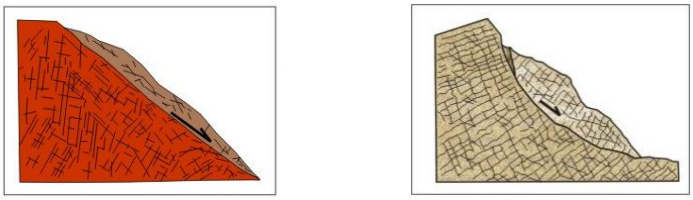




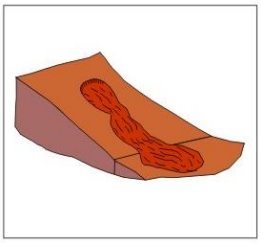
Volteo



Deslizamiento



Flujos



Expansiones laterales

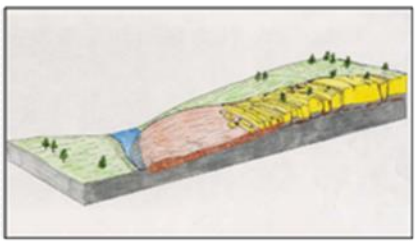


Figura 5.1.1 Clasificación de los procesos de remoción en masa (Modificado de González et al., 2002).

DESLIZAMIENTOS

Son movimientos relativamente rápidos del talud en los cuales la masa del geomaterial se mueve a través de una o más superficies bien definidas y que definen la geometría del deslizamiento. De acuerdo con la forma de la superficie de falla se subclasifican en:

Deslizamiento rotacional.

El movimiento se presenta por corte a través de una superficie de falla curva. La masa se desplaza girando alrededor de un centro de rotación. Este mecanismo es común en taludes formados por materiales arcillosos, por roca fuertemente fracturada y alterada (Hoek y Bray, 1996) o por materiales rocosos con discontinuidades circulares preexistentes, como en el caso de zonas de fallas lístricas.

Deslizamiento traslacional.

El movimiento se presenta por corte a través de una superficie relativamente plana (deslizamiento plano) o a través de la línea de intersección de dos planos (deslizamiento en cuña). Este mecanismo es común en masas rocosas que están afectadas por discontinuidades tales como planos de estratificación, juntas de enfriamiento y fracturas de origen tectónico, entre otras.

FLUJOS

Los flujos son movimientos de una masa desorganizada o mezclada donde no todas las partículas se desplazan a la misma velocidad ni sus trayectorias tienen que ser paralelas (Hungr et al*.,* 2005). Debido a ello la masa movida no conserva su forma en su movimiento descendente, adoptando a menudo morfologías lobuladas. Para este tipo de movimientos es determinante la granulometría y el grado de saturación que los materiales puedan presentar. En ocasiones un deslizamiento puede evolucionar en un flujo.

Se distinguen básicamente tres tipos:

Flujo de lodo

Los flujos de lodo o de detritos están asociados con la presencia de agua. La pendiente no necesita ser muy grande ya que tratándose de materiales finos saturados estos se comportan como un semifluido viscoso y su movimiento es a través de cauces o barrancas por lo que este proceso será importante donde se encuentren estos rasgos.

Flujo de detritos

Son movimientos rápidos a muy rápidos de detritos húmedos o con alto grado de saturación. Esta forma destructiva de falla del talud está asociada o zonas montañosas donde una precipitación puede movilizar los detritos del manto e incorporarlos en un flujo. El material involucrado puede ser detritos de roca alterada o acumulaciones de material de escombro. Asimismo, en taludes arenosos se pueden presentar flujos secos, que pueden ser detonados por fuerzas sísmicas, vibraciones o cortes en la base.

Avalancha

Son flujos extremadamente rápidos de detritos secos. Algunos deslizamientos o caídas de roca de gran magnitud se pueden convertir en avalanchas.

EXPANSIONES LATERALES

Este término generalmente es utilizado para describir la extensión lateral de masas de suelo o roca compactos, debido a la licuación o fluidización del material subyacente y

generalmente la superficie de cizallamiento no está bien definida. Cuando las masas de suelo o roca son relativamente homogéneas, éstas se fracturan en varias unidades y conforman arreglos tipo horse y graben.

MOVIMIENTOS COMPLEJOS

Se refiere a la combinación de dos o más mecanismos de falla. Dependiendo de los mecanismos involucrados se puede tener una combinación de ellos, por ejemplo un deslizamiento rotacional con volteo de bloques al frente, o un deslizamiento que evolucione en un flujo.

Factores que Controlan los Procesos de Remoción en Masa

Los factores que influyen en procesos de remoción en masa, son aquellos capaces de modificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Las fuerzas que actúan sobre los taludes son el peso propio, la resistencia al corte dada por la fricción del material o las discontinuidades, la cohesión, los empujes sísmicos e hidrostáticos, las fuerzas de filtración, el peso de obras civiles entre otras. Desde un punto de vista físico los deslizamientos se producen como consecuencia de los desequilibrios existentes entre las fuerzas que actúan sobre un volumen de terreno. Una forma útil de clasificar los factores que inciden en la estabilidad de las laderas es separarlos en: pasivos (o *condicionantes*) y activos (*detonantes*) (Herrera, 2002). Los factores condicionantes o pasivos dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno mientras que los factores desencadenantes o activos se pueden considerar como factores externos que provocan la inestabilidad, asociados con la velocidad y magnitud del movimiento.

Los factores activos y pasivos, que intervienen en los procesos de inestabilidad de los taludes (Herrera, 2002) se pueden agrupar en cuatro categorías:

1.- Características y condiciones geológicas del terreno (pasivas)

Litológicas: Presencia de materiales de materiales de baja resistencia, alterados o fracturados.

Estratigráficas: Presencia de capas masivas descansando sobre capas poco competentes, presencia de capas permeables, contraste de rigidez de los materiales.

Estructurales: Echados de discontinuidades muy inclinados, roca fuertemente fracturada debido a: fallamiento, plegamiento, enfriamiento.

Topográficas: Acantilados o fuertes pendientes causados por erosión y/o fallamiento.

2.- Procesos de tipo geomorfológico (pasivo y activo)

Procesos endógenos (tectónica y vulcanismo), procesos exógenos (erosión fluvial y subterránea, remoción de la vegetación por erosión, incendio o sequía, depósito de materiales en forma natural sobre la cresta de taludes).

3.- Procesos de origen químico, físico y biológico (activas)

Intemperismo de las rocas y suelos, precipitaciones, sismos, contracción y expansión de suelo en discontinuidades, crecimiento de raíces en discontinuidades y congelamiento de agua en discontinuidades, entre los principales.

4.- Procesos de origen humano o antrópicos (activas)

Excavación en laderas para obras civiles (caminos, viviendas, canales), explotación de canteras. Sobrecarga debido al peso de: material de rezaga de minas y excavaciones, colocación de rellenos, viviendas y terraplenes construidos en la corona y el cuerpo del talud. Presencia de agua debido a irrigación, fugas de agua en tanques y líneas de conducción por mantenimiento deficiente de redes de drenaje.
Deforestación así como vibraciones del terreno debido a perforaciones, explosiones, paso de vehículos pesados y de maquinaria.

Principales Agentes Detonantes

Los PRM son controlados por muchos factores, pero en general su desencadenamiento se debe a la acción de un agente detonante. Se define al agente detonante como aquél estímulo externo que provoca una respuesta inmediata del terreno y origina el proceso de remoción, incrementando los esfuerzos actuantes y/o reduciendo la resistencia de los materiales (Wieczorek, 1996). Los principales agentes detonantes son: lluvias intensas, sismos y erupciones volcánicas, así como el deshielo rápido y cambios en el nivel freático.

Mapas temáticos

El análisis de los peligros geológicos toma como base el conocimiento de las características morfométricas, litológicas, estructurales y físicas. El contexto geológico dentro del cual se asienta la delegación Álvaro Obregón así como los factores antrópicos que se manifiestan claramente a través de la urbanización y alteración del relieve, condicionan la ocurrencia de los peligros geológicos y su impacto en la población.

Utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es posible analizar los peligros a una escala tal que permita conocer e identificar las principales zonas de interés a nivel delegacional, para tener un panorama general de la distribución y el nivel de peligro de los distintos fenómenos perturbadores.

A continuación se describen los mapas temáticos que muestran los diferentes rasgos que caracterizan a la delegación, mismos que son la base para realizar los análisis de peligro, aplicando metodologías reconocidas y basadas en la literatura técnica y científica a nivel mundial.

Mapa litológico

La litología define el tipo de materiales, así como su comportamiento mecánico esperado, tanto al nivel de afloramiento, de una ladera o de conjunto montañoso. El tipo de roca, condiciona la presencia de estructuras primarias, tales como planos de flujo y de enfriamiento para las rocas volcánicas, mismas que interactúan con otras discontinuidades tales como fallas y fracturas, promoviendo la formación de bloques de geometría y tamaño diverso con el potencial de presentar remociones por diversos mecanismos (Carlos-Valerio, 2010). En el caso de materiales granulares éstos se disponen con un ángulo de 30-33°, además de que pueden existir bloques apoyados sobre las laderas asociados a la actividad explosiva en la zona. Los depósitos vulcanoclásticos emplazados en los flancos de los estratovolcanes, conforman amplias secuencias de material heterogéneo donde pueden existir grandes bloques dentro de una matriz más fina. Además, el grado de alteración, la afectación tectónica y la presencia de discontinuidades en los macizos rocosos controlan en gran medida el grado de disposición a presentar determinados tipos de remoción en masa.

El mapa litológico se generó a partir de la geología editada por el Servicio Geológico Metropolitano (2005), generando los polígonos correspondientes que abarcan las litologías presentes en la zona de estudio. El área presenta una secuencia aflorante constituida principalmente por: 1) rocas de origen volcánico extrusivo (estratovolcanes y domos), que conforman lo que es el núcleo del volcán San Miguel y que abarca las partes más altas; 2) una amplia secuencia de depósitos de origen explosivo (materiales vulcanoclásticos como flujos piroclásticos y de bloques y cenizas), características de las zonas de barrancas de las partes intermedias y 3) por depósitos sedimentarios de origen aluviolacustre, propios de la parte baja y en la fusión del piedemonte con la planicie lacustre. El mapa presenta siete formaciones geológicas reconocidas dentro de la zona (Figura 5.1.2).

Asimismo, en el Anexo G1 se presenta una descripción de las columnas estratigráficas representativas de la zona, realizadas durante el trabajo de campo.

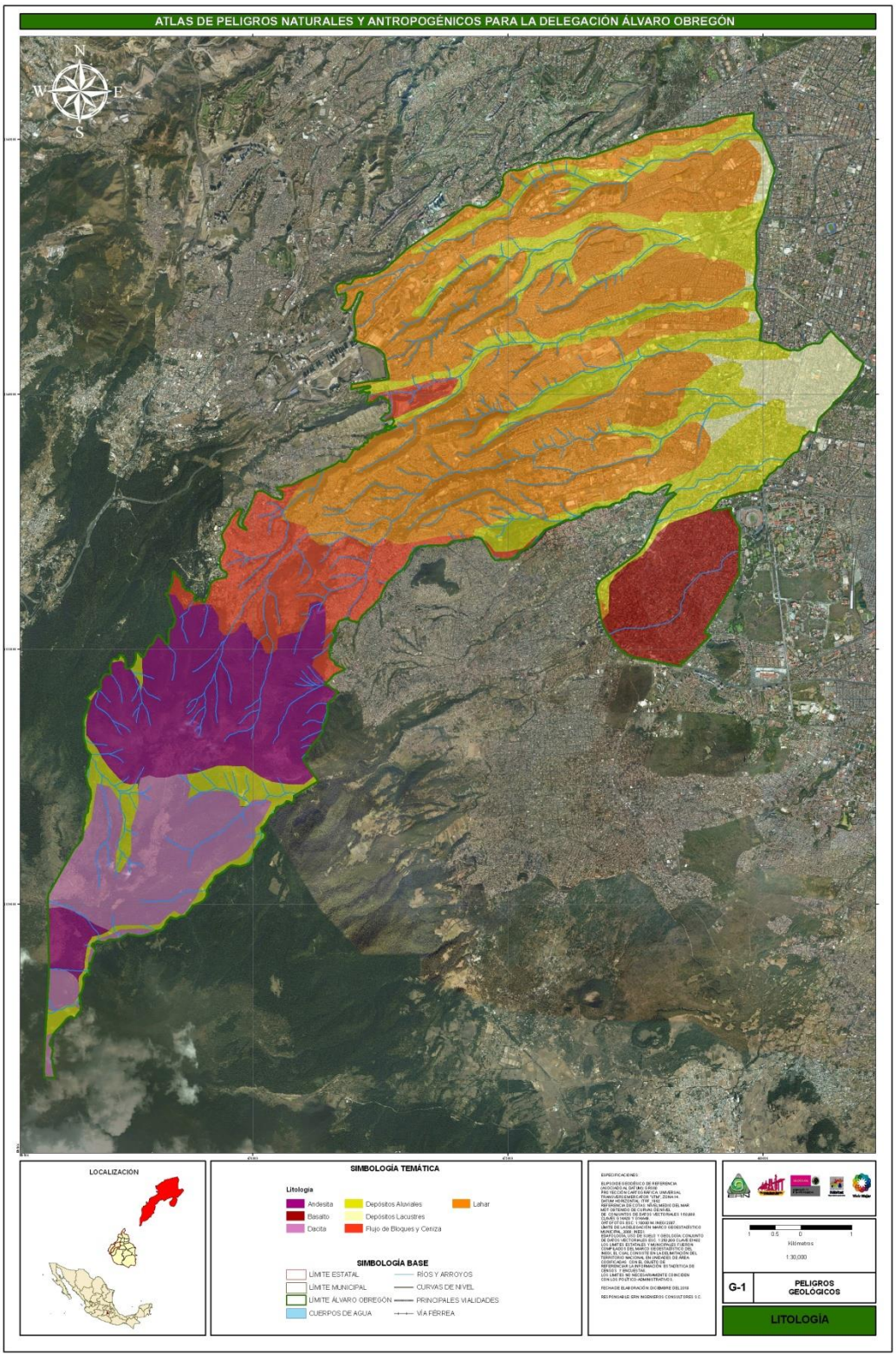


Figura 5.1.2 Mapa litológico de la Delegación Álvaro Obregón.

Mapa de pendientes

La pendiente es un factor fundamental en la generación de procesos de remoción en masa (Moreiras, 2005). Un talud formado por un material homogéneo e isótropo, presenta una mayor inestabilidad a medida que aumenta su valor de pendiente (Dai y Lee, 2002). La influencia de la pendiente en la generación de los PRM estará determinada por la litología y por los tipos de procesos de remoción presentes. En general valores altos de pendiente (>45°) están asociados a zonas con PRM activos, tales como volteo y desprendimiento de rocas y pendientes medias (30-45°) están asociadas a caídas por rodamiento y desprendimiento, así como deslizamientos. Pendientes menores de 30° son favorables para los flujos y remociones de menor impacto y muy locales. En el rango de pendientes mayores a 30º, se definen zonas de montaña alta, laderas escarpadas, zonas de falla, frentes de flujo de lava, cabeceras de circos de erosión y flancos de barrancas (Carlos-Valerio, 2010). Este rango de pendientes representa afloramientos con gran potencial a presentar PRM.

El mapa topográfico es la base para la elaboración de un mapa de pendientes. Del mapa topográfico se genera el mapa altimétrico, que es otra forma de expresar los cambios de altitud del relieve. A partir de la rasterización del mapa altimétrico y empleando un sistema de información geográfica, se calcula la máxima tasa de cambio en Z entre cada celda y sus vecinas, obteniendo así el mapa de pendientes. El cálculo se hace utilizando la función gradiente en dirección X y Y (diferencias de alturas vs. diferencias de distancias horizontales). El resultado es un raster expresado en grados. Los valores obtenidos en el mapa (Figura 5.1.3), oscilan entre 0º y 74º encontrándose un mayor número de pendientes entre los 14º y 40º. Como puede observarse, existen amplias zonas con pendiente mayor a los 30°, conformando un relieve favorable a presentar remociones en masa, esto considerando que al aumentar el gradiente de una ladera se incrementa la potencialidad de que se produzca un PRM.

Mapa altimétrico

La altura influye en la generación de PRM ya que en zonas elevadas se ha visto la correlación entre procesos de caída de rocas y factores climáticos asociados a estas áreas (Menéndez y Marquínez, 2002). En las partes altas se presentan procesos de congelamiento-deshielo de agua, lo que induce esfuerzos en las rocas, así como humedad producto de las lluvias o de la nieve, lo que favorece la desintegración y el desprendimiento de bloques y detritos de estas zonas. En general podemos asociar un mayor potencial a generar PRM a las zonas más elevadas e intermedias que con respecto a las más bajas, principalmente en lo que respecta al volteo y desprendimiento de bloques. En las partes intermedias podemos encontrar desprendimientos y caída de material, condicionados por la presencia de materiales piroclásticos. El mapa altimétrico de la zona de estudio se muestra en la Figura 5.1.4. Se reconocen desniveles de más de 1000 metros con elevaciones máximas y mínimas respectivamente de los 3820 a 2260 msnm. Las mayores elevaciones se observan principalmente hacia el suroeste del área, correspondiente al Complejo Volcánico de San Miguel. Por otra parte las áreas de menor elevación corresponden básicamente con geoformas de terrazas, originadas por colapsos de estructuras volcánicas, flujos piroclásticos y lahares, presentando zonas de barrancas donde se observa gran actividad erosiva. Las partes bajas coinciden con el piedemonte, que representa los límites de los depósitos vulcanoclásticos y los sedimentos lacustres del Antiguo Lago de México.

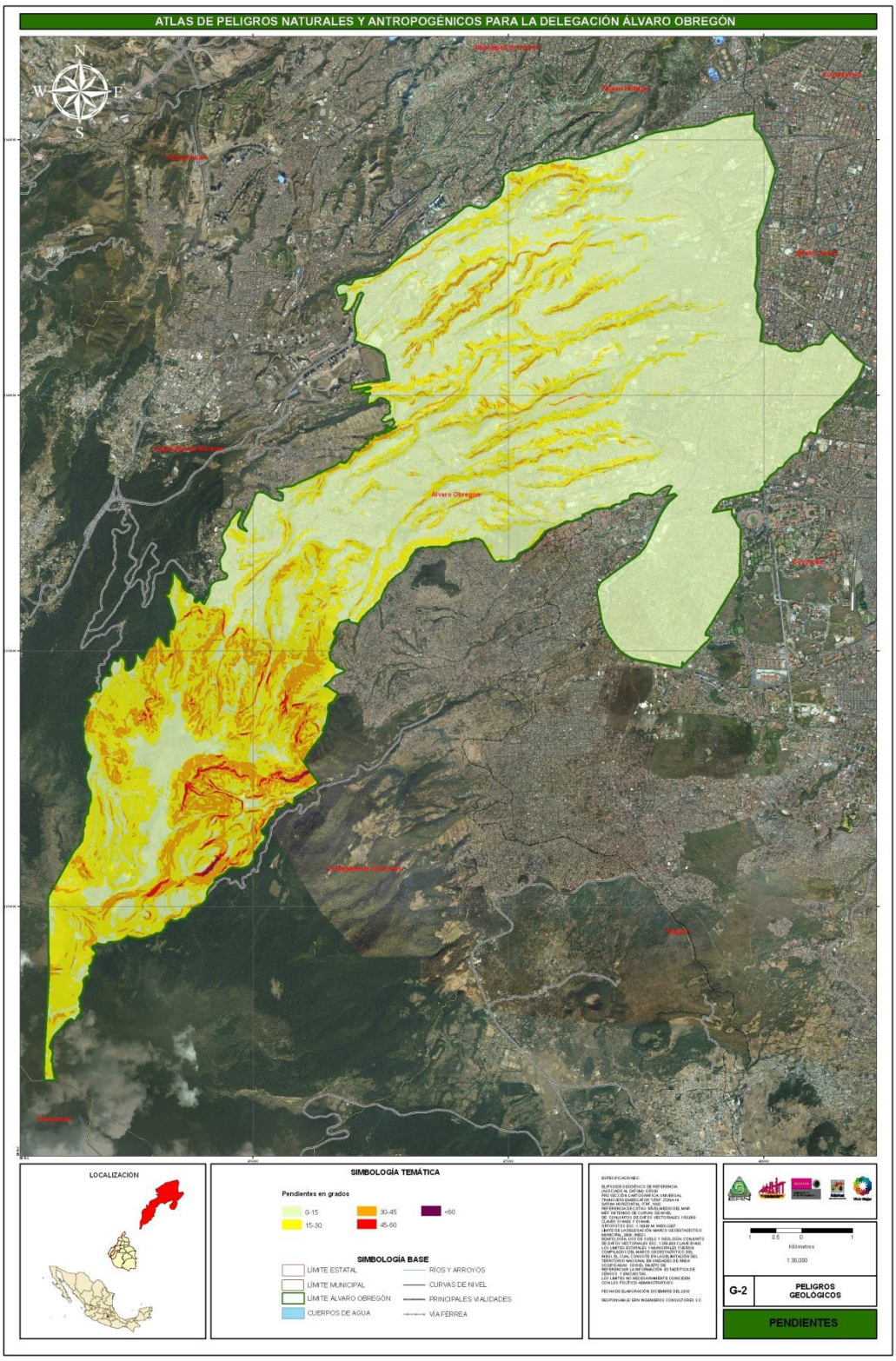


Figura 5.1.3 Mapa de pendientes de la Delegación Álvaro Obregón.

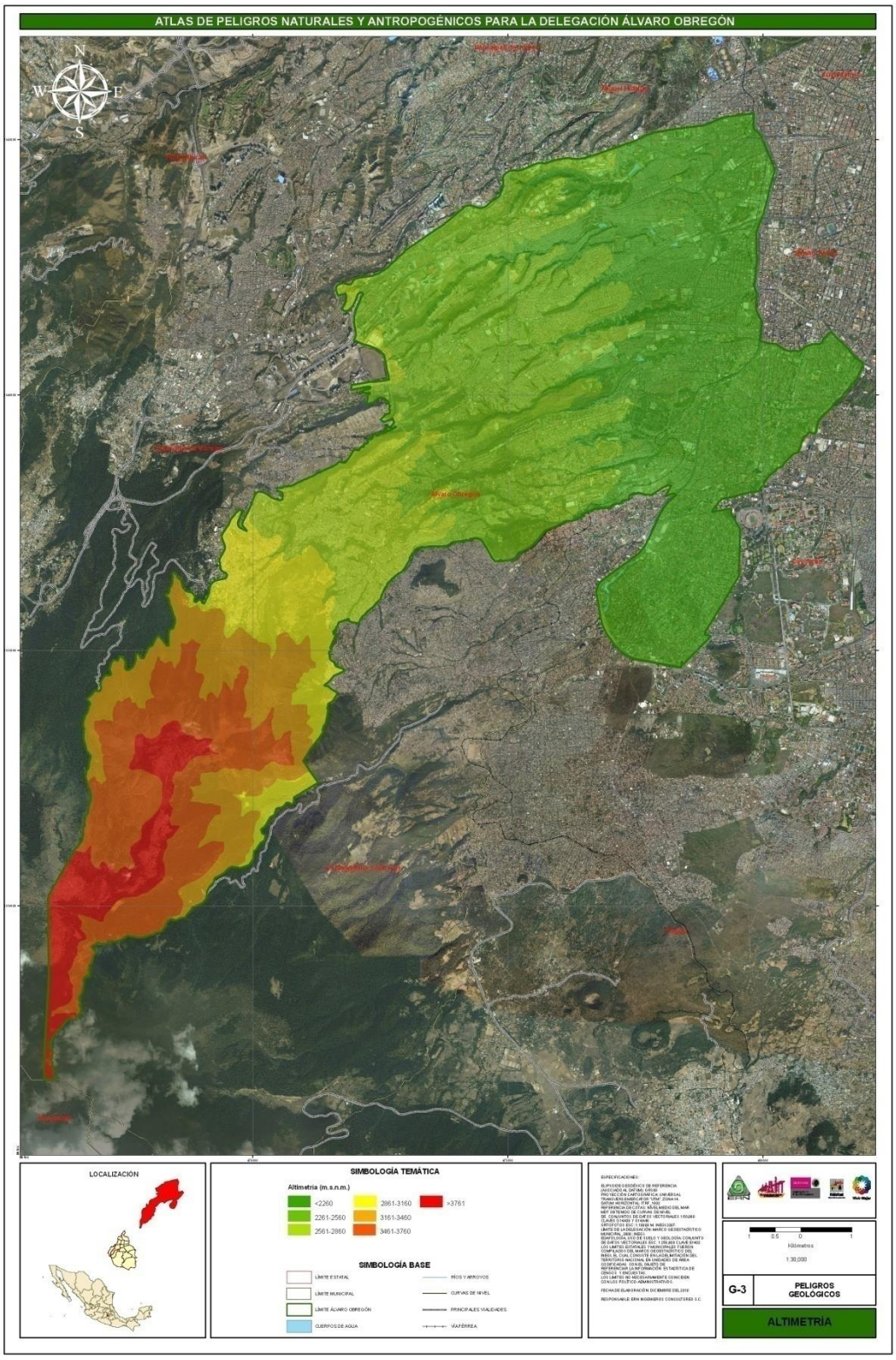


Figura 5.1.4 Mapa altimétrico de la Delegación Álvaro Obregón.

Mapa de drenaje

Diversos estudios muestran la correlación que existe entre la generación de remociones en masa y la proximidad a las líneas de drenaje (Dai, 2002; Foumelis et al., 2004). La erosión ocasionada en los cauces y la saturación del terreno favorecen la presencia de deslizamientos, desprendimientos y flujos.

El drenaje se manifiesta por la generación de barrancas, que son formas negativa del relieve, con laderas abruptas, con frecuencia ramificándose hacia la cabecera, con las márgenes carentes de vegetación. En longitud pueden alcanzar algunos kilómetros y en profundidad y anchura, algunas decenas de metros. Las barrancas, muy importantes en la zona, también se definen como los surcos o cárcavas dispuestas radialmente desde la cima de un volcán hacia su base; surgen debido a la erosión de las laderas por las aguas pluviales (Lugo Hubp, 1989).

Un barranco es susceptible a presentar procesos de remoción en masa dependiendo de: tipo de material, grado de la erosión fluvial, fuerzas actuantes de tipo interno (como el peso propio y la resistencia del material) y externo (peso de obras civiles y vibraciones de origen antrópico). Los procesos de remoción que se presentan en estas zonas son principalmente deslizamientos, caída de rocas y flujos canalizados de lodo y detritos.

El drenaje se concentra en mayor medida en la zona de ladera media-baja, por lo que se espera encontrar una mayor acción erosiva dentro de esta parte del relieve. Dentro del área de estudio el arreglo del drenaje parece estar controlada por la fallas o lineamientos debido a que presenta longitudes que van de los 5 a 20 km. Los patrones de drenaje (Figura 5.1.5) son de tipo dendrítico principalmente, paralelo, controlado por fallas y fracturas de orientación N45°E y ligeramente angular. En la zona SO, se caracteriza con patrones de drenaje angular enrejado y dendrítico. Esta variación obedece a las diferentes litologías como flujos de lava y piroclásticos, así como a la presencia de estructuras volcánicas menores y fallas. En la zona serrana y del piedemonte, se presentan abanicos de gran espesor, formados por flujos de detritos y de lodo, principalmente. El drenaje es muy espaciado, con trayectorias largas y curveadas. Existen anomalías en el drenaje debido al control estructural de las fallas

Densidad de Drenaje

La densidad de drenaje (Figura 5.1.6) puede definirse como la relación entre la longitud total de los cauces y el área:

$$D_d = \Sigma Lu / S$$

Donde:

D_d es la densidad de drenaje (en Km/Km^2),

ΣLu es la longitud total de cauces (en Km) y

S es el área total en Km^2.

Este parámetro representa la longitud de cauces por unidad de superficie. Su valor está controlado por las características litológicas (muy especialmente la permeabilidad, hasta

el punto de aportar una impresión cualitativa sobre ésta) y estructurales de las rocas, por el tipo y densidad de vegetación y por factores climáticos. Las mayores densidades de drenaje se encuentran en rocas blandas de baja permeabilidad y en regiones con escasa cobertura vegetal. A partir de los valores de la densidad de drenaje se puede definir las características del relieve, de modo que en altas densidades de drenaje corresponden a texturas finas y las bajas a texturas gruesas.

El mapa fue generado a partir de los datos vectoriales de la capa de drenaje. El área de estudio se dividió en una malla de 4 km^2 generando un grid con la ayuda del sistema de información geográfica. Posteriormente, se realiza el cálculo mediante la expresión de densidad tomando como referencia la longitud de corrientes que se encuentran en cada cuadrícula de la malla.

Mapa de concavidad

La morfología de una ladera afecta su estabilidad debido a que la dirección y comportamiento de los escurrimientos están influenciados por la forma de la misma, es decir, la concentración o dispersión del escurrimiento depende de la morfología de la ladera. De esta forma el drenaje tiende a concentrarse en una ladera cóncava como respuesta a la presión del agua sobre los flancos de la misma, mientras que, en la parte convexa el escurrimiento tiende a dispersarse sin permitir la concentración, que resulta ser la causa primordial en el desajuste del equilibrio de la ladera.

El mapa que muestra la forma que presentan las laderas fue generado mediante el SIG a partir de los datos del archivo de altimetría en formato raster. Con el SIG se lleva a cabo el cálculo de la curvatura mediante la segunda derivación del raster de pendientes, permitiendo conocer superficies rectas (casi planas), cóncavas y convexas: los valores positivos representan formas cóncavas, los negativos indican formas convexas y las partes planas son representadas con cero.

El resultado del mapa de geometría o concavidad (Figura 5.1.7) muestra un rango de valores que van de -55.4 a 64.4. Las formas convexas y cóncavas son dadas por las laderas que bordean las zonas de barrancas, mientras que las únicas formas planas son vistas sobre pendientes suaves de las zonas medias de la sierra y en las zonas iniciales del antiguo lago. Dentro del mapa así generado, se presenta esta clasificación evidenciando: convexa, cóncava y plana. Omitiendo las partes planas o sin curvatura, se tiene que el resto del relieve se distribuye de la siguiente manera: 52% son formas convexas y el 48% restante cóncavas.

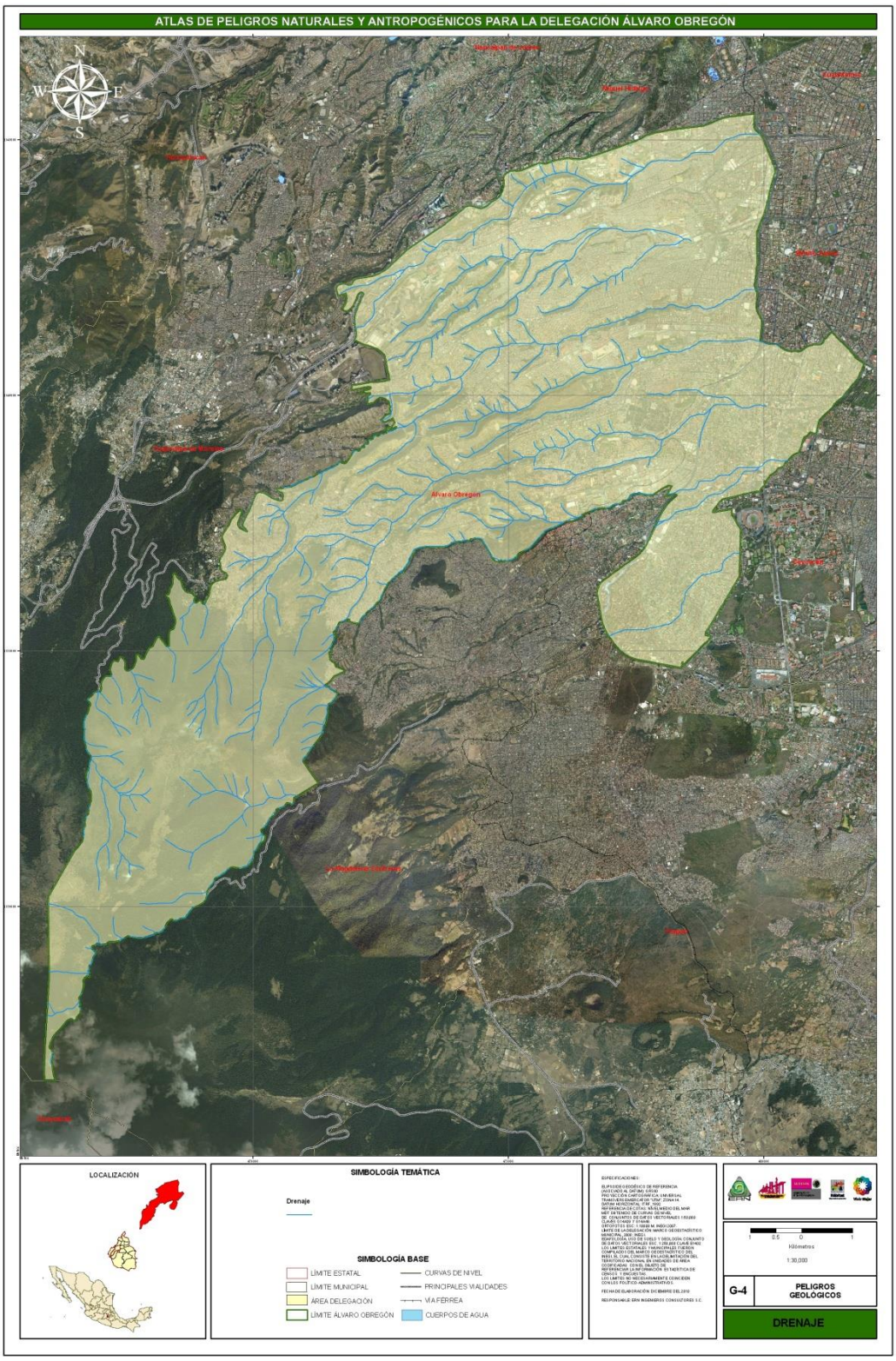


Figura 5.1.5 Mapa de drenaje de la Delegación Álvaro Obregón.

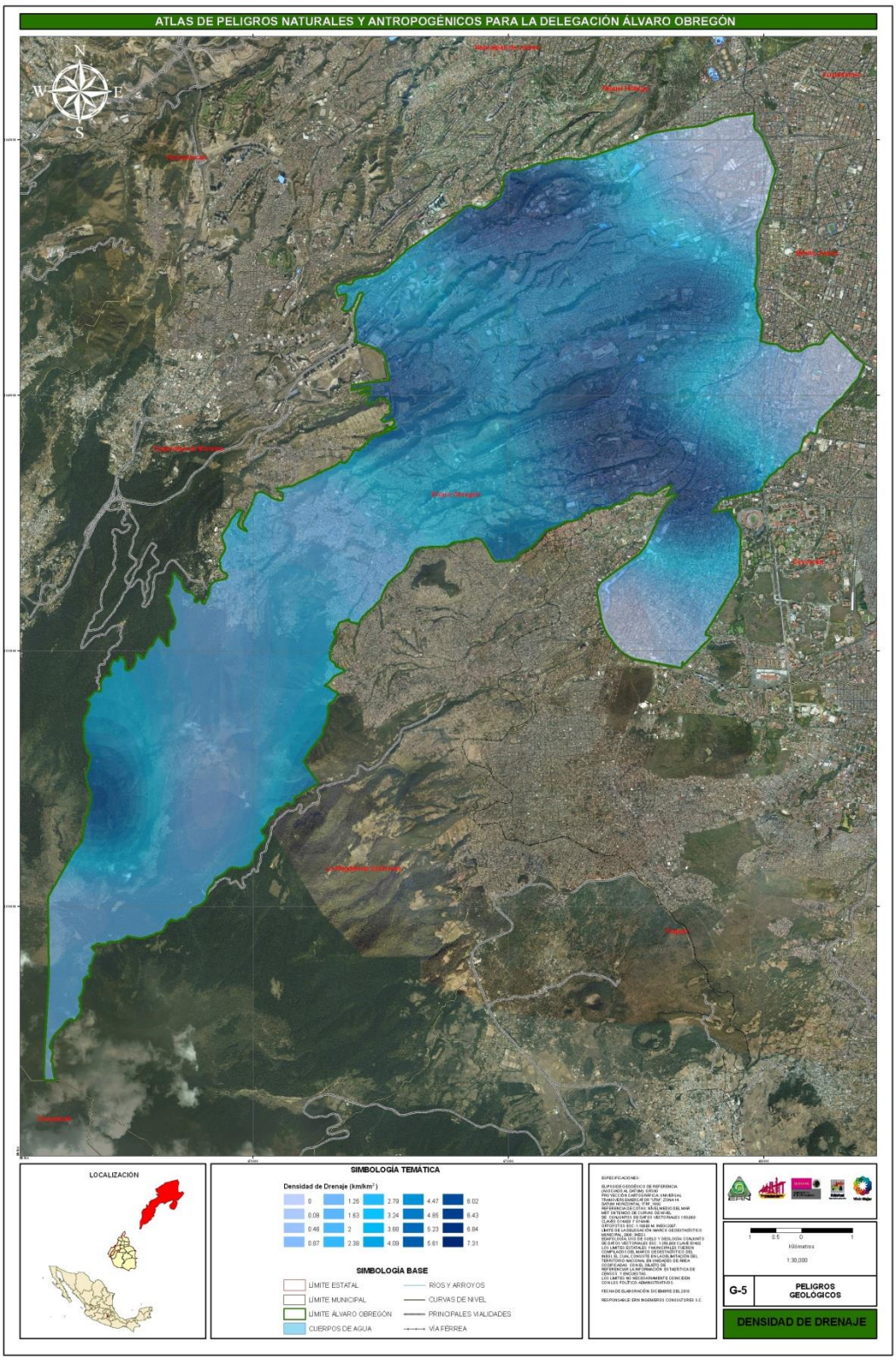


Figura 5.1.6 Mapa de densidad de drenaje de la Delegación Álvaro Obregón.

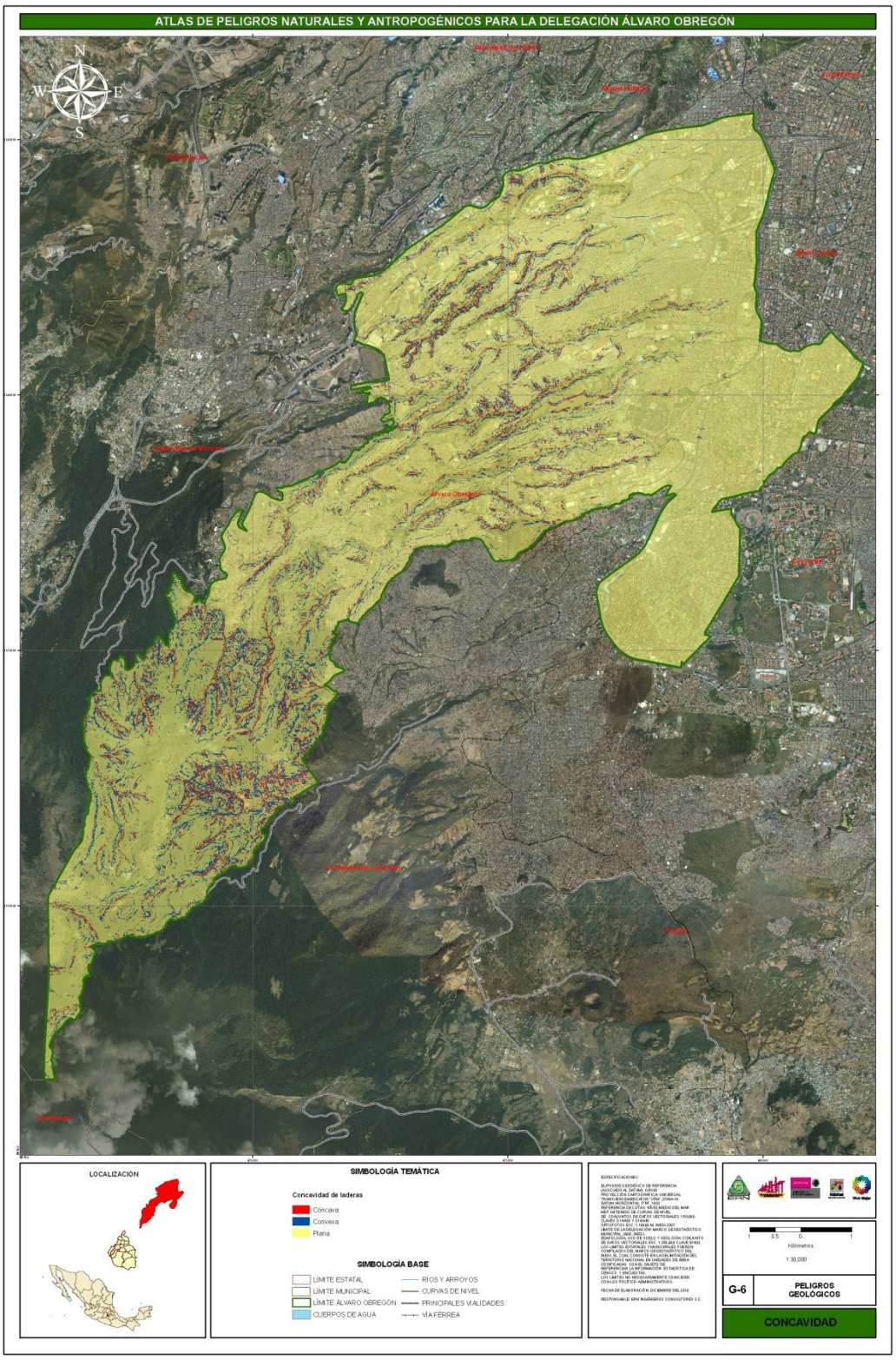


Figura 5.1.7 Mapa de concavidad de la Delegación Álvaro Obregón.

Mapa de Aspecto

El aspecto se refiere a la dirección, con respecto al norte geográfico, hacia la cual apunta la cara o el frente de las laderas. Este rasgo tiene importancia en cuestiones climáticas, pues condiciona la vegetación y el grado de exposición solar. Asimismo, tiene implicaciones geológicas y desde el punto de vista de estabilidad de laderas, debido a la distribución y origen de los materiales, los cuales se erosionan siguiendo patrones regionales de acuerdo a la geometría y orientación de las caras de los taludes.

El mapa de aspecto da información relacionada con los procesos morfológicos y estructurales que controlan la dirección de los cuerpos de los taludes. Esta mapa es relevante porque se observó que muchos procesos de remoción están asociados a las cabeceras o bordes de las barrancas, mismas que están orientadas en su mayoría N45°E, y cuyo aspecto es principalmente noroeste (N45°W) y sureste (S45°E).

Los rangos que se definieron son a cada 45°, teniendo así la siguiente clasificación de las laderas:

Clasificación del aspecto de las laderas	Notación geográfica	Notación acimutal (°)
Norte	N	337.5-22.5
Noreste	NE	22.5-67.5
Este	E	67.5-112.5
Sureste	SE	112.5-157.5
Sur	S	157.5-202.5
Suroeste	SW	202.5-247.5
Oeste	W	247.5-292.5
Noroeste	NW	292.5-337.5

El mapa de aspecto de las laderas se muestra en la Figura 5.1.8. Del análisis de mapa se observa que en las partes altas de la delegación existe un predominio de laderas cuyo frente apunta hacia el W y hacia el E, debido a grandes rasgos estructurales relacionados con el origen de la sierra de las Cruces, ya que esta se emplazó sobre grandes fallas con orientación N-S, lo cual es congruente con la alineación de grandes estratovolcanes dentro de la cuenca de México. Hacia las partes medias y bajas, el aspecto de las laderas es predominantemente NW y SE, esto debido a que los depósitos volcánicos se emplazaron en dirección NE, aunado al control estructural de fallas N45°E que surcan a la sierra de las Cruces y cuya manifestación es muy evidente por el control que ejercen sobre el drenaje.

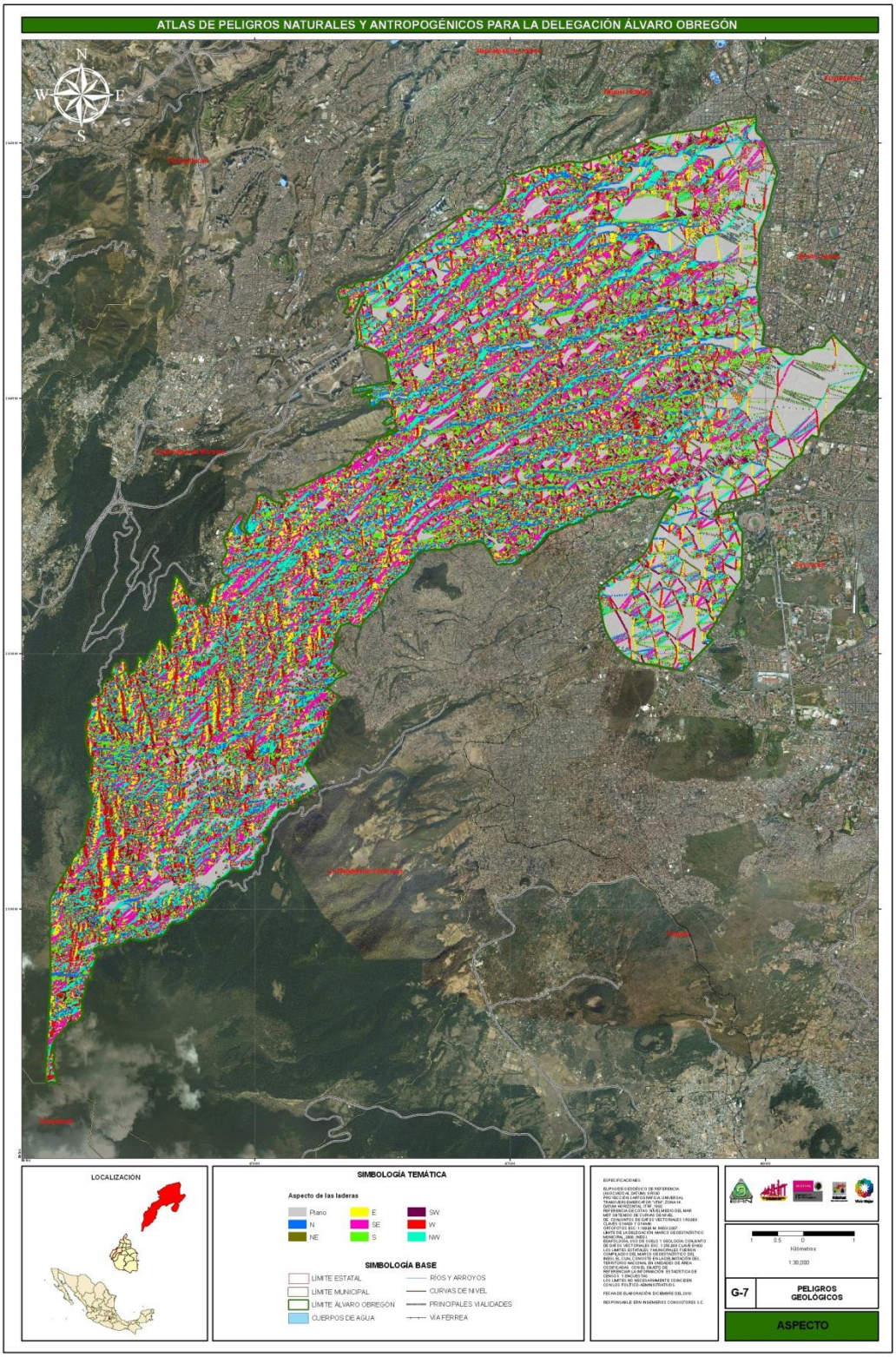


Figura 5.1.8 Mapa de aspecto de la zona de estudio.

Mapa de inventario de circos de erosión

Los circos de erosión son depresiones semicirculares, de paredes escarpadas, fondo sobre excavado y con un escalón rocoso en la salida, presentan forma de anfiteatro. Estas estructuras geomorfológicas presentan forma de herradura y controlan procesos de erosión y de remoción de masas en zonas de fuerte pendiente. El origen de estos circos tiene una influencia tectónica y litológica, pues presentan gran número de vertientes, los cuales, esculpieron en gran medida el relieve. También se ha documentado que estos rasgos del relieve corresponden con antiguos colapsos de las estructuras volcánicas (García-Palomo et al., 2008; Carlos-Valerio-2010).

El mapa de circos de erosión fue generado mediante una base topográfica, de la cual se obtuvieron ocho mapas en formato raster denominados modelos sombreados. La superficies de estos mapas muestra el grado de iluminación de los píxeles de acuerdo a dos posiciones relativas, una respecto a la orientación o ángulo acimutal y otra respecto al ángulo de elevación solar o cenital, usándose para este caso un ángulo de 30º de elevación solar y ángulos de: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315° de orientación acimutal. Este raster resultante, es utilizado como un componente cartográfico que facilita la representación del relieve. Los circos de erosión se digitalizaron utilizando los modelos de relieve sombreado para obtener así contrastes del relieve siguiendo el criterio de que para marcar un rasgo, éste se define mejor cuando la luz incide de manera perpendicular, creando así efectos de luz y sombras. El mapa de circos de erosión de muestra en la Figura 5.1.9.

Mapa de fallas

Algunos estudios muestran que la probabilidad de ocurrencia de PRM se incrementa notablemente en las zonas cercanas a lineamientos tectónicos (Lee et al., 2002; Gómez y Kavzoglu, 2005). La susceptibilidad a deslizamientos se incrementa en estas zonas debido al fracturamiento y brechamiento asociado a las fallas. En escarpes o en trazas de fallas la roca presenta fracturas, lo que genera bloques con la posibilidad de presentar volteos, deslizamientos o desprendimientos, dependiendo de su disposición y arreglo geométrico. En general, las zonas afectadas por fallas normales presentan fracturas paralelas o bien formando diversos ángulos con respecto al plano de falla principal, las cuales se interceptan con otras discontinuidades tales como planos de flujo, planos de enfriamiento y fracturas de descompresión, definiendo bloques con la posibilidad de volcar o deslizar.

El mapa de fallas fue generado usando la metodología descrita para el mapa de circos de erosión. Mediante una base topográfica, se desarrollaron ocho mapas denominados modelos sombreados, en formato raster. La superficies de estos mapas muestra el grado de iluminación de los píxeles de acuerdo a dos posiciones relativas, una respecto a la orientación o ángulo acimutal, y otra respecto al ángulo de elevación solar o cenital, usándose para este caso un ángulo de 30º de elevación solar y ángulos de 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315° de orientación acimutal. La generación de este mapa (Figura 5.1.10) consiste en trazar aquellos elementos del relieve que representan fuertes contrastes de iluminación y que se presentan como rasgos lineales que controlan el desarrollo del relieve, dispuestos en una dirección dominante, asociados a estructuras geológicas (fallas). Asimismo, estos rasgos estructurales se corroboraron con otros trabajos publicados (Santoyo-Villa et al., 2005; García-Palomo et al., 2008).

Figura 5.1.9 Mapa de circos de erosión de la Delegación Álvaro Obregón.

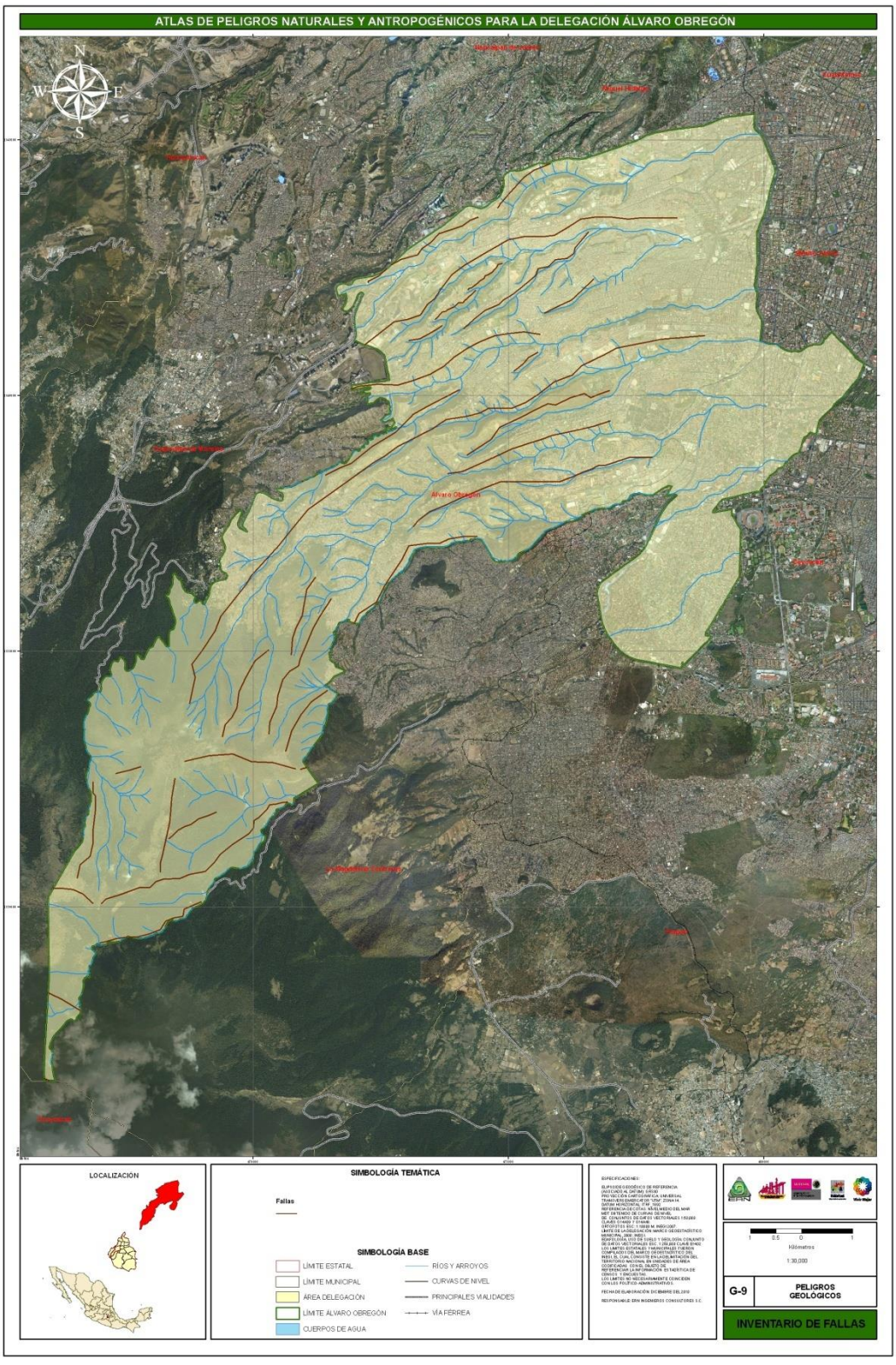


Figura 5.1.10 Mapa de fallas de la Delegación Álvaro Obregón.

Densidad de Fracturamiento

A partir del mapa propuesto de fallas (Figura 5.1.10) se elaboró el mapa de densidad de fallamiento , obtenido de igual forma que la densidad de drenaje, sólo que los valores que se suman se refieren a las longitudes de los rasgos considerados como fallas, divididos entre el área de la cuadrícula. .

La densidad de fracturamiento a nivel regional (Figura 5.1.11) puede definirse como la relación entre la longitud total de las fallas y el área:

$$D_f = \Sigma Lf / S$$

Donde:

D_d es la densidad de fallamiento (en Km/Km^2),

ΣLf es la longitud total de cauces (en Km) y

S es el área total en Km^2.

Las áreas donde existe mayor densidad de fallamiento reflejan procesos erosivos, de remoción de masas y potencialmente de generación de sismos locales.

El análisis del mapa generado refleja una orientación de los valores o una tendencia que alinea las concentraciones en una dirección NE, lo cual es consistente con el sistema de fallas que predomina en la zona, el sistema N45°E. Este mismo sistema afecta a la cuenca de México y define zonas importantes como la falla de la Magdalena Contreras, la falla Satélite, las fallas Tenayuca y Chiquihuite, por mencionar las más importantes dentro del Distrito Federal.

Los valores de concentración máxima de fallamiento se presentan en las partes medias y bajas, donde se han generado grandes cauces que han erosionado estas superficies de debilidad y que conforman lo que hoy es la zona de barrancas de la delegación.

El anexo G2 presenta datos de campo de las fallas encontradas dentro del territorio delegacional. Se pudieron medir pocas fallas debido a la gran urbanización que tiene el área, a la vegetación y al tipo de relieve así como al hecho de que muchos cortes que podrían dejar expuesta alguna falla, presentaban algún tipo de tratamiento geotécnico (muros, concreto lanzado, etc). Los afloramientos donde se pudieron medir fallas son representativos de los rasgos estructurales que afectan a la zona. Consisten en fallas de tipo normal y dentro de los indicadores cinemáticos más comunes se presentan desplazamiento de horizontes guía, brechamiento, fracturamiento conjugado y anastomosado, sigmoides, mineralización y rotura de clastos principalmente.

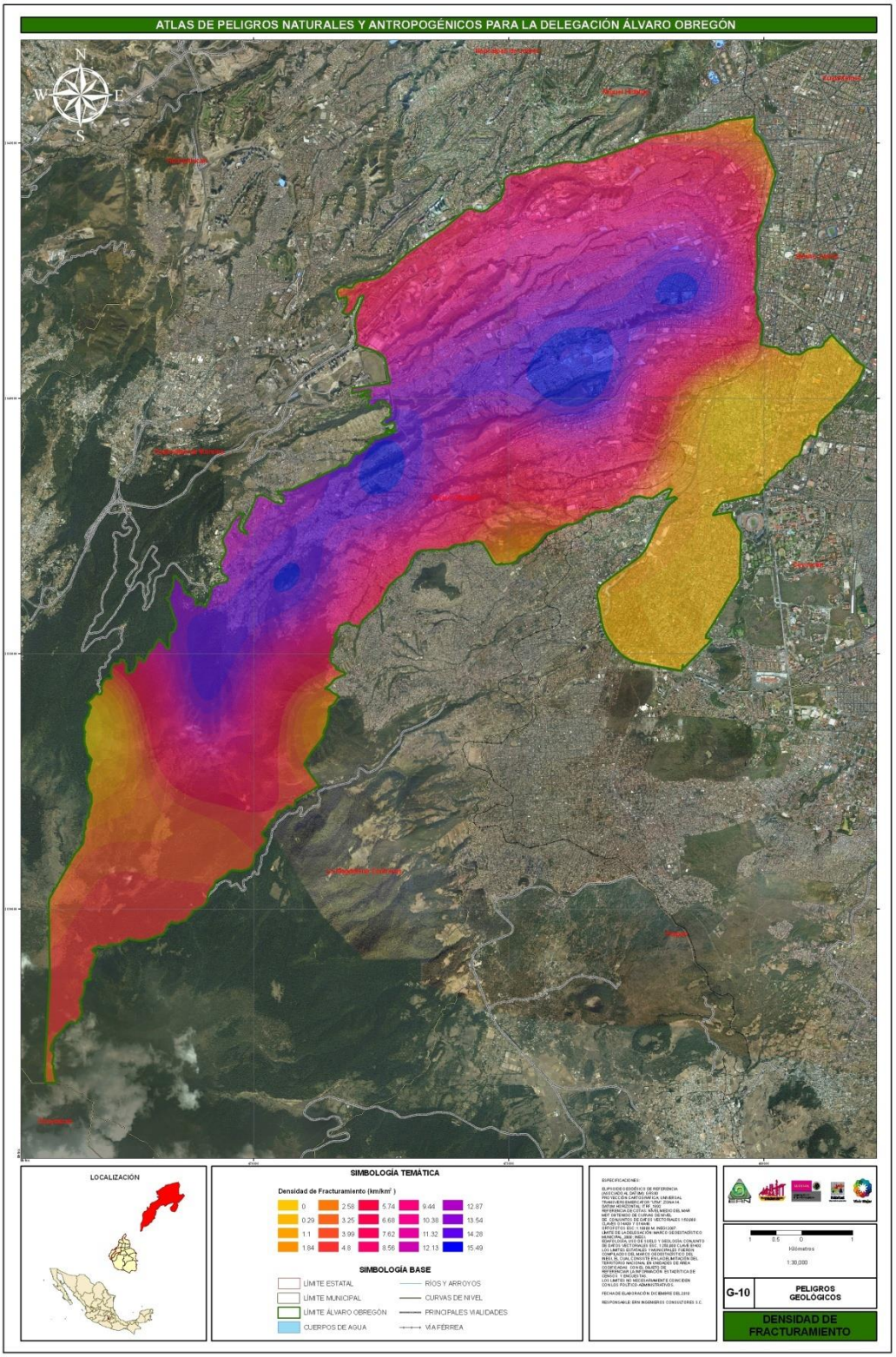


Figura 5.1.11 Mapa de densidad de fallamiento.

Mapa de vegetación

Dentro de las características geomorfológicas de la zona de estudio, la vegetación tiene un papel importante, debido a que influye en las modificaciones del terreno, durante los procesos exógenos. La construcción de este mapa temático se llevó a cabo a partir de la información de la carta de vegetación E1402, escala 1:250,000 del INEGI. Se consideró que las zonas boscosas son menos susceptibles a presentar PRM por el efecto que ejercen las raíces sobre la cubierta de suelo o de regolita, lo cual no sucede en el caso de los pastizales (Figura 5.1.12).

Los tipos de vegetación presentes en la delegación corresponden con los siguientes:
Bosque de Oyamel y Bosque de Pino en las partes altas, correspondiendo con las zonas de reserva ecológica del Desierto de los Leones, así como Bosque de Encino en una pequeña porción en la parte media de la delegación. Asimismo, existen zonas de pastizal inducido en zonas altas.

Zona urbana

En la década de 1940, el área urbana del Distrito Federal comenzó a expandir su territorio de las delegaciones centrales hacia los terrenos desocupados de las delegaciones periféricas. En el transcurso de las décadas siguientes, la población de la Ciudad de México se multiplicó casi cuatro veces en un lapso de 4 décadas. En este sentido, la zona urbana de la Delegación Álvaro Obregón cubre aproximadamente el 65% de su territorio. Se consideró que las áreas sometidas a la urbanización pueden presentar problemas de estabilidad asociados a la influencia antrópica. De manera general se puede mencionar la sobrecarga de las construcciones, los cortes en los taludes ya sea para construcción de caminos o para viviendas, las filtraciones de agua de uso doméstico, la generación escombros o material suelto sobre la pendiente. Todo ello se ve agravado por la utilización de procedimientos constructivos inadecuados, que no toman en cuenta las características y el comportamiento de los materiales, aunado a la falta de mantenimiento y de obras de mitigación de los taludes así generados. El mapa temático de la zona urbana se muestra en la Figura 5.1.13.

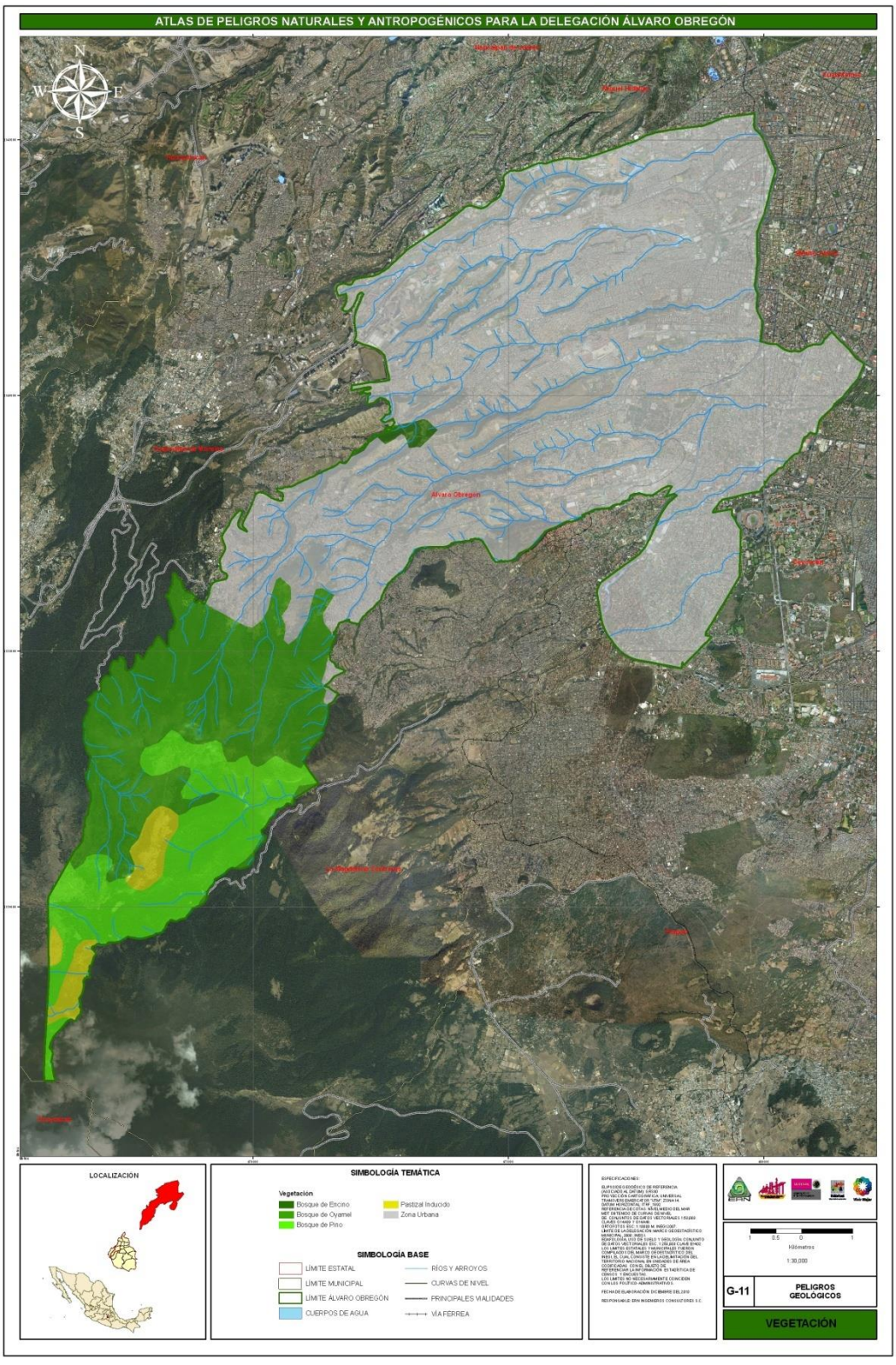


Figura 5.1.12 Mapa de vegetación de la Delegación Álvaro Obregón.

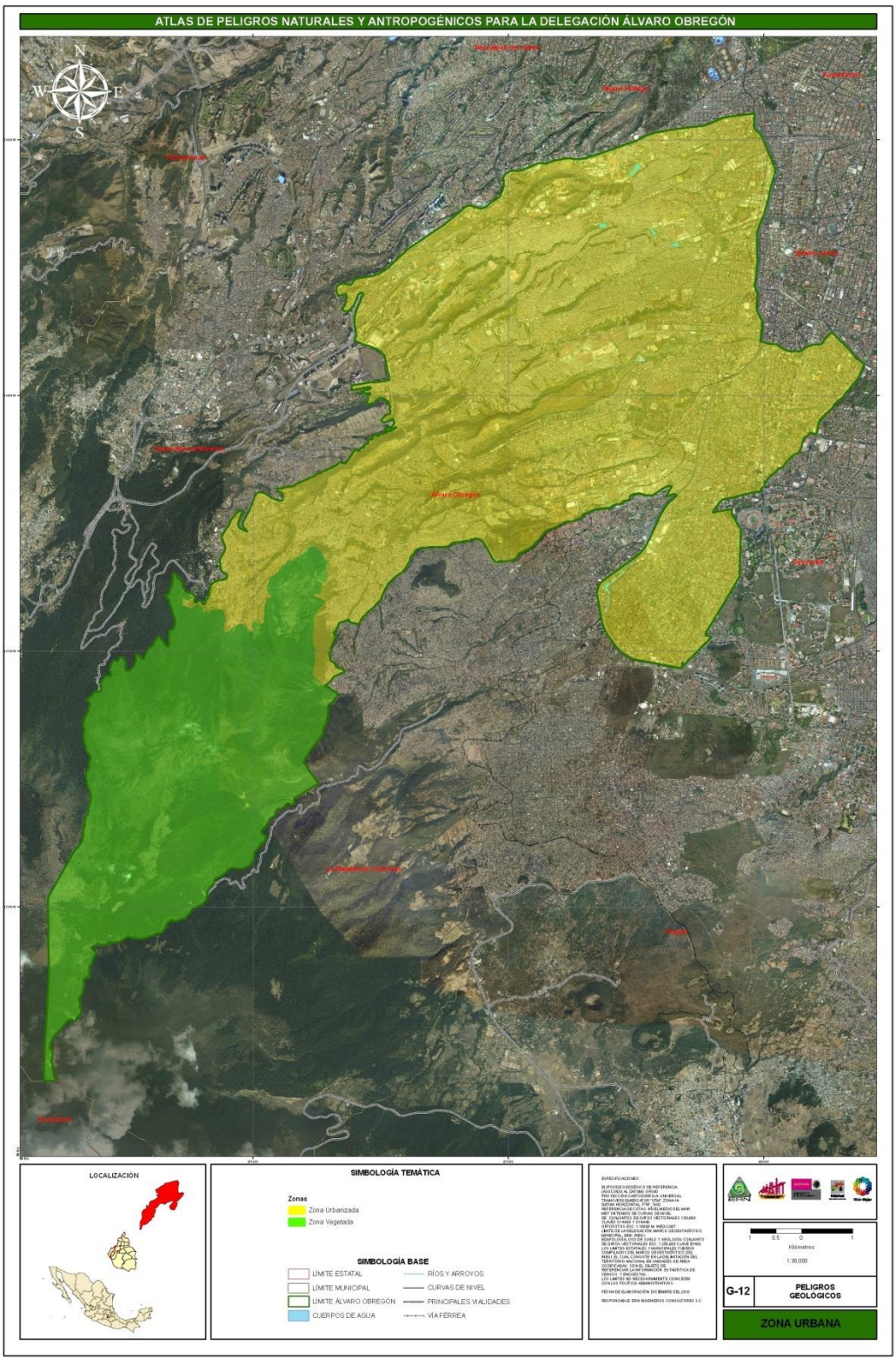


Figura 5.1.13 Zona urbana de la Delegación Álvaro Obregón.

Mapa de inventario de procesos de remoción en masa

El mapa de inventario de los Procesos de Remoción en Masa (PRM), se generó con base en la información proporcionada por la delegación, la cual consiste en la descripción de las solicitudes de apoyo a Protección Civil por parte de los ciudadanos que resultan afectados de manera personal o en su vecindario por estos procesos.

La base de datos proporcionada por la delegación consistió en tablas de excel, la cual se depuró por año, se geo-referenciaron los sitios con presencia de PRM por colonia y calle, se identificó la tipología del PRM involucrado y se identificó en imágenes de satélite (Tabla 5.1.1). Asimismo, con base trabajo de campo, se identificaron zonas críticas donde los PRM tienen afectación sobre la población. Para ello se utilizaron formatos de trabajo donde se capturaron datos tales como: coordenadas, localidad, tipo de movimiento, tipo de materiales y descripciones detalladas de lo observado a fin de tener un panorama completo de la problemática que se presenta por estos procesos.

Toda la información anterior se adecuó en una tabla de datos final, para ingresarla al sistema de información geográfica y exportarla en formato shape y así generar el mapa de inventario de PRM (Figura 5.1.14). Estos puntos de ocurrencia de PRM posteriormente sirvieron paras realizar análisis de peligros y para validar los resultados del mapa de susceptibilidad.

En sí mismos, estos datos o puntos representan áreas de atención donde de requiere tener un monitoreo constante, ya sea porque se hayan implementado soluciones geotécnicas, porque no se hayan realizado obras y los deslizamientos puedan reactivarse, o porque sean zonas recurrentes donde cada año se tengan afectaciones y se requiera de una política de gestión del riesgo, ya sea por reubicaciones temporales o definitivas, demolición de viviendas en alto riesgo, campañas de prevención y de protección civil.

La información detallada del trabajo de campo se presenta en el Anexo G-2, el cual contiene la información del mapeo de rasgos geomorfológicos y de procesos de remoción en masa.

Tabla 5.1.1 Inventario de procesos de remoción en masa.

AÑO	X	Y	CALLES	COLONIA	TIPOLOGIA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES
1999	476344	2139710	N DE LA CALLE TARANGO, SOBRE OYAMEL	SAN CLEMENTE, FRACCIÓN N	DESLIZAMIENTO	N/A	TERRENOS SIN COMPACTAR Y EN ZONA DE ESCURRIMIENTOS
1999	476159	2139034	RIO BALSAS (MANZANA 20)	SAN CLEMENTE FRACCIÓN SUR	N/A	N/A	HAY CONSTRUCCIONES EN EL PIE Y HOMBRO DEL TALUD.
1999	475210	2142759	CORREDOR SANTA FE	EL PUENTE DE LAS CEBADAS	DESPRENDIMIENTO DE BLOQUES	LAHARES, IGNIMBRITAS, PÓMEZ, CENIZAS Y SUELOS.	FUERTE PENDIENTE Y FILTRACIONES DE AGUA
1999	473968	2139002	LOMA TARANGO	EL RUEDO	DESPRENDIMIENTOS	PIROCLASTOS	N/A
1999	471448	2135948	PREDIO NO DEFINIDO	EL CABALLITO	DESLIZAMIENTOS	MATERIAL ÍGNEO. TOBAS Y SUELO ARCILLOSO (2 M)	ACTIVIDAD ANTRÓPICA (CORTES EN LADERAS Y TERRAZAS). PENDIENTES DE 30 A 45°
1999	475720	2140102	5 Y 6	LOMAS DE PUERTA GRANDE	DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS, TALUDES INESTABLES	RELLENOS HETEROGÉNEOS FORMADOS POR CLASTOS EN UNA	N/A
1999	475888	2140179	PREDIO PUERTA GRANDE, MANZ.3,4,6,8,9	PUERTA GRANDE	CAÍDOS Y DESPRENDIMIENTOS	FORMACIÓN TARANGO (ARENAS Y GRAVAS)	PROBLEMÁTICA DESDE 1998
1999	473966	2140214	MANZANA 10, PRED. ATLAMAXAC,	SANTA LUCÍA	DESLIZAMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DE ROCAS	TOBAS DE MATRIZ ARENO-LIMOSA	PROBLEMÁTICA DESDE 1998. SE REQUIEREN MUROS.
2000	476344	2139710	TARANGO Y OYAMEL	SAN CLEMENTE (NORTE)	CAÍDA DE MATERIAL	CAPAS LIMO- ARCILLOSAS, ARENAS Y GRAVAS (TARANGO)	CORTES Y ACCIÓN ANTRÓPICA
2000	473333	2139646	PUEBLO DE SANTA LUCÍA	AMPLIACIÓN DOS RÍOS	CAÍDA DE MATERIAL	CONGLOMERADOS, LIMOS, ARCILLAS	LOTES DE ALTO RIESGO (MZ 1)
2000	476936	2142349	PUERTO ARMUELLES, ENTRE S. CARLOS Y L.CÁRDENAS	AMPLIACIÓN PILOTO (MANZ. 53,54,55,60)	CAÍDA	MATERIAL PIROCLÁSTICO (TARANGO)	ACCIÓN ANTRÓPICA IMPORTANTE
2001	476856	2140842	AV. PROL. 5 DE MAYO,	EX HACIENDA DE TARANGO	N/A	N/A	EXPLOTACIÓN DE MATERIALES A CIELO ABIERTO
2002	475837	2142902	ANDADOR HERMENEGILDO GALEANA	JALALPA	DESLIZAMIENTOS Y DESPRENDIMIENTOS	BRECHA VOLCÁNICA DE MATRIZ ARENOLIMOSA, SUELOS	HAY VIVIENDAS EN EL HOMBRO DEL TALUD
2003	474243	2138755	LAS ÁGUILAS NO. 1820	LOMAS DE GUADALUPE	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2003	475037	2139160	GIAPETOS NO. 134	LOMAS DE LAS ÁGUILAS	DESPRENDIMIENTO	N/A	LA COLONIA CUENTA CON ANTECEDENTES DE DESLIZAMIENTO
2003	473445	2138720	CALZADA LAS ÁGUILAS NO. 1820 Y 1828.	LOMAS DE AXIOMATLA Y GPE.	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2004	477823	2143183	ORUREÑOS Y MENDOCINOS	LA PRESA, SEC. HORNOS	DESLIZAMIENTO Y FLUJOS DE DETRITOS	N/A	PENDIENTE DE 70-75°
2004	476894	2140517	N/A	PROF. ARTURO LÓPEZ	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2005	475683	2138735	BAJADA DE LA PEÑITA, PREDIO 12	TETELPAN	DESLIZAMIENTOS	N/A	N/A
2006	475626	2140732	SAN LUIS POTOSI	VALENTÍN GOMEZ FARIAS	FLUJO	N/A	N/A
2006	475993	2142496	CDA. DE ANIBAL PINTO	PRESIDENTES 2DA AMP.	DESLIZAMIENTO ROCA Y LODO	N/A	N/A
2006	473743	2137779	CAÑADA	RINCON DE LA BOLSA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2006	473623	2141129	STA. FE	CORPUS CHRISTY 2DO. REAC	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2006	473862	2138552	TARANGO	AMP. AGUILAS	FLUJO	N/A	N/A
2007	471644	2136110	NOCHE BUENA	LOMAS DE CHAMONTOYA	VOLTEO	N/A	N/A
2007	476305	2138471	CDA. DEL JARAL	TETELPAN	FLUJO	N/A	N/A
2007	473060	2136858	PINO	LOS CEDROS	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	475268	2141973	ENCINO	GARCIMARRERO	FLUJO	N/A	N/A
2007	472446	2136336	5TA DE MARGARITAS	LOMAS DE LA ERA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	472136	2136080	CDA. DE AZALEA	LOMAS DE LA ERA	FLUJO	N/A	N/A
2007	472886	2136532	CDA. DEL PINO	LOS CEDROS	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	475575	2140150	YUNCAS	TLACUITLAPA 2DA SEC	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	476123	2142551	PEDRO AGUIRRE	AMP. PRESIDENTES 2DA SEC	FLUJO	N/A	N/A
2007	477222	2141451	CALLE 27	OLIVAR DEL CONDE 2DA. SEC	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	475854	2142335	PUERTO ARISTA	PILOTO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	475974	2142624	AV. JUCHIQUE	JALALPA 2DA AMP.	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	476289	2139710	AND. 6-A DE ESCOLLO	AMP. AGUILAS	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	476766	2139399	LLANURA	AMP. AGUILAS	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	473482	2139631	TARANGO	2DO. PARQUE AMP. LAS AGUILAS	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	471996	2137102	CALZ. DESIERTO DE LOS LEONES	SAN BARTOLO AMEYALCO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	470726	2137311	CAMINO VIEJO A MIXCOAC	SAN BARTOLO AMEYALCO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2007	474075	2137167	FELIPE ANGELES	TORRES DE POTRERO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	476447	2141943	CALLE 36	GALEANA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	475923	2140174	ROSA VIOLETA	PUERTA GRANDE	FLUJO	N/A	N/A
2008	471124	2137916	1a CDA. CAMINO VIEJO A MIXCOAC	SAN BARTOLO AMEYALCO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	476274	2138460	PILANCON	TETELPAN	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	477897	2140044	EMBOCADURA	LOS ALPES	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	476655	2142330	PUERTO SAN CARLOS	PILOTO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	476088	2141745	PUERTO OBREGÓN	AMP. PILOTO	FLUJO	N/A	N/A
2008	476697	2142166	CDA. PUERTO CASTILLA	AMP. PILOTO	FLUJO	N/A	N/A
2008	476886	2142372	CDA. PUERTO MUELLES	AMP. PILOTO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	475141	2140447	SIN UBICACIÓN PRECISA	TEPEACA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	474349	2140494	CDA. DE GLADIOLA	PUERTA GRANDE	FLUJO	N/A	N/A
2008	474488	2137380	FRESNO	TORRES DE POTRERO	FLUJO	N/A	N/A
2008	476100	2138852	DEL RECUERDO	TETELPAN	FLUJO	N/A	N/A
2008	473002	2136703	LIRIOS	LOS CEDROS	FLUJO	N/A	N/A
2008	475597	2139518	CDA. PUENTE JAMAPA	PUENTE COLORADO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	472217	2136513	CDA. FRANCISCO VILLA	TLACOYAQUE	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	472250	2136346	EMILIANO ZAPATA	TLACOYAQUE	FLUJO	N/A	N/A
2008	471633	2136308	CDA. NOPALERA	AMP. TLACOYAQUE	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	473350	2140091	SAN ISIDRO ALTO LERMA	SANTA LUCIA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	471528	2136148	ARBOLEDAS	TLACOYAQUE	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2008	472511	2135798	OYAMETLA	LOMAS DE LA ERA	FLUJO	N/A	N/A
2008	472434	2135945	LA PAZ	LOMAS DE LA ERA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	476612	2142087	CALLE 34	OLIVAR DEL CONDE 2DA SEC.	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	476710	2142271	PUERTO YUCALPETEN	AMP. PILOTO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	470309	2137226	CALZ. DESIERTO DE LOS LEONES	SANTA ROSA XOCHIAC	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	476348	2141839	AND. HALCON	GALEANA	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	474782	2141149	TLAXCALA	LA ARAÑA	FLUJO	N/A	N/A
2009	473695	2137613	AV. DE LAS ROSAS	TORREA DE POTRERO	FLUJO	N/A	N/A
2009	470622	2137311	CDA. DE AZOYAPAN	SANTA ROSA XOCHIAC	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	471796	2135613	PRIV. NARANJO	LOMAS DE CHAMONTOYA	FLUJO	N/A	N/A
2009	475890	2138935	BARRANQUILLA	TETELPAN	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	472934	2136596	TULIPANES	LOMAS DE LOS CEDROS	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2009	471610	2136139	GARDENIA NORTE	LOMAS DE LA ERA	FLUJO	N/A	N/A
2010	477315	2141544	CALLE 26	OLIVAR DEL CONDE 2DA SEC.	NO MENCIONA	N/A	N/A
2010	476862	2142229	CALLE 30	OLIVAR DEL CONDE 2DA SEC.	N/A	GRAVAS ARENAS Y LIMOS	N/A
2010	476541	2141933	CALLE 36	OLIVAR DEL CONDE 3RA SEC.	FLUJO	N/A	N/A
2010	474930	2140005	RET. DE LAS PALMAS	TLACUITLAPA	FLUJO	GRAVAS ARENAS Y LIMOS	PENDIENTE DE 85°
2010	472024	2137942	2DA PRIVADA DE CEDRAL	SAN BARTOLO AMEYALCO	DESLIZAMIENTO	LIMO-ARCILLOSO	N/A
2010	470252	2137623	BUENA VISTA	SANTA ROSA XOCHIAC	N/A	LIMO-ARCILLOSO	N/A
2010	475288	2139342	ESTORNINOS	LOMAS DE LAS AGUILAS	DESLIZAMIENTO	GRAVAS Y ARENAS	N/A
2010	471463	2136973	1RA CERRADA DE PALMAS	SAN BARTOLO AMEYALCO	DESLIZAMIENTO	LIMO-ARCILLOSO	PENDIENTE DE 70°
2010	474819	2140853	TANTALO	AVE REAL	DESLIZAMIENTO	DEPÓSITO PUMITICO	PENDIENTE DE 70°
2010	475131	2140455	URRACA	TEPEACA	DESLIZAMIENTO	ARENAS Y LIMOS	N/A
2010	474129	2139698	RAQUEL BANDA	BOSQUES DE TARANGO	DESLIZAMIENTO	N/A	N/A
2010	473592	2139650	LOMAS DE TARANGO	LOMAS DE TARANGO	NO MENCIONA	GRAVAS ARENAS Y LIMOS	N/A
2010	475617	2138832	BAJADA DE LA PEÑITA	LA JOYITA	DESLIZAMIENTO	GRAVAS Y ARENAS	N/A
2010	476339	2140407	CALLE 6	LA MARTINICA	DESLIZAMIENTO	GRAVAS Y ARENAS	PENDIENTE DE 45°
2010	473875	2140485	ANDADOR SAN MARCOS	TEPEACA	N/A	ARENAS Y LIMOS	N/A
2010	476065	2138503	CERRADA DE POTRERO	TETELPAN	DESLIZAMIENTO	GRAVAS ARENAS Y LIMOS	N/A
2010	475642	2138885	TRAS EL RANCHO	TETELPAN	VOLTEO	GRAVAS Y ARENAS	PENDIENTE DE 80°

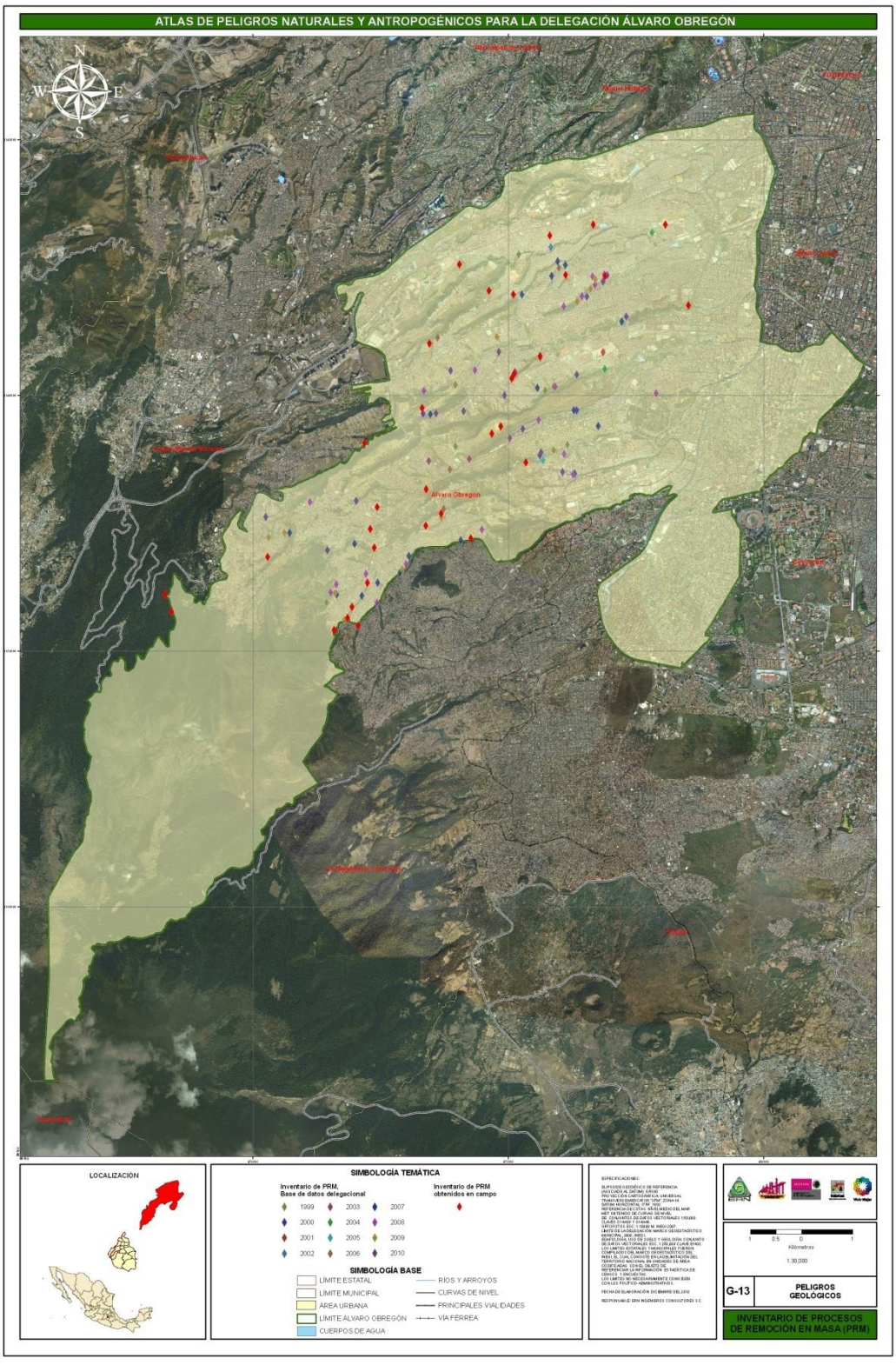


Figura 5.1.14 Mapa de inventario de puntos de PRM.

Metodología para el análisis de la susceptibilidad

El método usado está basado en la sobreposición y ponderación de mapas temáticos que representan variables que inciden en la generación de procesos de remoción en masa. En esencia, la metodología empleada por ERN sigue los lineamientos generales establecidos por la SEDESOL y el Servicio Geológico Mexicano (SGM) en la "Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a Nivel Ciudad (Identificación y Zonificación)" edición 2004, en lo referente al tipo y uso de la información. De esta forma se tomaron como mapas base la topografía digital, modelos digitales de elevación y como mapas temáticos, el mapa geológico, el mapa de densidad de drenaje y de fracturamiento, altura, pendientes, entre otros.

Asimismo, se realiza una adaptación de los criterios establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", tomando en cuenta la complejidad de la zona a estudiar, el nivel de representación de los resultados y la información disponible. Las características geomorfológicas del área de estudio fueron obtenidas mediante la construcción de los mapas temáticos en el programa ArcGis 9.2 (ArcMap 9.2). Los mapas fueron desarrollados a partir del modelo digital de elevación (MDE) utilizando los datos vectoriales de las cartas topográficas del INEGI 1:50,000 E14A39 y E14A49, cartas topográficas 1:20,000 E14A39A, E14A39B, E14A39E y E14A49A; y fotografías aéreas de vuelos 1:40, 000 del INEGI.

Los mapas de susceptibilidad tienen como objetivo mostrar las zonas críticas donde potencialmente se pueden presentar procesos de remoción en masa a partir de la combinación de variables que ejercen influencia en la generación de los mismos. La susceptibilidad puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso, expresada en diversos grados cualitativos y relativos (González, 2002).

Moreiras (2005) menciona de manera sencilla que la susceptibilidad se define como la propensión de una ladera a presentar un tipo de movimiento, lo cual depende de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, que pueden ser intrínsecos a los propios materiales geológicos o externos. El término susceptibilidad hace referencia a la predisposición del terreno a la ocurrencia de procesos de remoción en masa y no implica el aspecto temporal del fenómeno.

La ocurrencia de PRM está relacionada con factores, como la litología, estructura geológica, hidrogeología, topografía, clima, sismicidad e influencia antrópica, entre otros (Irigaray et al., 1999). Tomar en cuenta todos los factores es una tarea compleja y laboriosa. La geología y la pendiente se consideran como factores fundamentales para la ocurrencia de PRM (Brabb et al., 1972; Capra, 2003) y se consideran como los insumos principales en la generación de mapas de susceptibilidad que consideren más variables.

Para determinar la susceptibilidad del terreno a presentar remociones en masa se utilizaron mapas temáticos que representan variables de tipo condicionante que inciden para su ocurrencia. La técnica usada está basada en la combinación de dos métodos, el de Jerarquías Analíticas usado para determinar el peso de cada variable y el método del Índice Potencial de Susceptibilidad (SPI por sus siglas en inglés) para combinar todas las variables y sus clases a fin de determinar las áreas donde éstas se conjugan de manera desfavorable.

Los mapas o variables empleadas en el análisis son:

- Litología
- Pendiente
- Altura
- Drenaje
- Concavidad
- Circos de erosión
- Fallas
- Vegetación
- Área urbana

El método de la Matriz de Jerarquías Analíticas (MJA) fue propuesto por el autor Saaty (1980) y se basa en el desarrollo de prioridades, en este caso la importancia del criterio para la generación de PRM, derivadas a su vez de la evaluación de concordancia de pares de criterios. Luego de identificar los pares de criterios, estos son cualificados y cuantificados de acuerdo a la importancia de un criterio con respecto al otro, para de esta forma asignar puntajes, mismos que son ingresados a una matriz, convirtiendo esta evaluación subjetiva en un conjunto de pesos lineares (Tabla 5.1.2). De esta forma se obtiene la ponderación o peso que tiene cada variable, en este caso sobre la generación de PRM (Tabla 5.1.3).

Tabla 5.1.2 Ponderación para la Matriz de Jerarquías Analíticas.

Nivel de importancia	Definición	Descripción
1	Igual preferencia	Los dos criterios (i,j) contribuyen de igual manera al proceso de remoción considerado
2	Moderada preferencia	El factor (i) es moderadamente más influyente que el factor (j) para el proceso de remoción considerado
3	Gran preferencia	El factor (i) es mucho más influyente que el factor (j) para el proceso de remoción considerado
4	Absoluta preferencia	El factor (i) es absolutamente más influyente que el factor (j) para el proceso de remoción considerado

Tabla 5.1.3 Ponderaciones obtenidas para las variables empleadas en este estudio.

Método de las Jerarquías Analíticas

		j									Factor de ponderación
		Litología	Pendiente	Altura	Drenaje	Concavidad	Circos de Erosión	Fallas	Vegetación	Área Urbana	(xij)/n	(xij/n)/Σ (xij/n)
x	Litología	1.00	0.25	3.00	3.00	2.00	0.50	0.33	0.50	3.00	1.51	0.12
	Pendiente	4.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.56	0.21
	Altura	0.33	0.33	1.00	1.00	3.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.85	0.07
	Drenaje	0.33	0.33	1.00	1.00	3.00	0.50	0.33	0.50	2.00	1.00	0.08
	Concavidad	0.50	0.25	0.33	0.33	1.00	0.33	0.25	0.50	0.33	0.42	0.03
	Circos de Erosión	2.00	0.50	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.44	0.12
	Fallas	3.00	0.50	2.00	3.00	4.00	1.00	1.00	2.00	3.00	2.17	0.17
	Vegetación	2.00	0.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.50	1.00	1.00	1.44	0.12
	Área Urbana	0.33	0.33	2.00	0.50	3.00	1.00	0.33	1.00	1.00	1.05	0.08
										Σ (xij/n)	12.45	1.00

Todas estas variables fueron convertidas en formato raster dentro del Sistema de Información Geográfica (SIG) y cada una representa una variable independiente de la base de datos espacial. Cada una de estas variables fue agrupada en distintas clases y a cada clase se le asignó un valor de influencia o valor de clase, que representa el grado de susceptibilidad de la misma. El grado de significancia de cada clase se obtiene multiplicando el valor de influencia de clase por el valor de la ponderación que tiene cada variable (Tabla 5.1.4)

La susceptibilidad total fue calculada con base en el Índice Potencial de Susceptibilidad, el cual expresa la combinación de los diferentes mapas o variables (incluidas sus respectivas clases) en un solo mapa, obtenido mediante la siguiente regla de combinación (Foumelis et al., 2004):

IPS= Σ(Peso de la variable x Valor de clase)/número de variables.

El valor obtenido se reclasifica para determinar los diferentes niveles de susceptibilidad: bajo, medio y alto.

Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa

El mapa de susceptibilidad muestra las áreas críticas donde se combinan de manera desfavorable las variables estudiadas (Figura 5.1.15). Resaltan las zonas de barrancas, las partes altas y escarpadas, afectadas por fallas y circos de erosión, producto del tectonismo y de colapsos volcánicos respectivamente. Este mapa muestra las zonas con mayor potencial a presentar PRM y los resultados pueden ser usados con fines de prevención y monitoreo de laderas en el territorio delegacional. Asimismo, se incluyen los puntos de ocurrencia de PRM para validar los resultados. Se observa que los puntos donde han ocurrido remociones coinciden con las zonas de media y alta susceptibilidad.

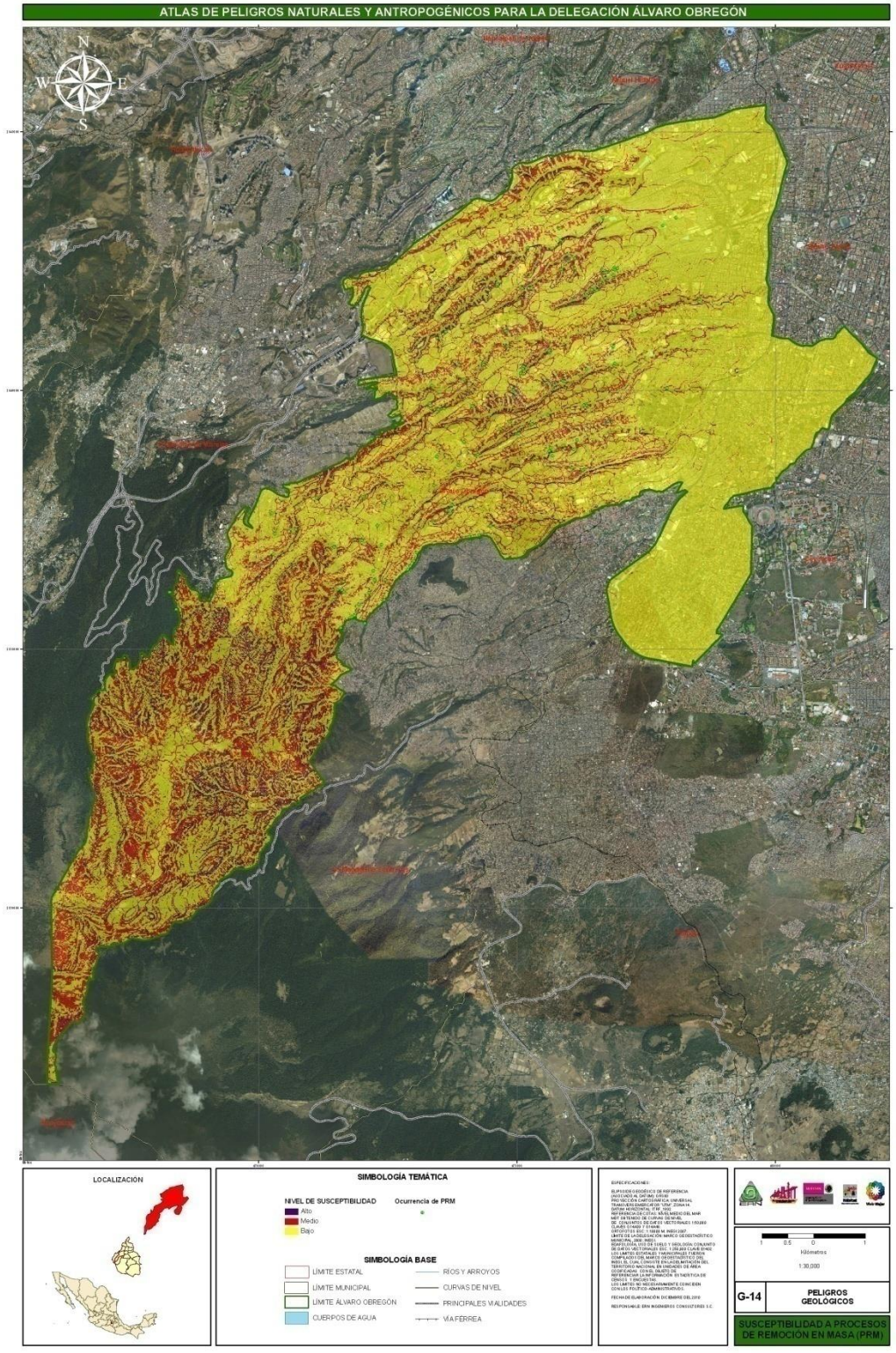


Figura 5.1.15 Mapa de susceptibilidad a PRM.

Aquellos puntos donde existen PRM pero que coinciden con zonas de baja susceptibilidad, bien pueden reflejar problemas locales de estabilidad o ser detonados por cuestiones antrópicas que a la escala de trabajo no se pueden tomar en cuenta (fugas de agua, cortes y excavaciones, obras civiles sin control ni planificación, etc).

Tabla 5.1.4 Ponderación relativa de los factores que influyen en la generación de PRM.

Mapa temático (X)	Clase	Valor de clase (influencia)	Peso	Grado de importancia
Litología	Basalto	1	0.12	0.12
	Dacita	2		0.24
	Andesita	3		0.36
	Flujos de Bloques y Ceniza	4		0.48
	Lahar	5		0.6
	Depósitos Aluviales	6		0.72
Pendiente (°)	0-15	1	0.21	0.21
	15-30	2		0.42
	30-45	3		0.63
	45-60	4		0.84
	< 60	5		1.05
Altura (m)	<2260	1	0.07	0.07
	2261-2560	2		0.14
	2561-2860	3		0.21
	2861-3160	4		0.28
	3161-3460	5		0.35
	3461-3760	6		0.42
	>3760	7		0.49
Distancia a drenaje (m)	>20	1	0.08	0.08
	≤20	2		0.16
Distancia de Lineamientos (m)	>50	1	0.17	0.17
	≤50	2		0.34
Distancia de Circos de Erosión (m)	>20	1	0.12	0.12
	≤20	2		0.24
Cobertura de la Vegetación	Árboles	1	0.12	0.12
	Pastizal	2		0.24
Concavidad	Convexa	1	0.03	0.03
	Plana	2		0.06
	Cóncava	3		0.09
Urbanización	No	1	0.08	0.08
	Si	2		0.16
			Σ=1	

Para contar con mapas diseñados específicamente para aplicaciones directas, ya sea en campo o en gabinete, se presentan los resultados a mayor escala (Figuras 5.1.16 a 5.1.19), tomando en cuenta los rasgos más importantes de la simbología base para contar con elementos que permitan una rápida ubicación en cuanto a vialidades y sitios de interés, facilitando acciones de planeación y atención a emergencias.

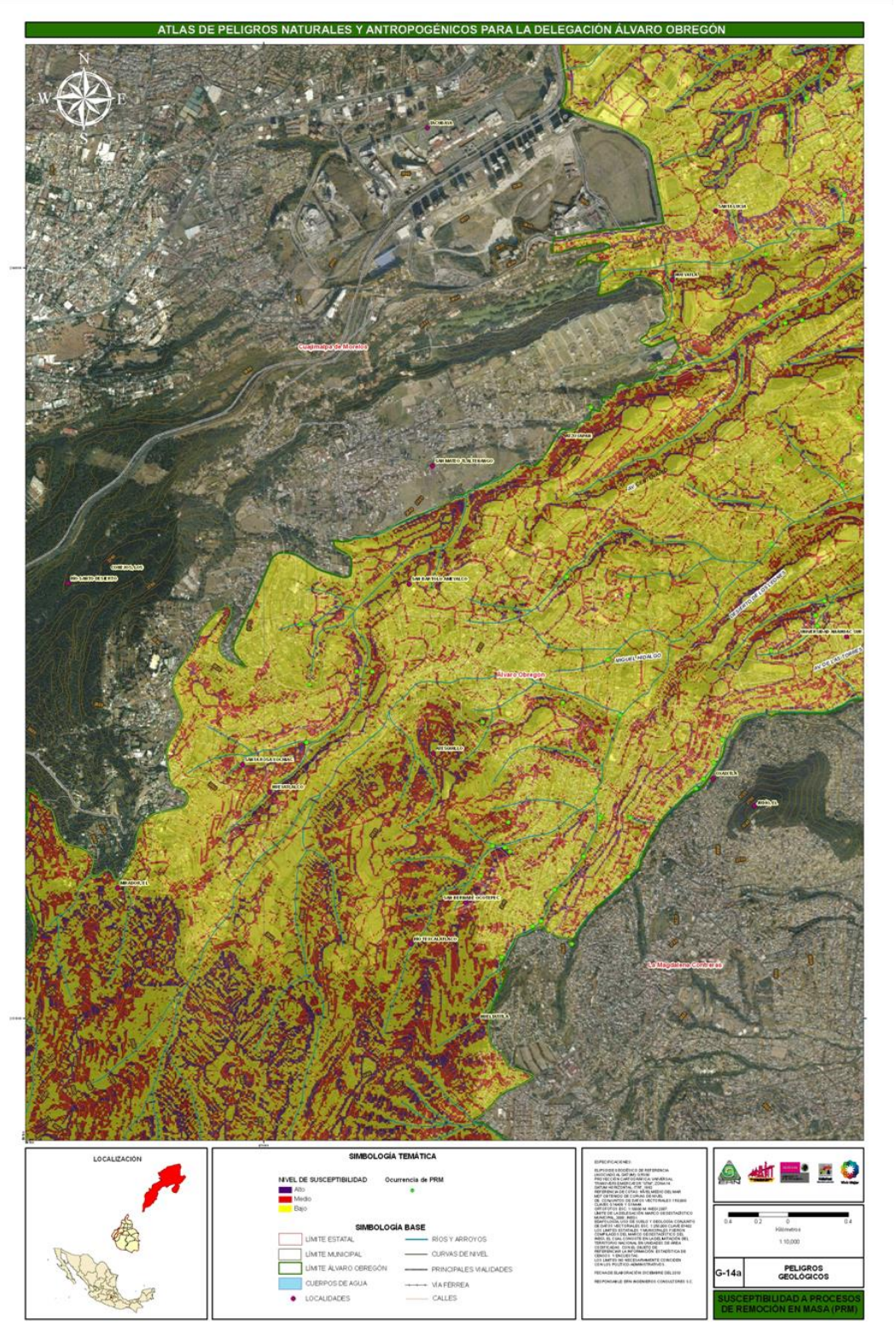


Figura 5.1.16 Mapa de susceptibilidad a PRM.

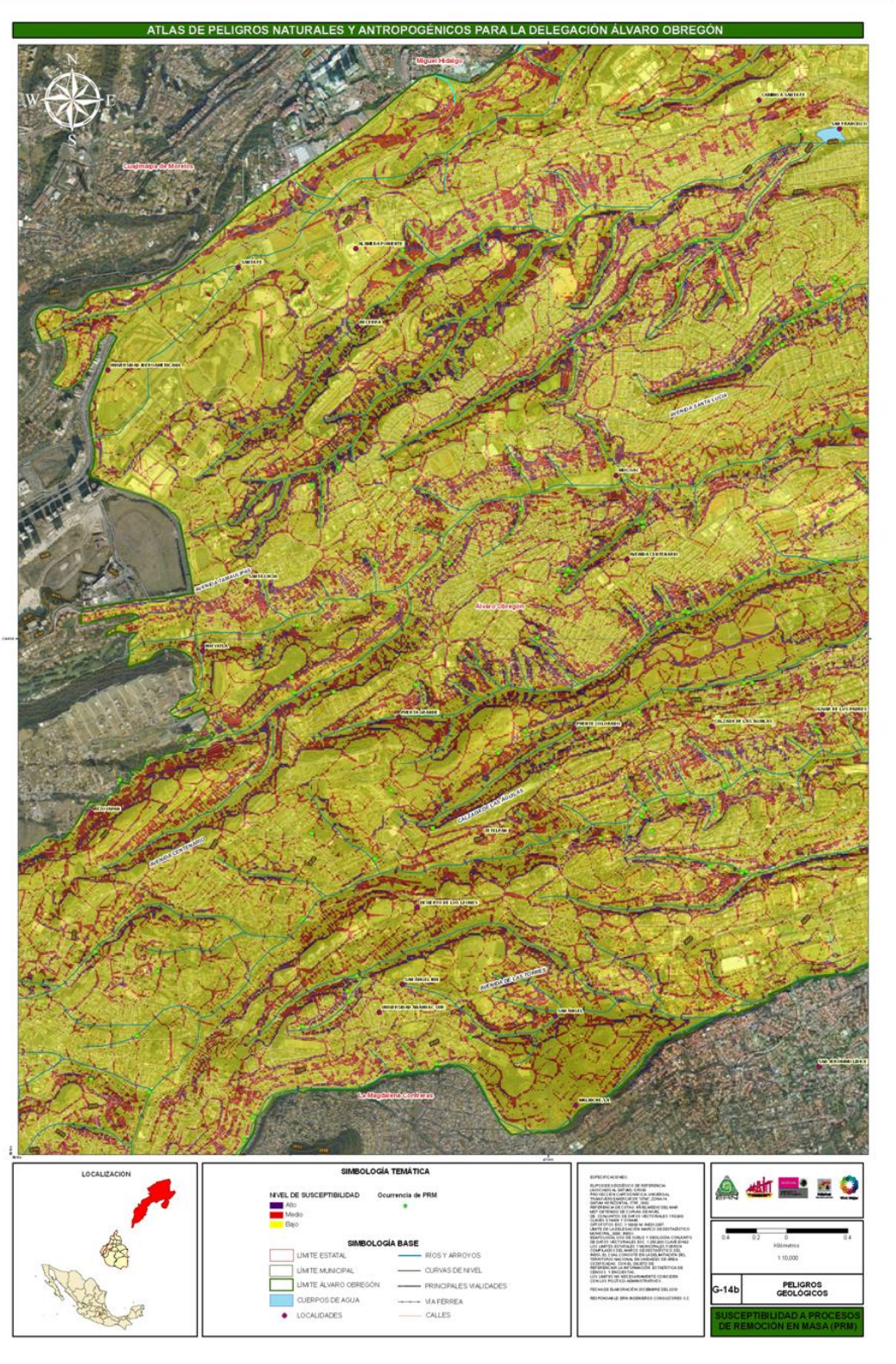


Figura 5.1.17 Mapa de susceptibilidad a PRM.

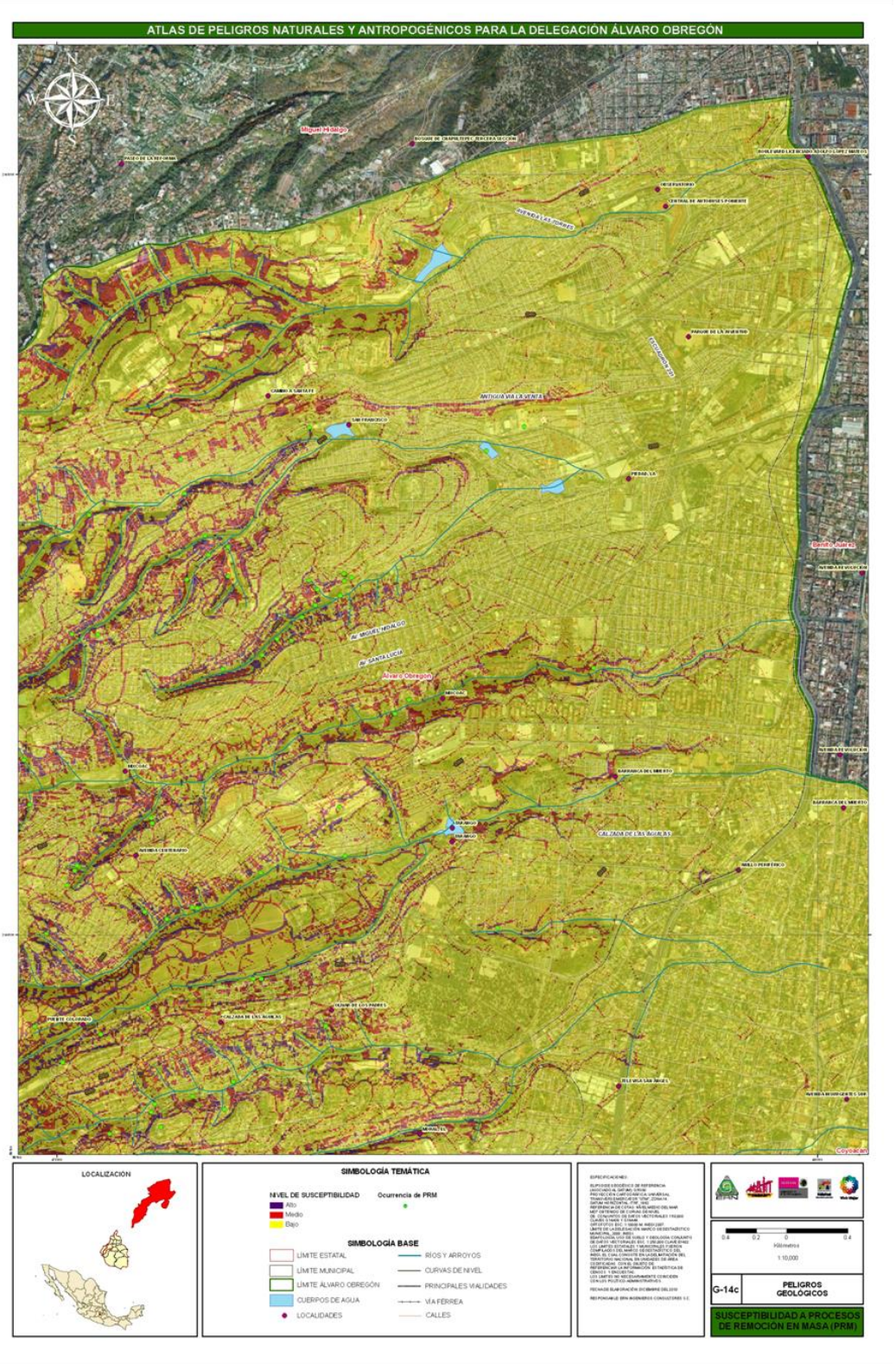


Figura 5.1.18 Mapa de susceptibilidad a PRM.

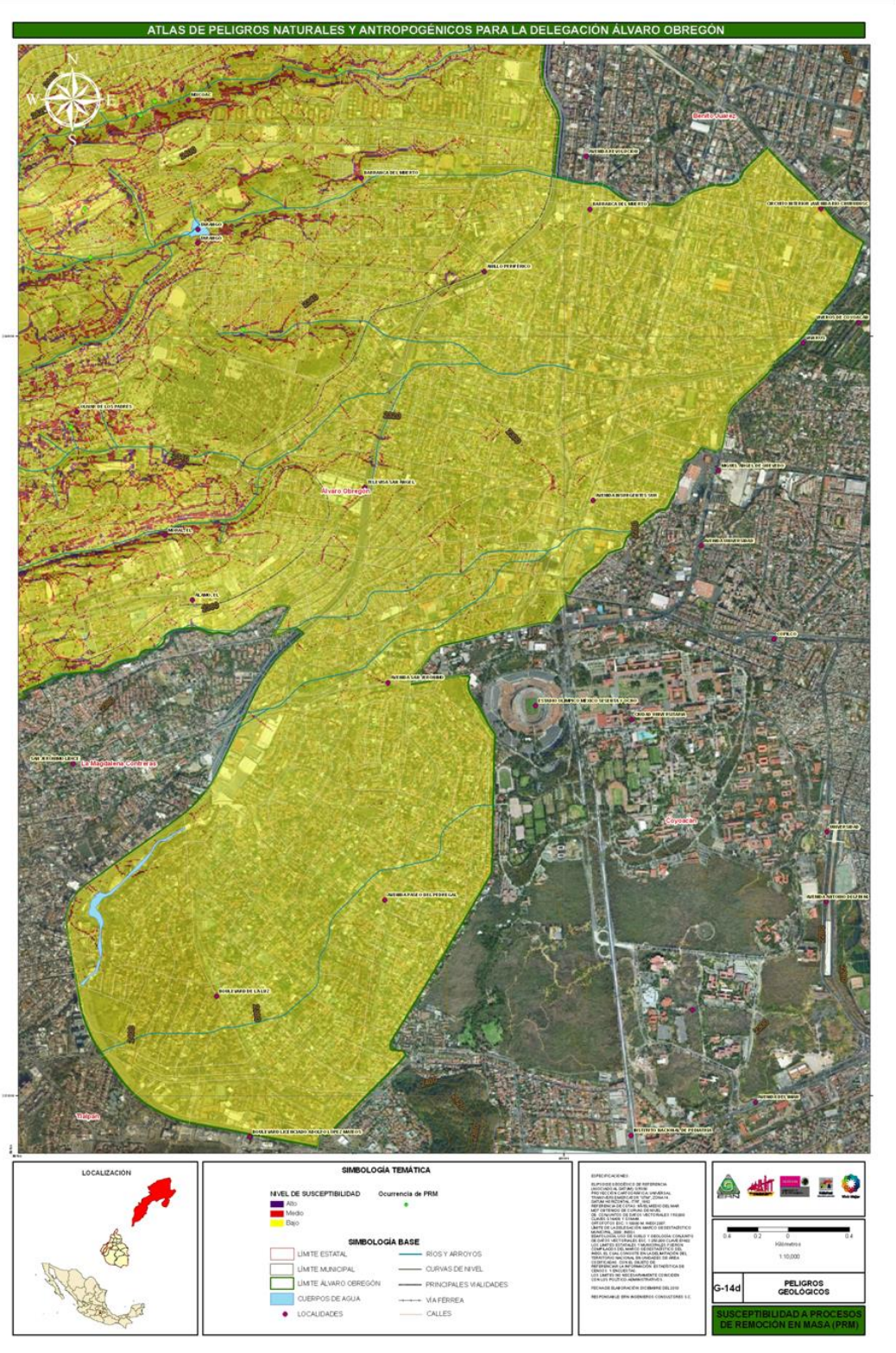


Figura 5.1.19 Mapa de susceptibilidad a PRM.

Metodología para el análisis del peligro por procesos de remoción en masa

Para generar el mapa de peligros se usó le metodología del Índice de Peligro Potencial (IPP), la cual está basada en obtener las relaciones de frecuencia de los deslizamientos para cada clase de cada variable, mediante la fórmula:

$$IPP = Wr_1 + Wr_2 + \ldots + Wrn$$

Donde Wr representa cada mapa temático ponderado.

La ponderación de cada mapa temático y de sus clases se basa en uno de los modelos probabilísticos, el método de Relación de Frecuencias:

$$Wri = \%\ PRM\ /\ \%\ del\ dominio\ de\ clase.$$

Las variables consideradas en el análisis son:

- Mapa de inventarios (que incluye el inventario georreferenciado de la Delegación así como los puntos de campo donde se observaron procesos)
- Litología
- Pendiente
- Altimetría
- Densidad de drenaje
- Densidad de fracturamiento
- Aspecto

En otros estudios realizados en diversas partes del mundo, estas variables han demostrado ser importantes y tener una influencia preponderante en la delimitación de zonas de peligro por procesos de remoción en masa. Por ejemplo, en los montes Apeninos, en Italia (Magliulo et al., 2008); en la zona montañosa del sur de Camboya (Lee y Sambath, 2006); en la provincia de Asaryusu, al NW de Turquía (Süzen y Doyuran, 2003) y en el departamento de Minamata, en Japón (Wang y Sassa, 2005) por mencionar algunos casos en distintas regiones.

El peso o ponderación que recibe cada variable es diferente en función de las características propias de cada región, pero la combinación de todas ellas, invariablemente refleja las áreas del relieve donde se conjugan de manera desfavorable para generar los distintos tipos de PRM. Asimismo, el considerar el inventario de PRM en los análisis, sirve para reconocer las características del relieve en los sitios donde se han presentado y así poder extrapolarlas a zonas que, aunque no presenten casos de PRM, tengas características similares. La tabla 5.1.5 muestra las variables y sus relaciones de frecuencias. Estos valores obtenidos sirven para confeccionar el mapa de peligros.

El porcentaje de clase se obtiene dividiendo el área que abarca cada clase entre el área total, que es de 96.06 km^2. Asimismo, el porcentaje de PRM en cada clase se obtiene dividiendo el número de PRM que existen en cada clase entre el número total de PRM considerado, que es de 121. Así, la relación de frecuencia resulta de dividir el porcentaje de PRM entre el porcentaje de clase.

Tabla 5.1.5 Ponderación de las variables basada en la relación de frecuencia.

Factor	Clase (rango o tipo)	Área de clase (km^2)	Porcentaje de clase (% clase)	Numero de PRM	Porcentaje de PRM (% PRM)	Relación de frecuencia *Wri*: %PRM / %de clase
Pendiente (°)	0-15	62.85	65.43	52	42.975	0.657
	15-30	24.96	25.98	54	44.628	1.718
	30-45	7.65	7.96	15	12.397	1.557
	45-60	0.55	0.57	0	0.000	0.000
	>60	0.05	0.05	0	0.000	0.000
Altimetría (m.s.n.m)	<2260	33.47	34.84	31	25.620	0.735
	2261-2560	25.73	26.79	57	47.107	1.759
	2561-2860	7.97	8.30	31	25.620	3.088
	2861-3160	5.96	6.20	2	1.653	0.266
	3161-3460	7.84	8.16	0	0.000	0.000
	3461-3760	10.23	10.65	0	0.000	0.000
	>3761	4.86	5.06	0	0.000	0.000
Litología	Andesita	13.129	13.67	0	0.000	0.000
	Basalto	5.54	5.77	0	0.000	0.000
	Dacita	8.448	8.79	0	0.000	0.000
	Depositos aluviales	19.43	20.23	24	19.835	0.981
	Depositos lacustres	3.2	3.33	0	0.000	0.000
	Flujo de bloques y ceniza	8.21	8.55	32	26.446	3.094
	Lahar	38.1	39.66	65	53.719	1.354
Densidad de drenaje (km/km^2)	0-0.08	4.66	4.85	0	0.000	0.000
	0.08-0.87	4.18	4.35	0	0.000	0.000
	0.87-1.63	13.58	14.14	11	9.091	0.643
	1.63-2.38	13.91	14.48	18	14.876	1.027
	2.38-3.24	9.47	9.86	5	4.132	0.419
	3.24-4.09	11.41	11.88	14	11.570	0.974
	4.09-4.85	14.12	14.70	24	19.835	1.349
	4.85-5.61	12.25	12.75	32	26.446	2.074
	5.61-6.43	7.68	7.99	16	13.223	1.655
	6.43-7.31	4.82	5.02	1	0.826	0.165
Densidad de fallas (km/km^2)	0-0.29	11.05	11.50	0	0.000	0.000
	0.29-1.84	4.01	4.18	0	0.000	0.000
	1.84-3.25	4.94	5.14	0	0.000	0.000
	3.25-4.8	13.17	13.71	2	1.653	0.121
	4.8-6.68	7.57	7.88	5	4.132	0.524
	6.68-8.56	9.21	9.59	16	13.223	1.379
	8.56-10.38	9.78	10.18	13	10.744	1.055
	10.38-12.3	10.22	10.64	28	23.140	2.175
	12.3-13.54	13.43	13.98	31	25.620	1.833
	13.54-15.49	12.70	13.22	26	21.488	1.626
Aspecto	Planas	15.88	16.53	4	3.306	0.200
	N	7.77	8.09	25	20.661	2.554
	NE	5.99	6.23	6	4.959	0.796
	E	9.33	9.71	11	9.091	0.936
	SE	17.26	17.97	12	9.917	0.552
	S	11.99	12.48	12	9.917	0.795
	SW	6.98	7.27	5	4.132	0.569
	W	8.26	8.60	16	13.223	1.538
	NW	12.63	13.15	30	24.793	1.886

Finalmente el Índice de Peligro Potencial se obtiene:

$IPP = (PENDIENTE)_{r1} + (ASPECTO)_{r2} + (DENSIDAD\ DE\ DRENAJE)_{r3} + (DENSIDAD\ DE\ FRACTURAMIENTO)_{r4} + (LITOLOGIA)_{r5} + (ALTIMETRÍA)_{r6}$

El mapa resultante de peligros se muestra en la Figura 5.1.20, donde se aprecia que los puntos de PRM coinciden con las zonas de ALTO peligro.

Asimismo, se presentan mapas a mayor escala (Figuras 5.1.21 a 5.1.24), diseñados específicamente para aplicaciones directas, ya sea en campo o en gabinete, con elementos que permitan una rápida ubicación en cuanto a vialidades y sitios de interés, facilitando acciones de planeación y atención a emergencias.

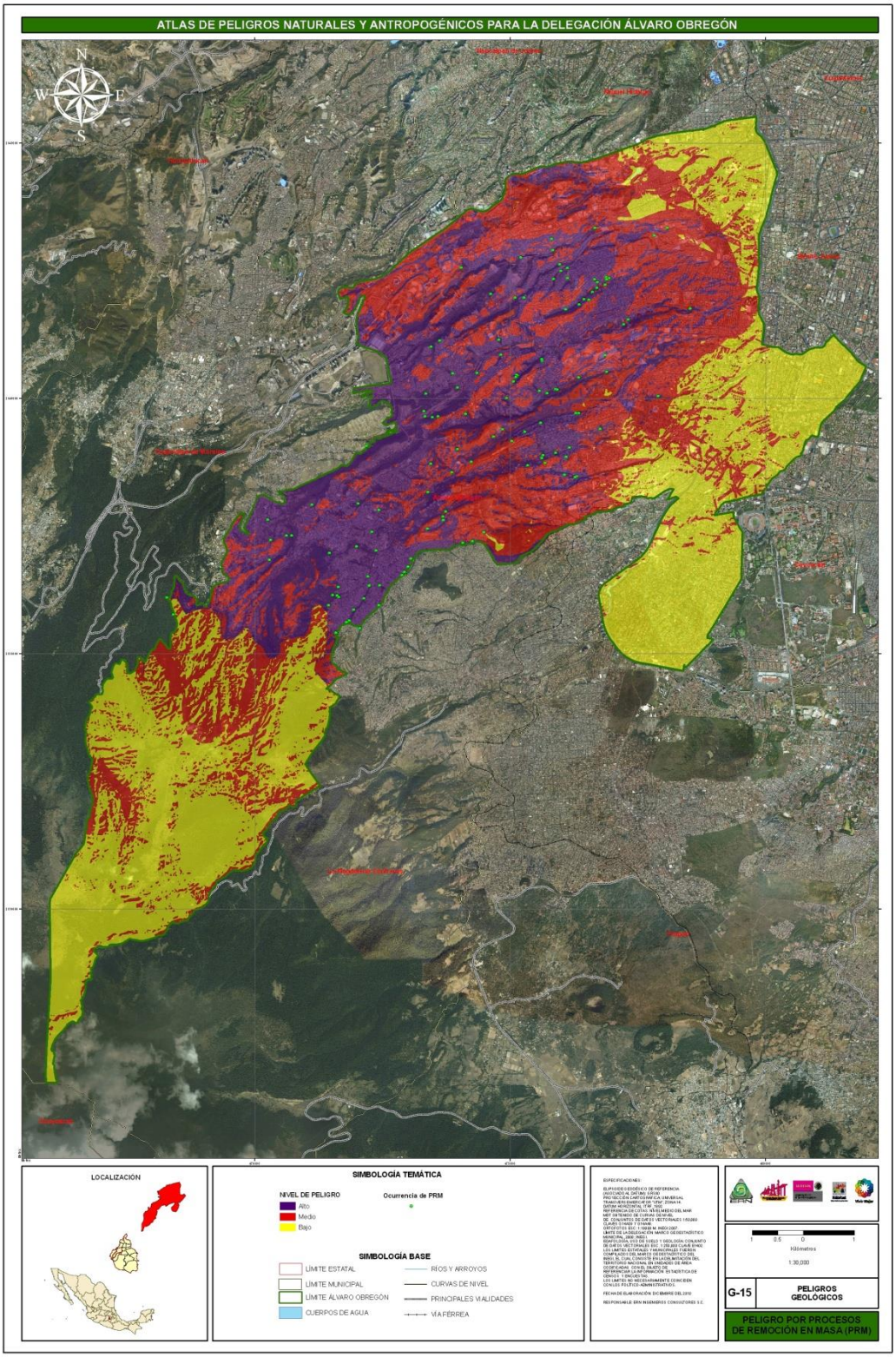


Figura 5.1.20 Mapa de peligro por PRM.

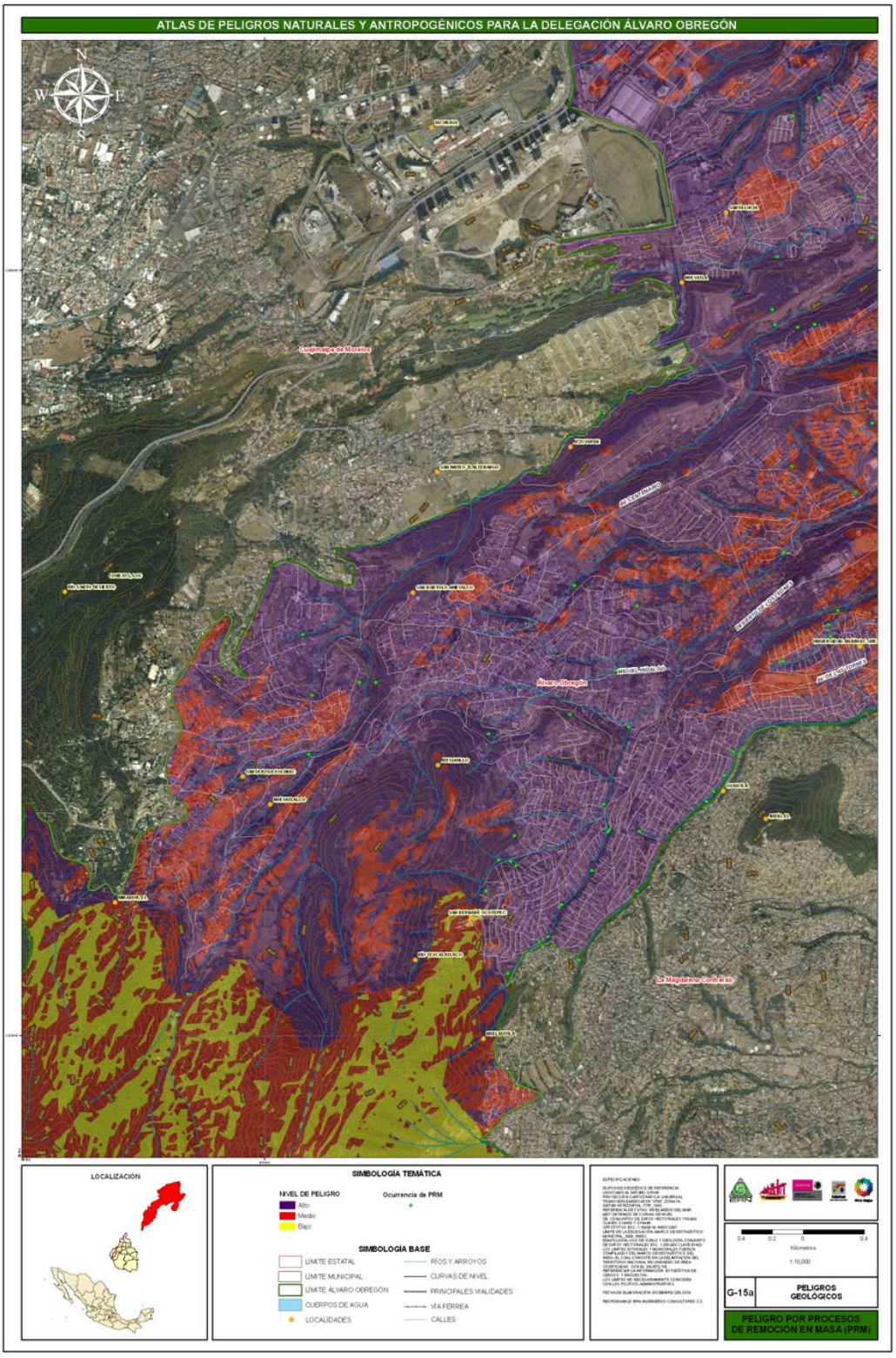


Figura 5.1.21 Mapa de peligro por PRM.

Figura 5.1.22 Mapa de peligro por PRM.

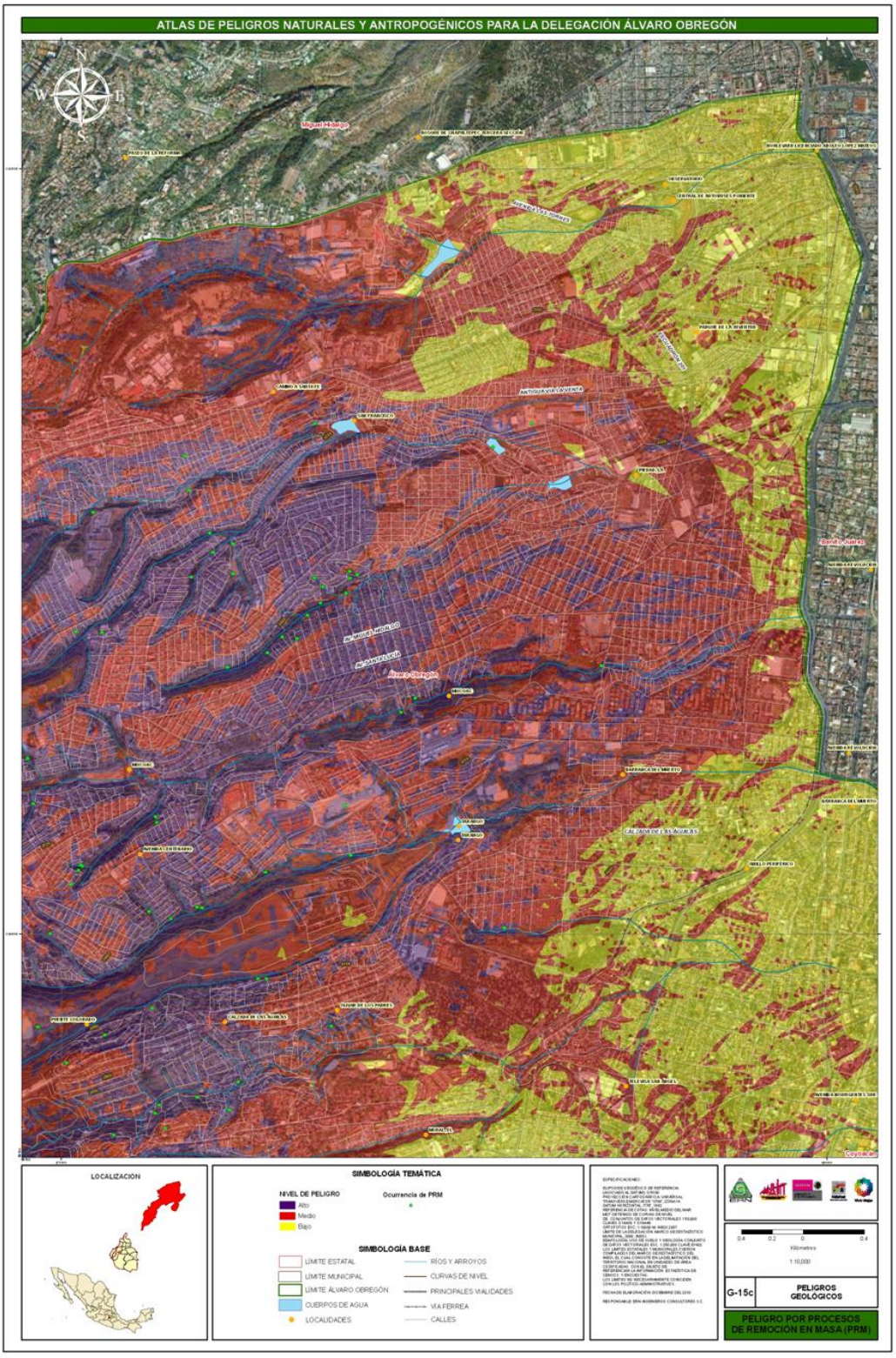


Figura 5.1.23 Mapa de peligro por PRM.

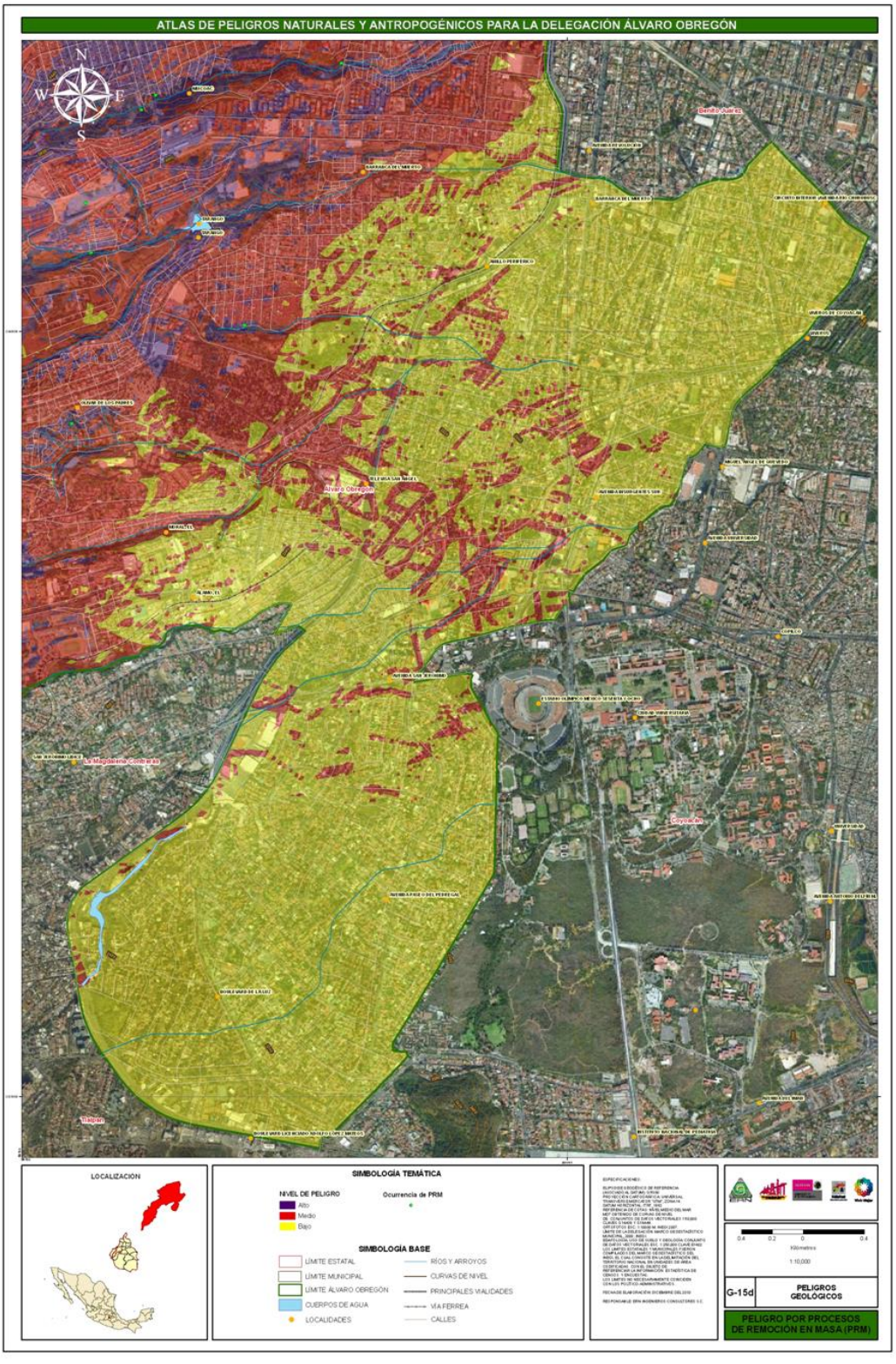


Figura 5.1.24 Mapa de peligro por PRM.

5. Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Peligros Geológicos

5.1.2 Fallas y fracturas

Las fallas y fracturas son estructuras geológicas de suma importancia y condicionan en gran medida el desarrollo y evolución del relieve. Las fallas son rasgos de origen tectónico, producto de esfuerzos regionales. Son discontinuidades en la roca donde existe un desplazamiento reconocible, desde unos pocos centímetros hasta kilómetros y se clasifican de manera general en tres tipos, normales, inversas y laterales, en función de los esfuerzos que las originan y de los movimientos relativos de los bloques (Nicolas, 1987; Twiss y Moores, 1992; Van der Pluijm, 2004).

Las fracturas (del latín “fractus, roto) son superficies que no presentan un desplazamiento visible y a través de las cuales la roca o los minerales han perdido la cohesión y la continuidad (Twiss y Moores, 1992; Van der Pluijn, 2004). Las fracturas son asociadas a esfuerzos producidos por la naturaleza como lo es el tectonismo, la diagénesis, el gradiente termal y la gravedad (Stearns, 1996).

El fracturamiento asociado a las fallas, generalmente se presenta en forma sistemática y formando arreglos geométricos muy característicos. El fracturamiento sistemático se caracteriza por una geometría, rugosidad, orientación y espaciamiento muy similares. El fracturamiento no sistemático presenta geometrías curvas e irregulares y no sigue ningún patrón definido en cuanto a su orientación y espaciamiento (Van der Pluijm, 2004). Los tipos más comunes de arreglos de fracturas son: en paralelo, relay, echelón, relevo, abanico, anastomosado, conjugados, perpendicular y complejo.

Tipos de Fallas

Las fallas se clasifican en tres grupos, de acuerdo al tipo de movimiento que presentan con respecto del bloque adyacente, estos son:

1) Falla normal. Se generan por tracción. El movimiento es predominantemente vertical respecto al plano de falla, el cual típicamente tiene un ángulo de 60 grados respecto a la horizontal. El bloque que se desliza hacia abajo se le denomina bloque de techo, mientras que el que se levanta se llama bloque de piso.

2) Falla inversa. Este tipo de fallas se genera por compresión. El bloque del techo se encuentra sobre el bloque del piso. Cuando las fallas inversas presentan un buzamiento inferior a 45º, estas toman el nombre de cabalgamiento.

3) Falla de desgarre o transversal. Son verticales y el movimiento de los bloques es horizontal. Son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Se distinguen dos tipos de fallas de desgarre: derechas e izquierdas, también se les conoce como fallas transversales o de rumbo.

Las fallas se reconocen porque a menudo las paredes están estriadas y pulidas como resultado del deslizamiento cortante. Para determinar el sentido del movimiento existen indicadores cinemáticos como por ejemplo: fracturas de Riedel, estrías, clastos rotados, elementos estriadores, zonas brechadas, desplazamiento de horizontes guía entre los más importantes (Petit, 1987; Tolson, 1996; Doblas, 1998).

Las fallas se pueden definir como superficies o zonas estrechas, a lo largo de las cuales un bloque se ha movido con respecto al otro. Este desplazamiento genera una deformación, la cual puede ocurrir en tres diferentes estilos (Figura 5.1.25):

a) Fracturas de cizalla quebradizas
b) Zonas de cizalla quebradizas cercanamente espaciadas y,
c) Zonas de cizalla dúctil

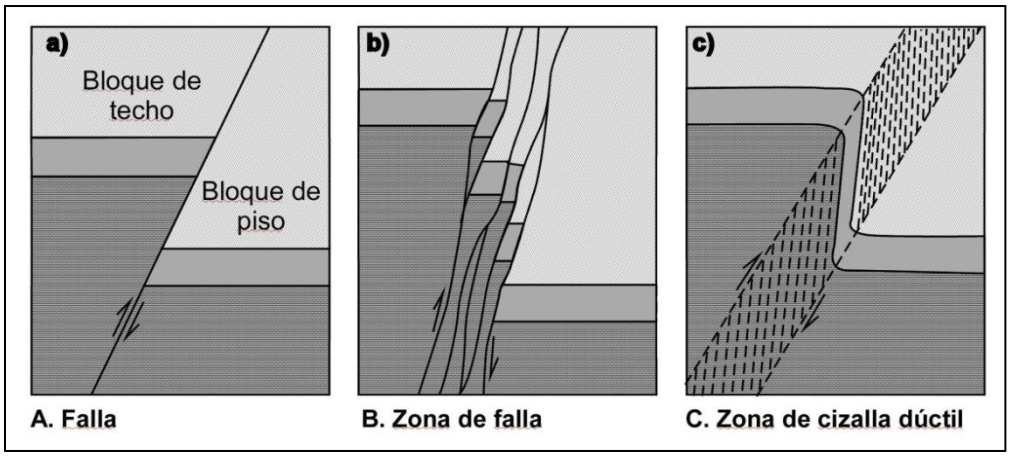


Figura 5.1.25 Estilos de fallamiento. a) Falla simple que consiste de una fractura de cizalla simple. b) Falla compuesta de un grupo de fracturas de cizalla asociadas y, c) Zona de cizalla dúctil.

El desplazamiento característico para las diferentes clases de fallas se puede clasificar de manera más general en (Figura 5.1.26).

1) Fallas con deslizamiento en el buzamiento, las cuales se identifican como:
   A. Fallas normales.
   B. Fallas inversas.

2) Fallas con deslizamiento en el rumbo.
   C. Lateral derecha.
   D. Lateral izquierda.

3) Fallas con deslizamiento oblicuo.
   E. Siniestral normal.
   F. Siniestral inversa.

4) Fallas rotacionales (G).

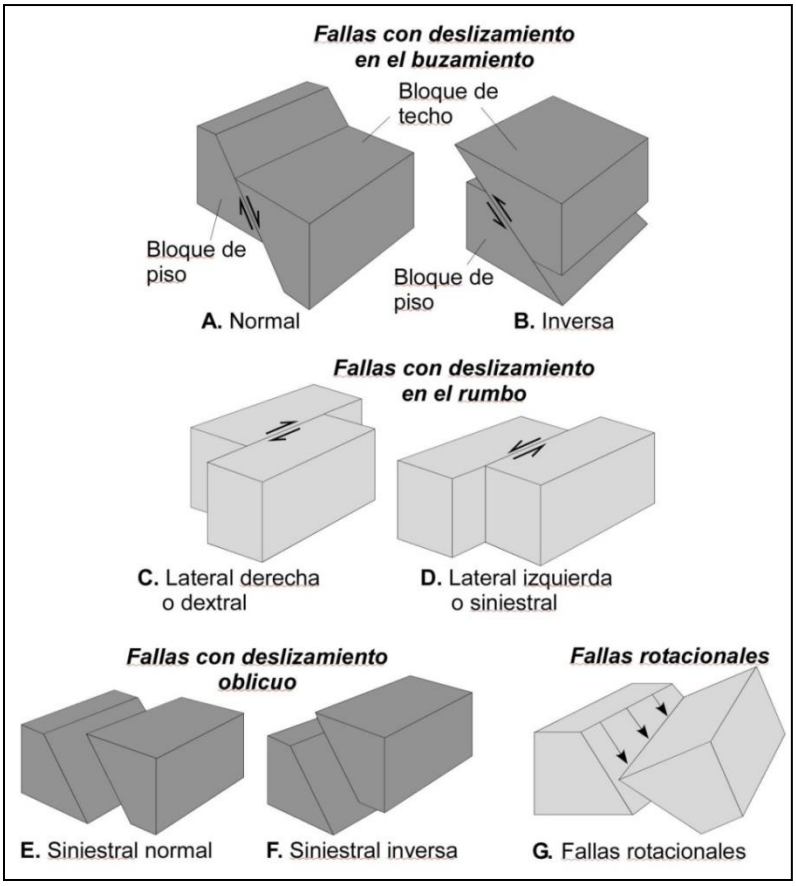


Figura 5.1.26 Bloques fallados que muestran el desplazamiento característico para las diferentes clases de fallas.

El mapa de peligro por fallas se llevó a cabo considerando un corredor de seguridad o búfer (INETER, 2002) a ambos lados de la falla, al cual se asignó un nivel cualitativo de peligro (Figuras 5.1.27 y 5.1.28):

1) Alto: 30 m
2) Medio: 50 m
3) Bajo: 65 m

Se considera que las zonas por donde se encuentra la traza de las fallas, presentan fracturamiento y brechamiento de los materiales, favoreciendo la presencia de PRM (caídos, volteos, deslizamientos). Asimismo, puede existir una reactivación que origine un desplazamiento entre bloques y eventualmente la generación de sismos locales.

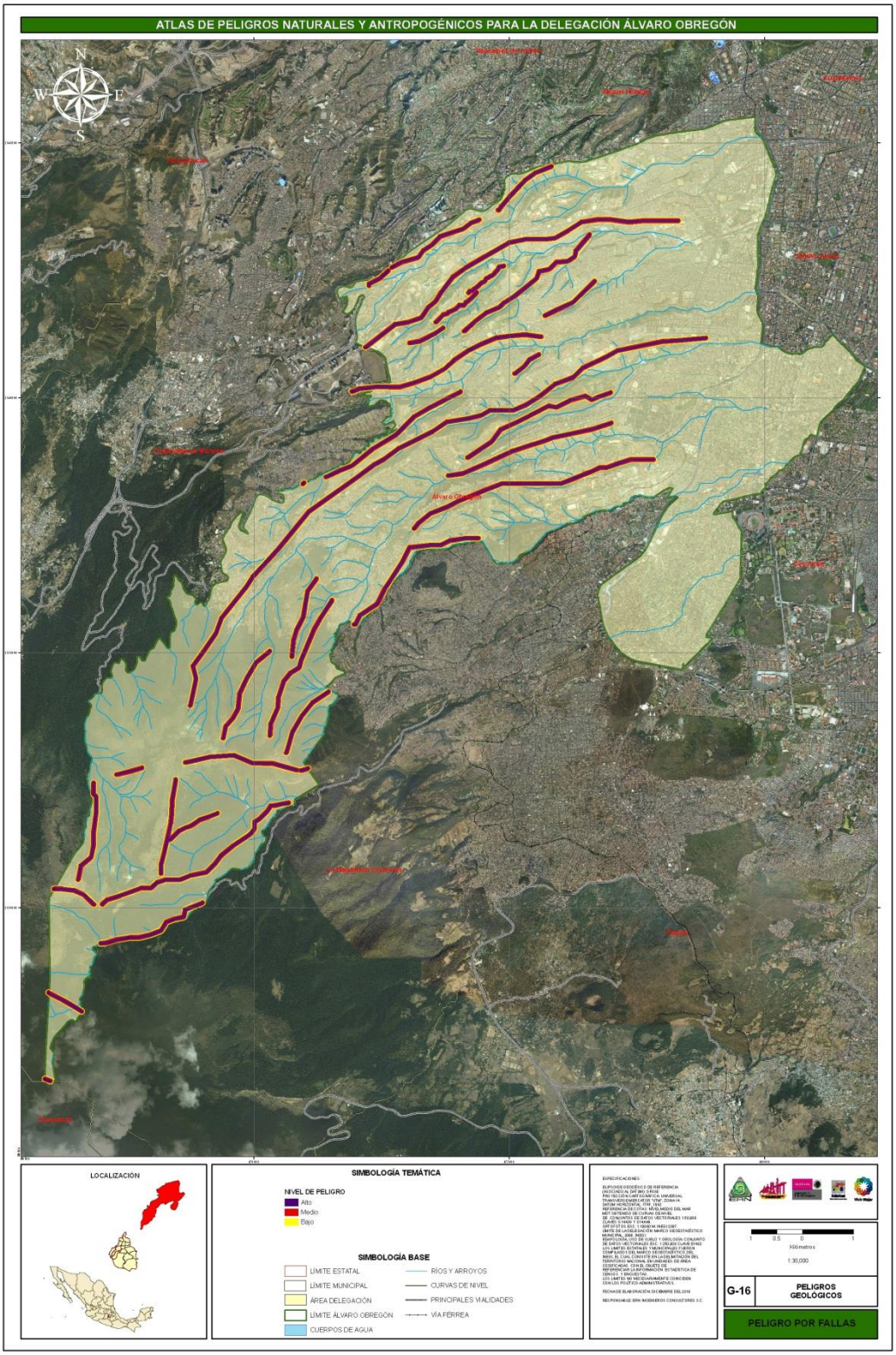


Figura 5.1.27 Mapa de peligro por fallas.

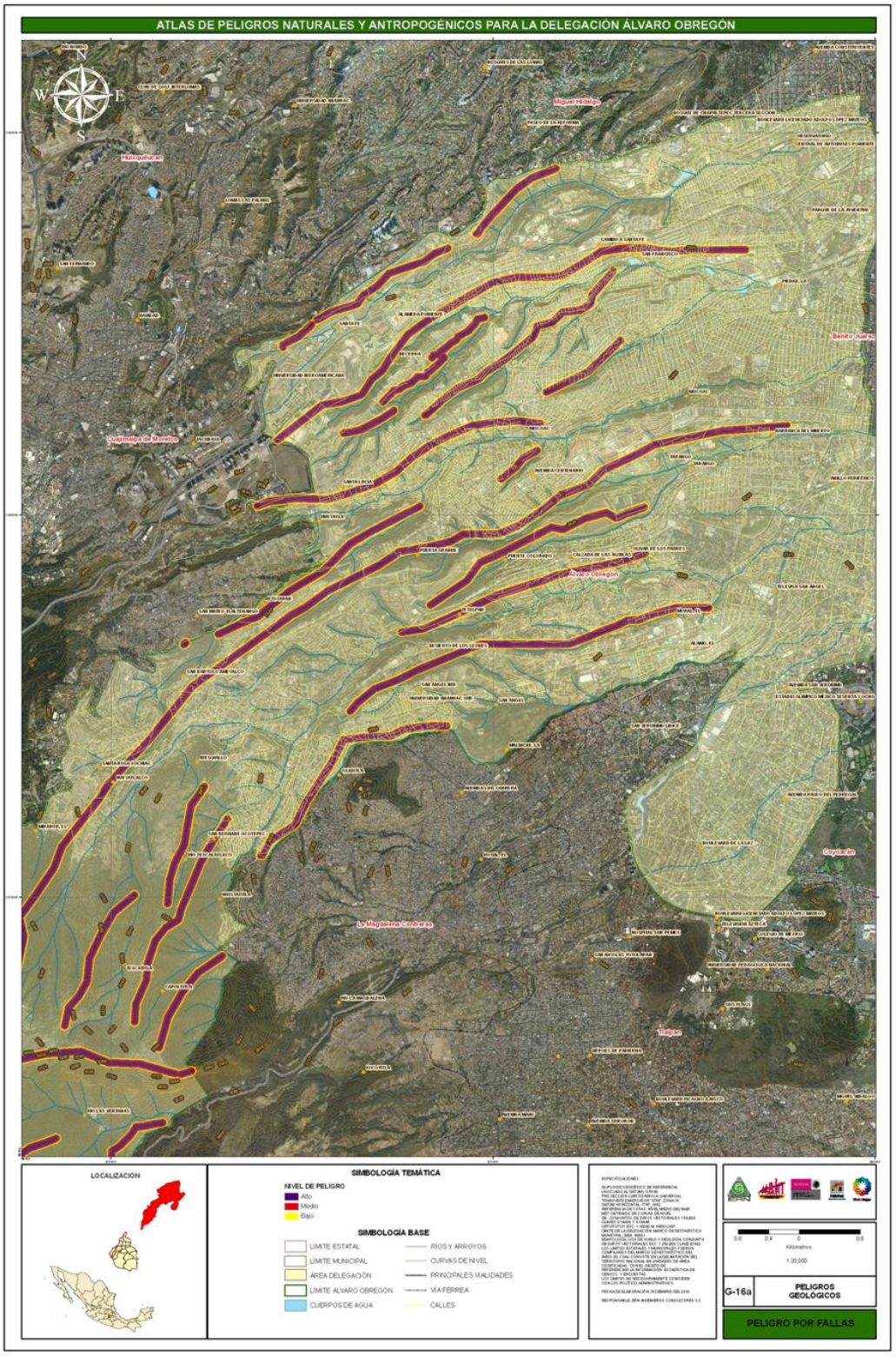


Figura 5.1.28 Mapa de peligro por fallas.

5. Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Peligros Geológicos

5.1.3 Erosión

La erosión se refiere al desgaste del relieve, por acción de procesos geológicos exógenos como las corrientes superficiales de agua o hielo glaciar, el viento o la acción de los seres vivos. La erosión implica el transporte de granos, mientras que la alteración de las rocas in-situ se conoce como intemperización, aunque dichos procesos están interrelacionados. El material erosionado puede estar conformado por fragmentos de rocas creados por abrasión mecánica por la acción del viento, aguas superficiales, glaciares y expansión-contracción térmica por variaciones estacionales, diurnas o climáticas; o bien por suelo, el cual es creado por la descomposición química de las rocas mediante la acción combinada de ácidos débiles disueltos en agua superficial y meteórica, hidrólisis, ácidos orgánicos, bacterias, acción de plantas, etc.

La erosión puede ser clasificada por su origen en natural y antrópica, y por su agente natural puede ser clasificada en hídrica y eólica. En el análisis desarrollado para obtener el mapa de susceptibilidad a la erosión, se tuvo en cuenta la erosión hídrica (tanto laminar como por arroyamiento) así como la erosión antrópica (por urbanización así como por uso intensivo del suelo).

Los procesos se refieren a las diferentes modalidades con que actúan los agentes erosivos; existe una gran variedad de los mismos, como por ejemplo, el agua de lluvia puede seleccionar materiales acarreados, incursionar en una vertiente, etc. Sin embargo, existen procesos más generales que tienen que ver con el transporte y deposición de materiales, los cuales dan origen a formas de erosión. Ambos aspectos, son importantes en el presente estudio, por lo que a continuación se describen los procesos y las formas de erosión dominantes.

El mapa de peligro por erosión se llevó a cabo empleando la expresión dada por la Ecuación de Pérdida Universal de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés), integrando los factores considerados en el Sistema de Información Geográfica. La información base fue la pendiente, la precipitación pluvial, la cobertura vegetal, geología y textura del suelo (CONABIO). Asimismo, se consideraron las corrientes de agua y las áreas urbanas.

Tipos de Erosión

Erosión Hídrica
Se produce por las aguas que fluyen directamente sobre la superficie terrestre y se presenta bajo dos formas:

1) no concentrado (arroyamiento difuso y laminar), cuando las aguas no incisionan significativamente la superficie.
2) concentrado (surcos y cárcavas), cuando las aguas que fluyen por la vertiente confluyen en pequeños cursos que producen incisiones en la superficie.

Factores tales como la presencia de suelos impermeables, topografía accidentada, cultivos en el sentido de la pendiente, entre otros, contribuyen a incrementar de manera

significativa la erosión en estas formas. A continuación se describen sus formas de erosión dominantes:

Erosión Laminar
Es una forma de arrastre de películas superficiales de suelo que ocurre imperceptiblemente, por lo que se le conoce también como "erosión pelicular". Este tipo de erosión constituye una forma de arroyamiento difuso, siendo propio de zonas planas y onduladas con vegetación natural generalmente densa, o donde ésta ha sido reemplazada por cultivos. La erosión laminar es una modalidad de erosión peligrosa en terrenos de cultivo, donde es difícilmente detectable y afecta a las partículas finas y fértiles del suelo.

Erosión por Arroyamiento
Tiene lugar cuando el poder erosivo del agua se concentra a través de un canal o cauce, transportando sedimentos y ensanchando las paredes laterales así como el fondo del cauce. Estas zonas eventualmente pueden presentar desbordamientos y erosionar en un margen más amplio. Los escurrimientos laterales que alimentan el flujo canalizado pueden formar surcos o cárcavas, las cuales progresivamente incrementan su tamaño y están expuestas a procesos de desmoronamiento y a derrumbes.

Erosión Antrópica
Esta forma de erosión está asociada a la actividad del hombre, misma que aunque puede evitarse, en la práctica responde a una serie de exigencias (y en ocasiones deficiencias) socioeconómicas y culturales que impulsan la urbanización de nuevas áreas, la tala inmoderada de árboles, el deterioro de zonas fértiles por la nula rotación de cultivos así como deficiencias en prácticas de conservación de suelos, la creación de minas a cielo abierto o de tiraderos de escombros.

Resaltan las siguientes dos formas de erosión:

Erosión por cambio de uso de suelo y urbanización
Esta forma de erosión es radical en el sentido de que áreas verdes, con valor agrícola o ambiental, son sustituidas y selladas por materiales propios de la urbanización (asfalto, concreto, etc). La cimentación de viviendas y edificios, la introducción de instalaciones hidrosanitarias y de transporte de sustancias, telefonía, gas etc., y en general cualquier actividad relacionada a la creación de zonas urbanas e industriales, implica el retiro de la cubierta superficial de suelo, determinando con ello un proceso erosivo tajante e irreversible, al cambiar el uso de suelo de manera directa.

Erosión por uso intensivo de suelo, uso pecuario y sobrepastoreo
Aspectos como el uso intensivo de maquinaria en las labores de labranza y cultivo, la aplicación de fertilizantes y plaguicidas, la pérdida de nutrientes del suelo por malas prácticas de conservación, el sobrepastoreo, todo ello redunda en un desgaste y disminución del potencial agrícola de los suelos y finalmente en un aumento de la erosión.

Afectaciones y Daños Potenciales

La erosión es un proceso muy importante de degradación de los suelos y se considera como un proceso natural, que ha existido prácticamente desde que se formó el relieve, actuando como un agente modelador a través del tiempo geológico. El problema principal consiste en que el ritmo al cual se erosiona el suelo es mayor a la tasa de formación del mismo; aunado a esto, la influencia antrópica que se manifiesta con cambios de uso de suelo, urbanización desmedida en zonas aptas para el cultivo o en áreas con valor ecológico-ambiental, la mala o nula aplicación de técnicas de preservación del suelo, el desgaste de las áreas de cultivo, entre otras causas, todo ello acelera los procesos de erosión, mismos que eventualmente pueden ser irreversibles.

Esos procesos destructivos incluyen: la erosión hídrica, la erosión eólica y la sedimentación, mismas que reducen la cantidad y diversidad de la vegetación natural y aumentan la salinización o sodificación de los suelos.

El factor antrópico que incide en la erosión se manifiesta de diversas formas: uso intensivo del suelo para la agricultura y la nula rotación de cultivos, actividades pecuarias y sobrepastoreo, deforestación, cambios en el uso de suelo de áreas de conservación o de cultivo para la urbanización, entre los más importantes. Todo ello trae como consecuencia que los procesos erosivos se aceleren provocando afectaciones en vías de comunicación por el arrastre de partículas, el azolvamiento de presas, canales y cuerpos de agua como lagos y cauces, además del deterioro de las propiedades del suelo, lo cual disminuye las áreas fértiles y aptas para uso agrícola.

Metodología para estimar el peligro por erosión

La erosión es un fenómeno que está influenciado por factores físicos, biológicos, sociales y económicos, por lo que es conveniente tener un conocimiento claro de sus características en cada zona, para definir las modalidades de combatirla, mediante la ejecución de investigaciones, experimentos y ensayos. En tal sentido, existen dos clases de métodos de evaluar la erosión, los cuantitativos y los cualitativos.

Métodos Cuantitativos
Mediante estos métodos se determina la cantidad de suelo perdido. Existen métodos directos e indirectos; entre los primeros se encuentran la parcela de escorrentía y entre los segundos, la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo.

Parcelas de Escorrentía
Una parcela de escorrentía es una área muestra de tamaño variable, delimitada por paredes, que la aíslan completamente del resto del terreno, y terminan en una canaleta colectora del escurrimiento.
Después de cada lluvia se toman muestras del escurrimiento que ocurre en estas parcelas, en las que se determina la cantidad de sedimentos transportados, la que se expresa en T/ha. La utilidad de estos métodos ha sido cuestionada por los expertos debido a lo disperso de los resultados, además de que su extrapolación a laderas más grandes no es muy precisa.

Ecuación Universal de Pérdida del Suelo, USLE

Es un modelo diseñado para predecir y controlar las alteraciones en las condiciones del suelo debido a la erosión superficial. Tiene aplicación en planificación física, sirve para calcular la pérdida del suelo producida en una determinada zona y para predecir niveles de erosión excesivos o aportes excesivos a los cursos de agua.

La pérdida de suelo se define como la cantidad de suelo perdido en un lapso de tiempo determinado, en una superficie de la tierra, con determinadas prácticas de conservación y asociadas a un determinado agente erosivo (lluvia, aire). Se expresa en Ton/ha/año.

Un modelo concebido por Wischmeier y Smith (1978) y sintetizado en la fórmula conocida internacionalmente como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE por sus siglas en inglés, Universal Soil Loss Equation), fue desarrollado para proporcionar una herramienta importante para los conservacionistas de suelo y puede ser usada en cualquier región geográfica modificando sus factores. Esta ecuación tiene como antecedentes los trabajos desarrollados en EEUU hacia 1940 por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura.

La USLE expresa el promedio de las pérdidas anuales de suelo a largo plazo (en toneladas métricas por hectárea y año, t/ha/año), y por tanto no es válida para un año concreto ni para un evento particular. La ecuación es la siguiente:

$$A = R*K*(L*S)*C*P$$

Donde:

A es la pérdida de suelo por unidad de superficie, medida en toneladas métricas por unidad de superficie (t/ha).

R es el factor erosividad de la lluvia; es el producto acumulado para el período de interés (normalmente un año), con cierta probabilidad de ocurrencia (normalmente 50% o promedio), de la energía cinética por la máxima intensidad en 30 minutos de las lluvias. Sus unidades son (MJ/ha.año) (mm/h)/10, pero suelen simplificarse a energía cinética por unidad de superficie (J/ha).

K es el factor de erosionabilidad del suelo; es la cantidad promedio de suelo perdido por unidad del factor erosividad de la lluvia (Mg/J), cuando el suelo en cuestión es mantenido permanentemente desnudo, con laboreo secundario a favor de una pendiente del 9% de gradiente y 22.1 m de longitud.

L (adimensional) es el factor longitud de la pendiente; la relación entre la pérdida de suelo con una longitud de pendiente dada y la que ocurre en 22.1 m de longitud, a igualdad de los demás factores.

S (adimensional) es el factor gradiente de la pendiente; la relación entre la pérdida de suelo con un determinado gradiente y el estándar de 9 %, a igualdad de los demás factores.

C (adimensional) es el uso y gestión de suelos; es la relación de pérdidas por erosión entre un suelo con un determinado sistema de uso y gestión (rotación de cultivos, uso de los mismos, laboreo, productividad, gestión de residuos, etc.) y el mismo suelo puesto en las condiciones en que se definió K, a igualdad de los demás factores.

P (adimensional) es el factor práctica mecánica de apoyo; la relación entre la pérdida de suelo con determinada mecánica (laboreo en contorno, en fajas, terrazas, etc.) y la que ocurre con laboreo a favor de la pendiente, a igualdad de los demás factores.

La aplicación exacta de esta fórmula, requiere de aplicaciones directas en parcelas o campos de cultivo donde se tiene un control preciso de los factores. Para ello se han desarrollado tablas y relaciones empíricas las cuales pueden ser empleadas para obtener datos adaptados a sitios específicos. Sin embargo, tratándose de regiones extensas donde se carece de información específica, es posible usar mapas temáticos que abarquen estas variables pero de una manera más general y aplicando los Sistemas de Información Geográfica y técnicas de percepción remota (Lou The, 2009; Saavedra y Mannaerts, 2003).

Factores para estimar el peligro por erosión laminar

Los factores de erosión que actúan en el medio, ocasionando desprendimiento, transporte y deposición de materiales son: el clima, el suelo, el relieve y la cobertura vegetal. Todos actúan en forma conjunta y dependiendo del lugar en que se encuentren, unos serán más importantes que otros.

Clima
Es un factor que actúa en el modelado de la superficie a través de la interrelación de la precipitación, la temperatura, vientos, humedad y radiación solar, principalmente. Cada tipo de clima deja sus huellas particulares reconocibles en cualquier terreno.

Precipitación
La lluvia es la forma de precipitación más importante en la erosión hídrica y actúa disgregando las partículas del suelo por el impacto que causan los golpes de las gotas de agua sobre el terreno; este efecto será más intenso cuanto menos protegido se encuentre el suelo. A esta disgregación le sucede el arrastre de las partículas del suelo y de nutrientes por escurrimiento superficial y/o la remoción en masa debido a la infiltración y saturación del terreno. Para analizar el papel erosivo de la precipitación pluvial es necesario tener en cuenta el volumen de precipitación anual así como sus fluctuaciones durante el año. Este último aspecto adquiere particular importancia, especialmente en zonas áridas y semiáridas con lluvias ocasionales intensas, las que causan fenómenos erosivos intensos. La pérdida de suelo por erosión guarda correlación con la intensidad de la precipitación, cantidad de lluvia y la frecuencia con que ocurren.

Suelos
Es un factor de erosión pasivo y se refiere a la naturaleza de los materiales superficiales y a sus propiedades físicas y químicas, en base a las cuales oponen variada resistencia a los elementos erosivos del clima. Algunos materiales son altamente susceptibles y pueden sufrir profundas modificaciones en su estructura y composición; otros, por el contrario, son bastante resistentes a la erosión. Están constituidas por depósitos de materiales heterogéneos y heterométricos provenientes de otras formaciones superficiales no compactas o también de formaciones líticas cuyo agente de transporte es el agua, la gravedad, el hielo y/o el viento. La susceptibilidad a la erosión de estos materiales está en relación con sus propiedades físicas y químicas. Entre las físicas se puede mencionar a la

textura, la estructura y la porosidad; entre las químicas al tipo de cationes, al contenido de materia orgánica, etc.

Por ejemplo, un suelo de textura arenosa fina en clima seco, es más susceptible a la erosión eólica, mientras que en un clima tropical húmedo, es más susceptible a los deslizamientos debido a la mayor infiltración. Un suelo de textura arcillosa impermeable, en un clima húmedo, es más susceptible a la erosión por escorrentía superficial; por el contrario, la presencia de un suelo con abundante materia orgánica favorece la retención de la humedad, restringiendo la escorrentía. Por último, la presencia de sustancias cementantes entre las partículas, atenúan los efectos erosivos, como ocurre con la erosión eólica en zonas con presencia abundante de sales que compactan las arenas.

Relieve

Este factor de erosión está conformado por todos aquellos caracteres morfométricos de la superficie terrestre como son el grado de inclinación o pendiente, la longitud de la vertiente o ladera y la forma del terreno. Estos caracteres en conjunto, constituyen los rasgos fisiográficos del relieve, resultado del proceso de erosión producido por los diferentes agentes, en materiales preexistentes.

En términos generales se puede afirmar que, a mayor pendiente, mayor es el riesgo de erosión. Igualmente, dentro de una misma pendiente, la longitud de la ladera tiene implicancias en la erosión, ya que influye en la velocidad, energía y volumen del agua de escorrentía.

Cobertura Vegetal

Se refiere a la vegetación que cubre el terreno, su naturaleza, su conformación y sobre todo, su densidad, esta última, de gran incidencia en la disminución de la intensidad de la erosión. La acción atenuante de la vegetación se realiza bajo las siguientes formas:

- Interceptando las gotas de lluvia y disminuyendo la fuerza de impacto.
- Disminuyendo la velocidad de escurrimiento y la acción incisiva del agua.
- Mejorando la estructura y porosidad del suelo por efecto de las raíces y la actividad microbiana.

Mapas temáticos

La metodología utilizada se fundamenta en una combinación, tanto del análisis cuantitativo como cualitativo, donde los indicadores físicos que intervienen han sido cuantificados y ponderados según su intensidad e importancia. Estos han sido agrupados en cinco mapas temáticos, que abarcan las principales variables de la fórmula del USLE, agregándose un campo nuevo a la ponderación:

1) Factor lluvia (precipitación media anual).
2) Factor erodabilidad del suelo (textura).
3) Factor relieve (pendientes).
4) Factor cubierta vegetal (vegetación).
5) Factor geológico (litológico o tipo de roca).

La adaptación de la fórmula del USLE para este estudio para generar el mapa de peligro por erosión, es la siguiente:

$$A = R*K*(L*S)*C*G*P$$

A, indica el nivel de peligro establecido, el cual puede variar de 0 a 1.

R, es el factor lluvia, dado por la precipitación media anual (en mm) y normalizado con respecto al valor máximo, para que dicho mapa varíe de 0 a 1.

K, es el factor de erosionabilidad del suelo. Aquí se considera la textura de los suelos observados en el área de estudio. Las texturas que se consideran se refieren al tamaño de grano (textura gruesa, media, fina). Lo esencial es que los suelos de textura gruesa (arena franca o arena) son más susceptibles a ser erosionados que los suelos de textura fina (arcilla o arcillo limoso). Igualmente este factor es normalizado de 0 a 1.

(L*S), factor relieve. Se consideró la pendiente como el factor principal que controla la erosión, esta variable se normalizó con respecto al valor máximo para que valorice de 0 a 1. El valor de L se consideró igual a 1.

C, factor cobertura de suelo. Este factor hace referencia a la cobertura vegetal. Para este caso, se consideró la distribución de la vegetación en la delegación y se realizó una reclasificación para reducir los grupos de cobertura vegetal y así agruparlos de acuerdo con su potencial influencia en la erosión. Este mapa también se normalizó para que los diferentes tipos de cobertura vegetal variasen de 0 a 1.

G, es un factor propuesto producto de la influencia que tiene el tipo de roca en la degradación y generación de suelos y material regolítico potencialmente erosionable. Varía de 0 a 1.

P, es el factor práctica mecánica de apoyo. Debido a que este factor presenta una incidencia muy local, aunado a la falta de información del mismo, el valor asignado fue de 1.

Precipitación

Para generar el mapa de precipitación media anual histórica (Figura 5.1.29), se empleó la base de datos de precipitación ERIC III editada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). El periodo considerado es de 1969 al año 2000. Se seleccionaron 22 estaciones meteorológicas y a partir de los datos se generó una malla empleando un sistema de información geográfica, a fin de obtener los valores de la precipitación media anual para el periodo considerado. Dado que el análisis de la erosión es estático (no se refiere al transporte y depositación), se realizó un recorte del área a fin de tener todos los mapas con las mismas características y que abarcaran el área de estudio.

Textura del suelo

Para este mapa se empleó la información digital de INEGI referente a la edafología, escala 1:250,000 donde se consideró la textura del suelo. Los dos grandes grupos de textura fueron ponderados de acuerdo a su potencial erosivo. Con estas consideraciones se generó el mapa de textura del suelo (Figura 5.1.30), tomando como base del factor K los siguientes valores (Tabla 5.1.6):

Tabla 5.1.6. Tipo de textura del suelo y factor K asociado.

Suelo (Textura)	Factor K
Gruesa	0.5
Media y Fina	1

Pendiente

La pendiente se considera uno de los factores principales para estimar la erosión, debido a que el material disgregado producto del golpeteo de las gotas de lluvia en el suelo es arrastrado a través de la pendiente, siendo así un condicionante de la erosión. Se asume que a mayor pendiente mayor propensión a la erosión. El mapa de pendientes se normalizó con respecto al valor máximo (Figura 5.1.31), para obtener así un mapa cuyos valores varíen de 0 a 1.

Vegetación

A partir de la información digital de la cobertura vegetal INEGI, escala 1:250,000 se realizó un análisis del tipo de vegetación existente, la cual está agrupada de la siguiente forma:

- Bosque de Encino.
- Bosque de Oyamel.
- Bosque de Pino.
- Pastizal Inducido.
- No Aplica (no hay vegetación puesto que son zonas urbanizadas).

Se realizó una reclasificación de los diferentes tipos de vegetación para reducir el número de grupos, en función de sus características y efecto sobre la erosión (Figura 5.1.32). De esta manera, la vegetación asociada a los bosques se unió en un solo grupo, ya que sus efectos son benéficos en lo que se refiere a la retención del suelo.

El grupo del pastizal, abarca aquella vegetación dominada por las gramíneas o pastos, donde los arbustos y árboles son escasos, están dispersos y sólo se concentran en las márgenes de ríos y arroyos. La precipitación media anual para este tipo de vegetación, varía entre 300 a 600 mm, con 6 a 9 meses secos, con un clima seco estepario o desértico. Los valores de la cobertura vegetal y uso de suelo que se asignaron se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5.1.7 Tipos de cobertura vegetal y factores asociados.

Vegetación	Factor C
Pastizal	1
Bosque	0.6
No Aplica	0.3

Litología

La consideración de este nuevo factor, se basa en la resistencia que presenta una roca a la erosión, generado por los procesos sedimentarios. Dentro de estos procesos el agente que comienza con este mecanismo es el intemperismo, definiéndolo como los procesos físicos, químicos y biológicos que ocasionan un cambio de la morfología original de una roca desintegrándola en fragmentos.

Los valores asignados para la litología, están basados de manera cualitativa con base en la resistencia de la roca al intemperismo, obteniendo los valores siguientes:

Tabla 5.1.8 Clasificación litológica de la DAO y su factor asociado.

Litología	Factor G
Depositos aluviales	1
Lahar	0.7
Flujo de bloques y ceniza	0.56
Andesita	0.42
Dacita	0.28
Basalto	0.14

Se realizó un corte del mapa geológico con el polígono de la delegación a fin de tener un control sobre los materiales que se encuentran específicamente dentro del área de estudio (Figura 5.1.33).

El mapa final de peligro por erosión contiene tanto la erosión laminar, como la producida por cambio de uso de suelo (zona urbana) y por arroyamiento, el cual se presenta en las Figuras 5.1.34 a 5.1.36.

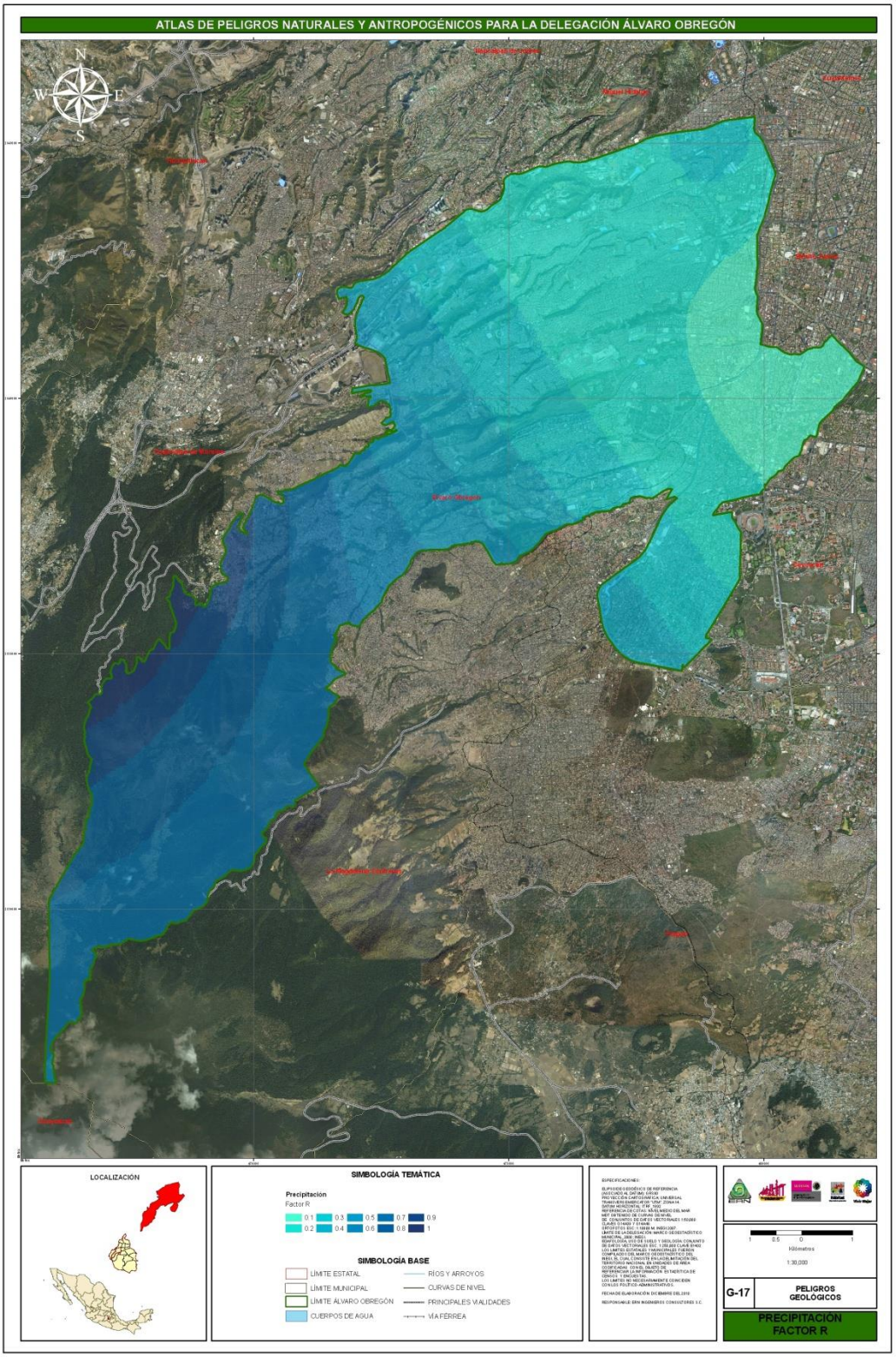


Figura 5.1.29 Mapa de factor precipitación.

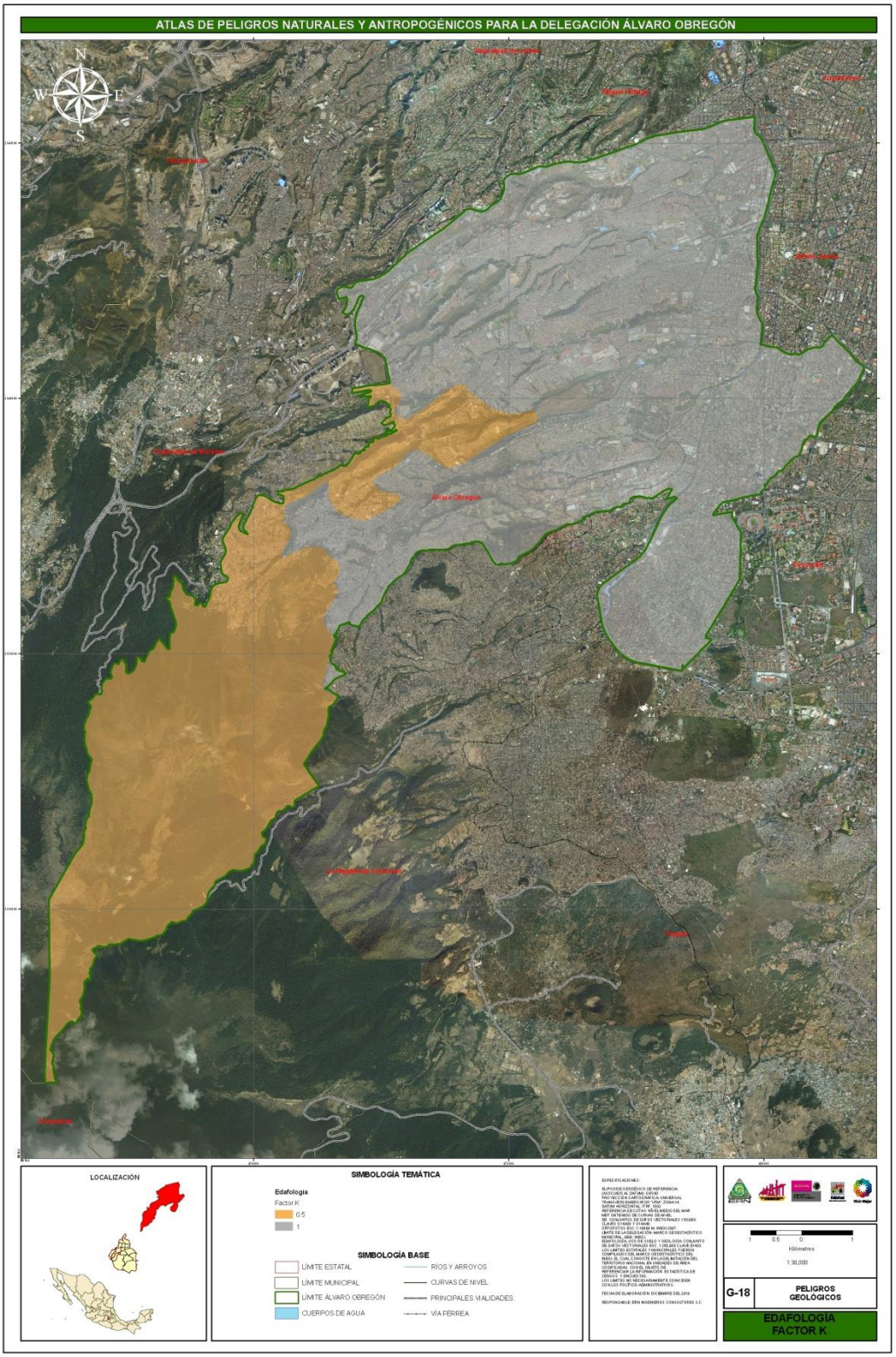


Figura 5.1.30 Mapa de factor textura.

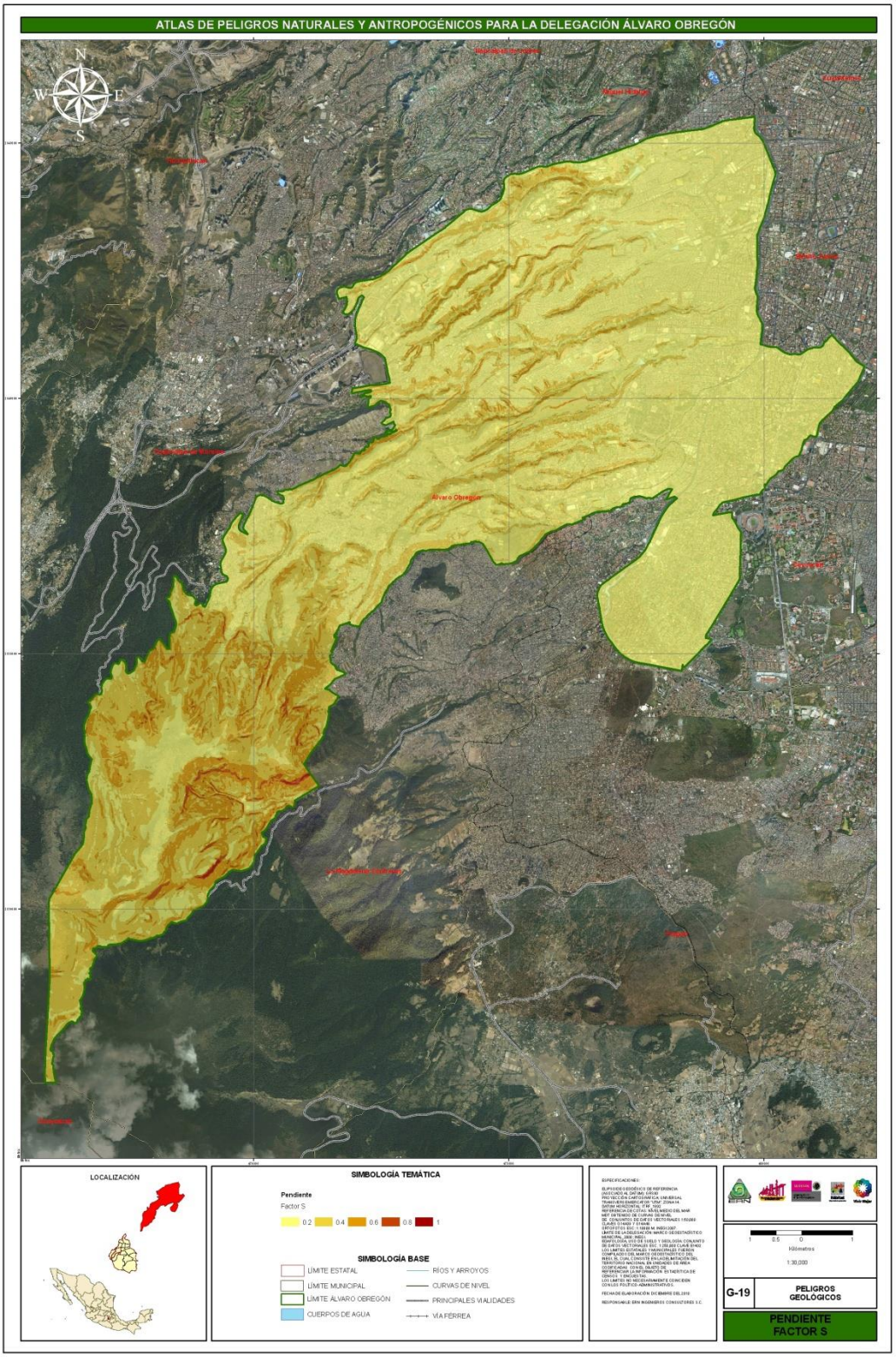


Figura 5.1.31 Mapa de factor pendiente.

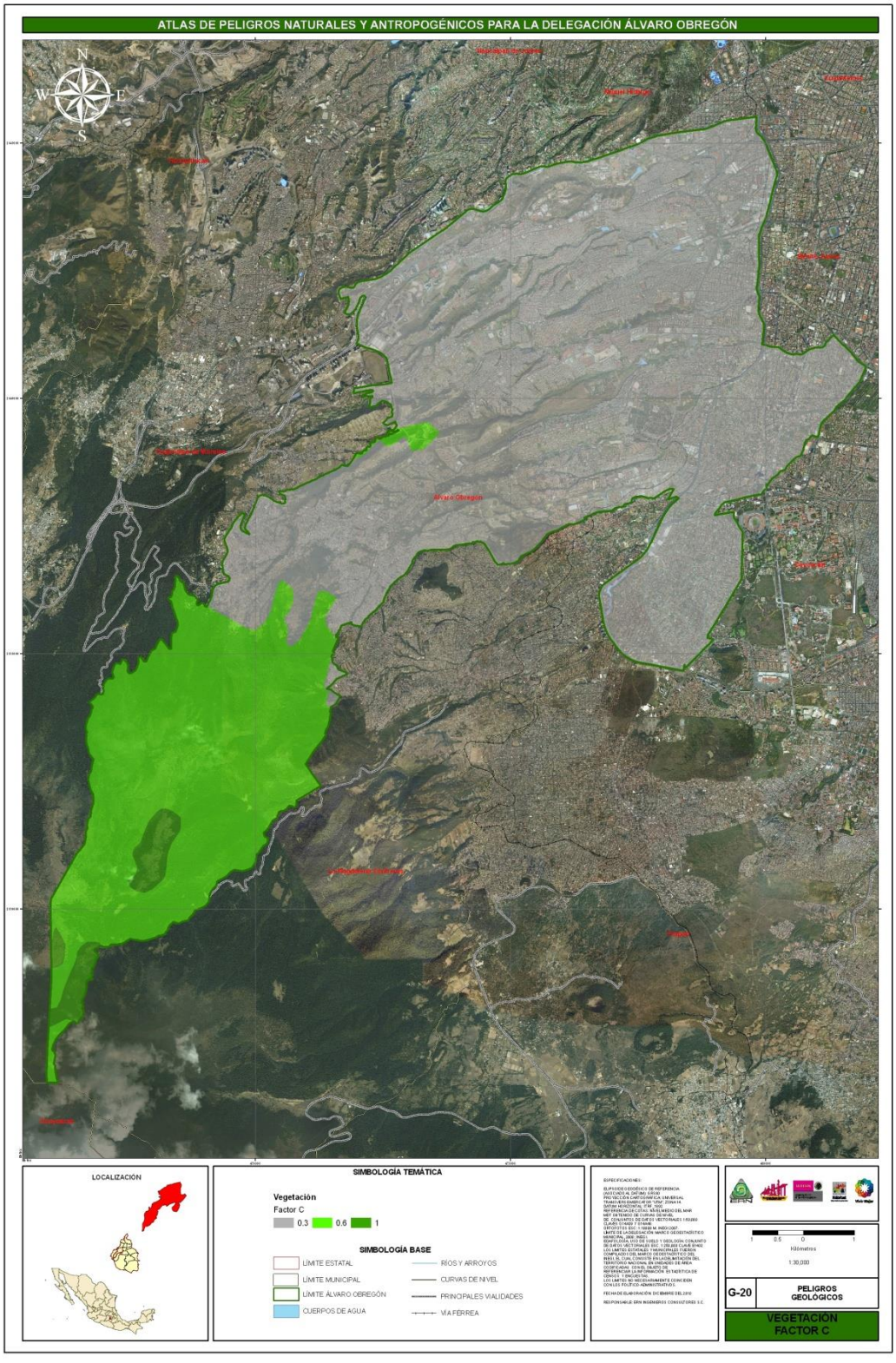


Figura 5.1.32 Mapa de factor vegetación.

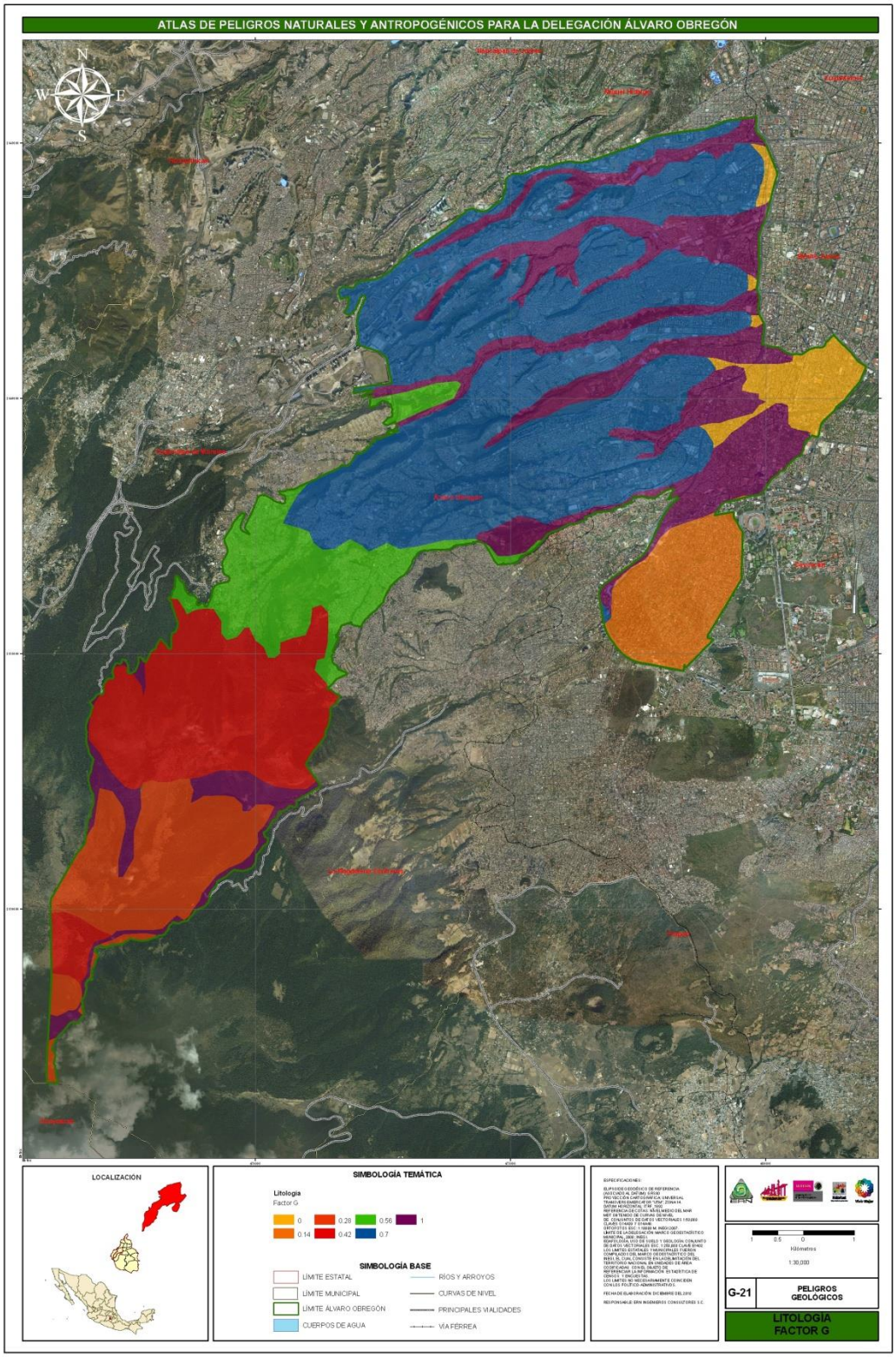


Figura 5.1.33 Mapa de factor geológico.

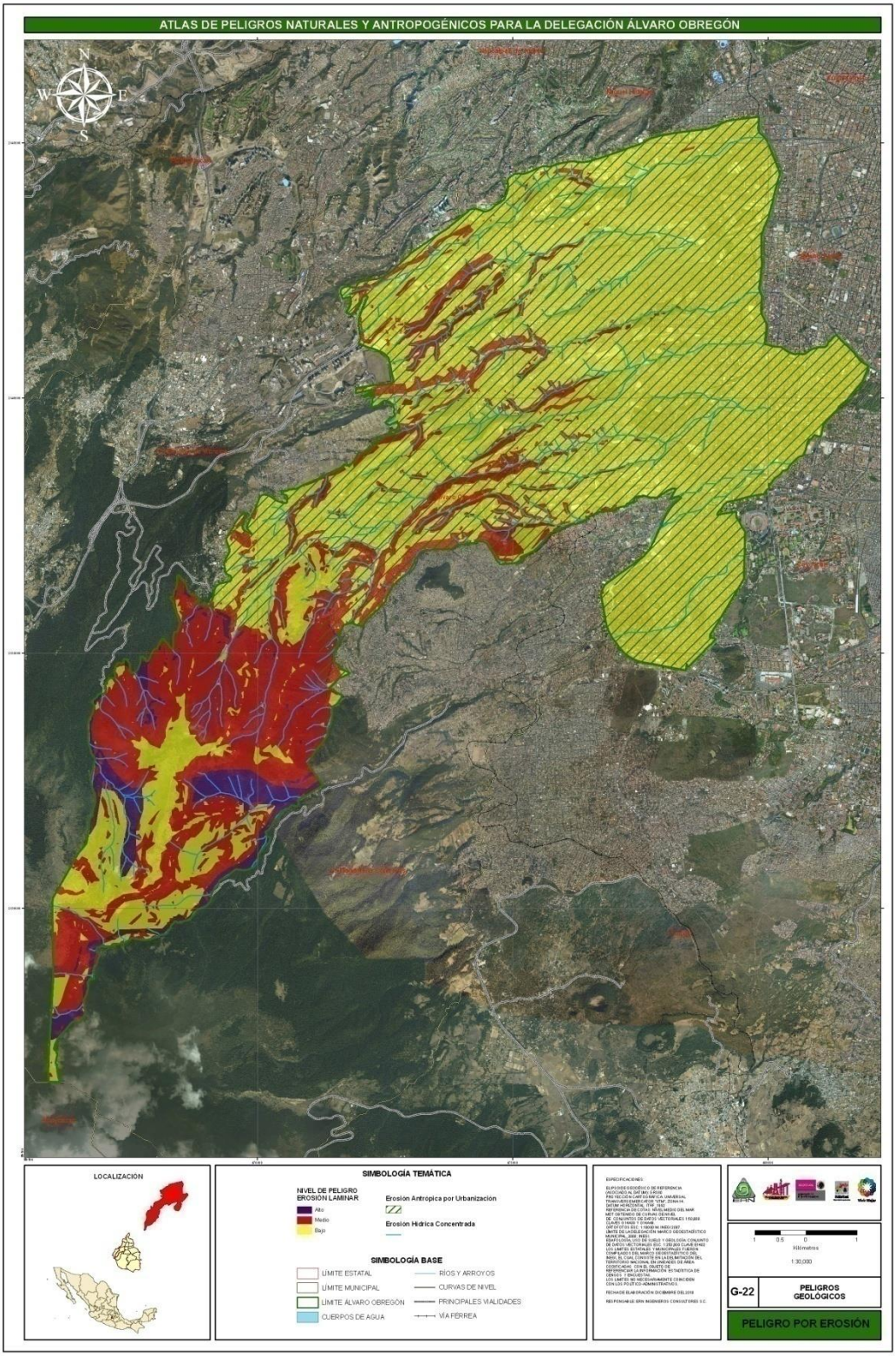


Figura 5.1.34 Mapa integrado de peligro por erosión.

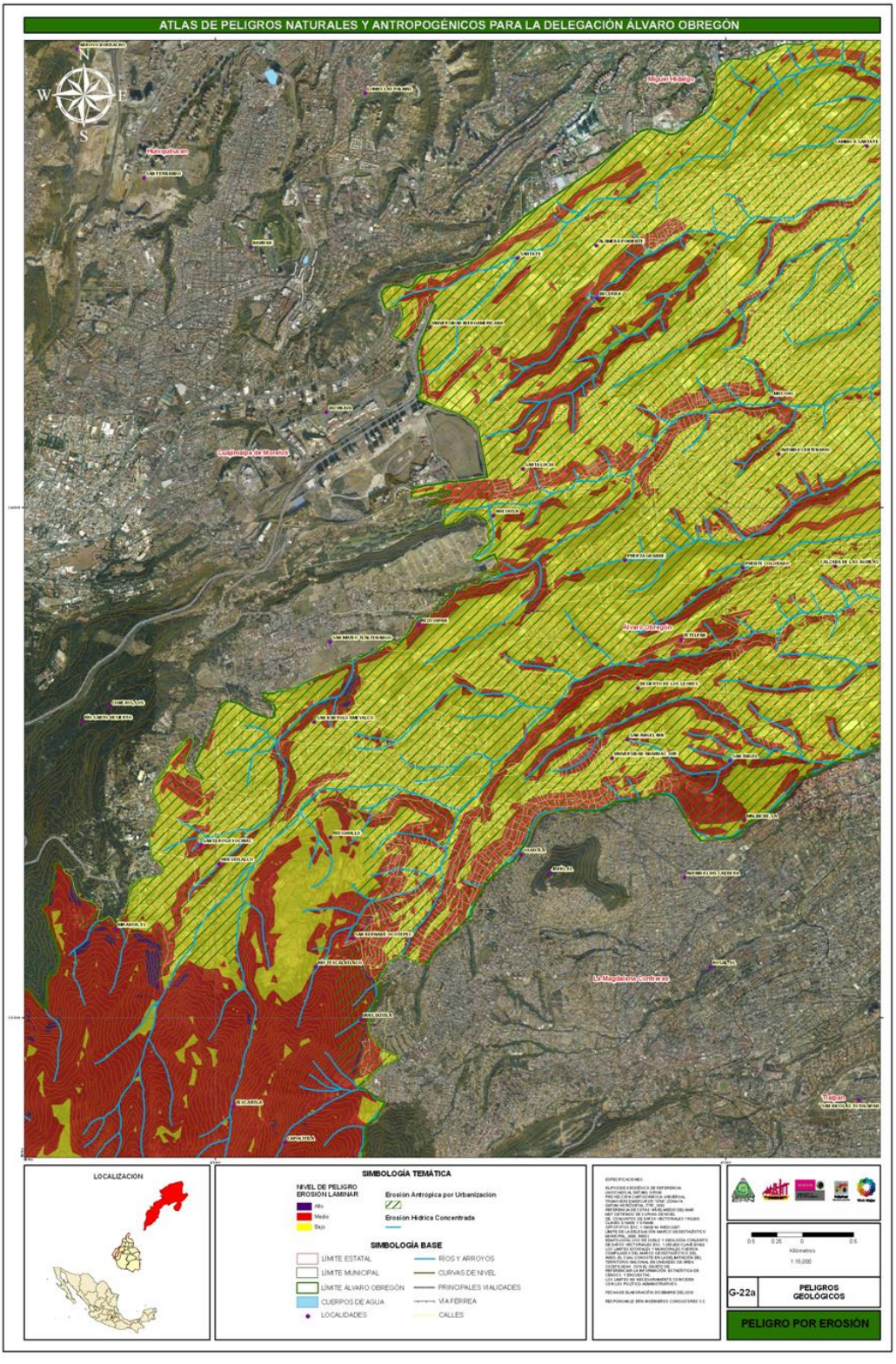


Figura 5.1.35 Mapa integrado de peligro por erosión.

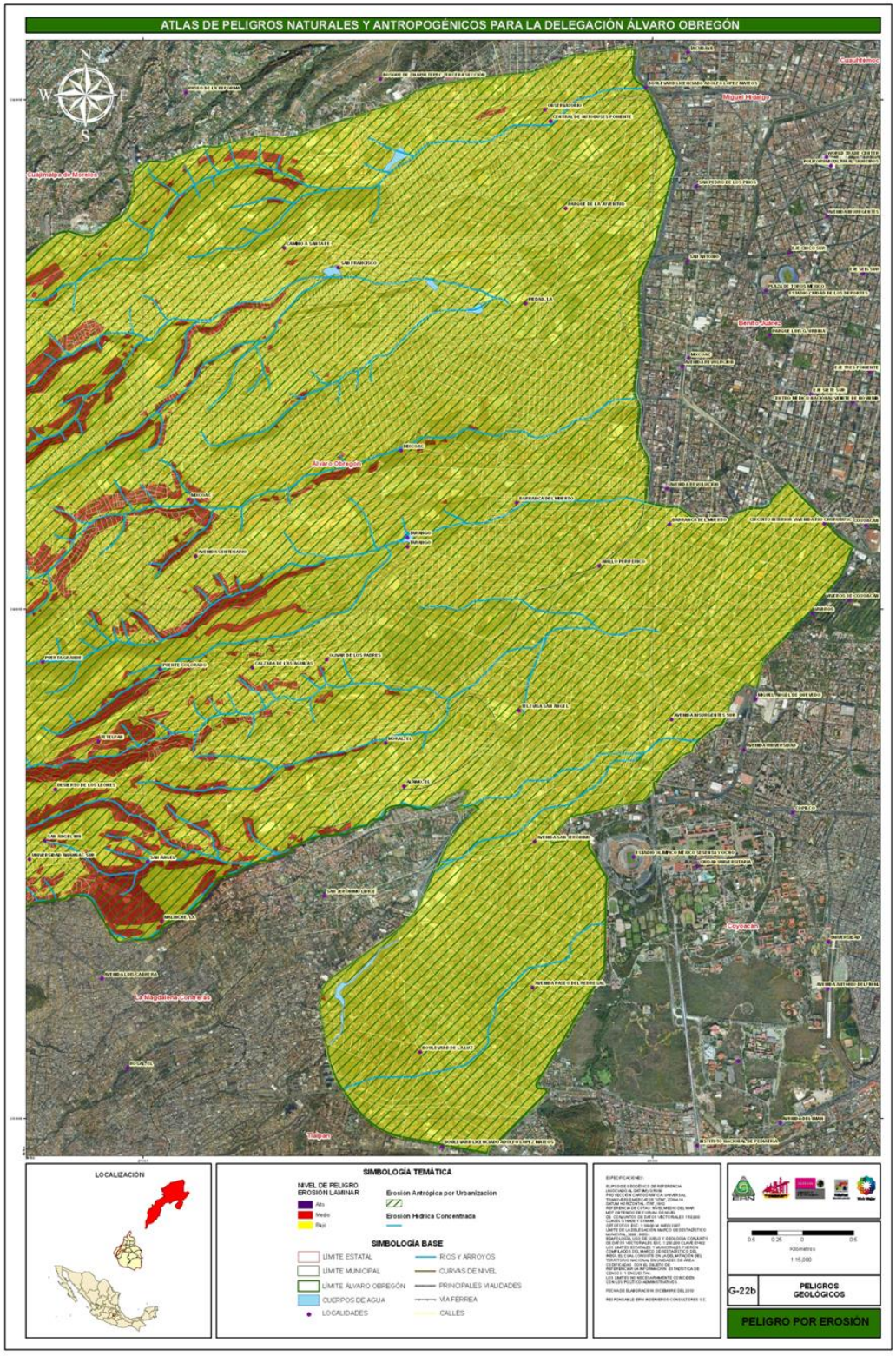


Figura 5.1.36 Mapa integrado de peligro por erosión.

5. Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Peligros Geológicos

5.1.4 Hundimientos y colapsos del terreno (Minas)

Las zonas minadas en la delegación Álvaro Obregón, son el resultado de la explotación desmedida de materiales, principalmente pumíticos, para la construcción y edificación en la propia ciudad de México. Las minas se fueron excavando en función de la disponibilidad de los estratos de interés, en forma de galerías y salones y en ocasiones formando varios niveles. En aquellos tiempos, los límites de la ciudad se encontraban retirados de estas zonas, pero años más tarde la ciudad fue creciendo y paulatinamente se fueron ocupando estos sitios, donde se desconocían las dimensiones reales de las minas y las características geotécnicas de los terrenos así modificados.

La ocupación de las áreas minadas, incluyendo fraccionamientos residenciales, de nivel medio y asentamientos irregulares, subestimó o ignoró este problema, lo que trae como consecuencia que exista el riesgo de que las minas se colapsen, debido a factores naturales como el intemperismo y la degradación de las propiedades mecánicas, así como antrópicos, como la sobrecarga, las vibraciones, las fugas de agua, etc.

En ocasiones los efectos sobre la superficie se manifiestan, en el mejor de los casos, a través de hundimientos o agrietamientos concéntricos, que permiten anticiparse al problema y realizar estudios para detección de cavidades. Pero en ocasiones, dadas las características particulares de cada mina, se puede presentar colapsos súbitos que pueden traer como consecuencia, pérdida total de la infraestructura afectada y eventualmente vidas humanas.

El mapa de inventario de minas se muestra en la Figuras 5.1.37 y 5.1.38, el cual incluye la localización de minas detectadas a través de reportes ciudadanos (Tabla 5.1.9) pero principalmente por estudios y trabajos previos así como la cartografía proporcionada por la propia delegación (Tabla 5.1.10).

Esta mapa refleja los puntos donde se tiene la presencia de minas y que en sí mismos, al igual que los puntos de PRM, representan sitios de atención donde se debe tener un monitoreo constante a fin de prevenir accidentes o afectaciones a la población e infraestructura civil.

Los tratamientos geotécnicos en cada caso dependen de las condiciones particulares del sitio. Sin embargo, contar con un mapa de inventario de minas, permite establecer políticas de acción así como enfocar recursos para resolver este problema, además de orientar estudios a detalle de exploración geológica, geotécnica y geofísica.

Tabla 5.1.9 Reportes ciudadanos con incidencia de minas.

AÑO	X	Y	CALLE	COLONIA
2006	478087	2142721	2DA. CDA. CENTRAL MZ. 25 LTE. 23	BARRIO NORTE
2006	478057	2142558	POSIBLE MINA AND. DEL TORO NO. 6 ENTRE AV. PADRE HIDALGO Y ESTANDEHUI	BARRIO NORTE
2006	478213	2144145	MINA EN LA CALLE 15 DE SEPTIEMBRE No. 8 ENTRE 30 DE OCTUBRE Y 1RO. DE NOV.	CONCHITA LA
2006	477605	2142890	HOYO MUY GRANDE EN GOLONDRINA DE LAS COLONIAS ESQ FELIX DE AZARA	GOLONDRINAS 1A. SECC., LAS
2006	477273	2142535	MINA UBICADA EN CALANDRIAS M-26 L-16 ENTRE GRULLAS Y QUETZAL	GOLONDRINAS, LAS
2006	475281	2143123	MINA EN LOMA BAJA MZ-11 LTE-8 L	MARGARITA MAZA DE JUAREZ
2007	473228	2138552	HUNDIMIENTO EN LA CALLE LE MANS EN EL INTERIOR DEL No. 143,	VILLA VERDUM
2007	479074	2142328	HUNDIMIENTO DE LA CALLE ROSA BLANCA	MOLINO DE ROSAS
2007	478016	2138950	HOYO EN CALZ. DESEIRTO DE LOS LEONES NO. 4402 ENTRE CALLE DOS Y ROMULO O FARRIL	HERRADURA, LA
2007	477377	2142636	MINAS EN LA CALLE SAN JOSE CAPULA MZ. 30 LOTE 3	GOLONDRINAS 2A. AMP., LAS
2007	478535	2143227	HUNDIMINETO EN CALLE CHILLANEJOS MZ. 13 LT. 52	FRANCISCO VILLA
2007	477407	2143548	MINA TABASQUEÑOS 24 ENTRE MICHOACANOS Y BRASILEÑOS ,	BONANZA
2007	476694	2142391	POSIBLE MINA EN EL LT- 7 DE LA MZ-59 DE LERDO DE TEJADA,	ADOLFO LOPEZ MATEOS, PILOTO AMP.
2007	476534	2142238	POSIBLE MINA EN LA CALLE PUERTO ESCONDIDO NO. 34	ADOLFO LOPEZ MATEOS, PILOTO AMP.
2008	476680	2139790	MINA EN AND. 12 A LOTE 5 MZ. 17 3ER.	AGUILAS AMP. 3R. PARQUE
2008	475100	2139869	HUNDIMIENTO EN CALLE MINA DE ZINC ENTRE MINA DE AZUFRE Y MINA DE CROMO	AXOTITLA, PALMAS
2008	478327	2142820	MINA EN PRIV. DE ALLENDE NO. 6 EN LA	BARRIO NORTE
2008	479914	2144689	HUNDIMIENTO EN CDA CAMINO REAL A TOLUCA 24 ENTRE ZENZONTLE Y AVESTRUZ	BELLAVISTA
2008	477438	2142802	MINA EN CALLE ALFONSO BALDAYA ENTRE JAMES COOK Y BARTOLOME DE FERRELO	CAPULA LOMAS DE
2008	478482	2144309	MINA EN CALLE 24 FEBRERO No 1 ENTRE 5 MAYO	CONCIENCIA PROLETARIA
2008	474577	2141695	HUNDIMIENTO SOBRE LA CALLE 1a. CDA. DE ATZACAN ,MINA	JALALPA EL GRANDE
2008	474462	2141689	HUNDIMIENTO EN LA CALLE RETORNO 3 J. NORTE MZ. 19 LT. 15	JALALPA EL GRANDE
2008	478279	2144404	MINA DOMICILIO UBICADO EN CALLE SANTA ISABEL 77 ENTRE SAN MARTIN Y SAN JOSE	MOLINO DE STO. DOMINGO
2008	476478	2138784	MINA EN CALLE 1a CDA SAN AGUSTIN M2 L5 ESQ CALZ. DESIERTO DE LOS LEONES	PUEBLO DE TETELPAN
2009	475533	2142585	LOMAS DE JALALPA M7 L10 PARA CHECAR UNA CUEVA ESQ AV DIAZ ORDAZ	JALALPA AMP.
2009	478746	2144551	ANOMALIAS EN EL SUBSUELO EN CALLE MINA ETZALAN NO. 17	LOMAS DE STO. DOMINGO
2009	473926	2141311	HUNDIMIENTO EN CALLE HORNONCITOS MZ. 55 LT. 21	JALALPA EL GRANDE
2009	478631	2139713	HUNDIMIENTO EN LAS FLORES 485 ENTRE BARRANCA DE PILARES Y FLOR DE MARIA	FLOR DE MARIA
2009	475569	2143233	HUNDIMIENTO DE TIERRA FRENTE AL NO. 46 DE LA CALLE PASO DEL REY EN LA	LA MEXICANA
2009	478327	2142819	POSIBLE MINA EN DOMICILIO PRIV ALLENDE	BARRIO NORTE
2009	478441	2142845	HUNDIMIENTO FRENTE AL NO. 4 DE LA CALLE ARTISTAS	BARRIO NORTE
2009	472588	2138286	HUNDIENDO EL SUELO EN VERSALLES 30, 31 Y 27 ENTRE NORMANDIA HAVRE	VILLA VERDUM
2009	476120	2139297	HUNDIMIENTO EN CALLE ALCANFORES NO. 100	SAN CLEMENTE
2009	477290	2142205	MINA EN CALLE NORTE NO. 42 ESQ. CON CALLE 23	OLIVAR DEL CONDE 2DA. SECC.
2009	478045	2142169	ANOMALIAS EN EL SUBSUELO EN CALLE 22 NO. 28 ENTRE CALLE 1 Y CALLE 12	OLIVAR DEL CONDE 1RA. SECC.
2009	477385	2141861	HUNDIMIENTO EN VIA PUBLICA EN CALLE 23 NO. 12 ENTRE SANTA LUCIA Y MARIO MORENO	OLIVAR DEL CONDE 1RA. SECC.

Tabla 5.1.10 Listado de colonias con problemas de minas (Fuente: Delegación Álvaro Obregón).

COLONIA	CALLES	VOLUMEN ESTIMADO (m^3)	FECHA
AMP. LOMAS DE STO. DOMINGO	MANZANAS 5 Y 6	150	07/07/1995
AMP. MOLINO DE ROSAS / LA CASCADA	ROSA TARTARA ESQ. PIEDRA RODONITA	400	08/09/1995
AMPLIACIÓN ÁGUILAS	ISLOTE FRENTE AL No. 58	1500	11/07/1995
AMPLIACIÓN ÁGUILAS	ISLOTE No. 57	16	31/08/1996
AMPLIACIÓN ÁGUILAS	MESETA No. 48	133	11/10/1996
AMPLIACIÓN ALPES	CALLE RIVERA ENTRE EMBOCADURA Y BARRANCA	45	09/08/1995
AMPLIACIÓN ALPES	LUZ Y FUERZA FRENTE No. 11	16	18/03/1996
AMPLIACIÓN JALALPA	CERRADA ABASOLO	30	12/04/1996
ARTURO MARTÍNEZ	GUERRERENSES MZ. 3	1,220	04/12/1995
ARTURO MARTÍNEZ	CAMINO REAL A TOLUCA MZ. 13 LT. 3	3	06/04/1996
ARTURO MARTÍNEZ	ANDADOR 1 MZ. 36 Y 36-A	94	18/04/1996
BARRIO NORTE	JOAQUÍN CISNEROS MZ. 38 LT. 52	59	31/03/1995
BARRIO NORTE	AVENIDA BENITO JUÁREZ No. 97	18.5	18/07/1995
BARRIO NORTE	FRENTE LADERA No. 56	10.5	12/10/1995
BARRIO NORTE	ANDADOR FEDERALISTA	18	18/03/1996
BARRIO NORTE	CALLE CERRADA NORTEÑOS	20	19/06/1996
BARRIO NORTE	CALLEJÓN DEL ARTISTA No. 5	6	17/10/1996
BONANZA	BRASILEÑOS ESQ. TABASQUEÑOS	1,385	05/06/1995
CALZADA JALALPA	ATRÁS DE LA IGLESIA DE NTRA. SRA. DE GUADALUPE	78	8/05//95
CALZADA JALALPA	FELIPE ANGELES Y GUSTAVO DIAZ ORDAZ	24	07/06/1995
CALZADA JALALPA	MZ. 7 (PARCIAL) (C-CJ-01)	1,635.9	08/08/1996
CALZADA JALALPA	MZ. 7 (CCJ-01)	1,343.7	31/07/1996
CASCADA/AMP. MOLINO DE ROSAS	RÍO MIXCOAC Y PIEDRA RODONITA	87.5	13/07/1996
CORPUS CHRISTY	ALTO LERMA (ESC. PRIM. BEATRIZ ÁVILA G.)	10	12/03/1995
EL RODEO	ANDADOR 2	5	09/03/1997
FRANCISCO VILLA	CAMAYAHUENSES CASA ESQ. CHILANEJOS	4	26/07/1995
GOLONDRINAS	GRULLAS Y HERRERILLO	70	17/08/1996
GOLONDRINAS 1ª SECC./CAPULA	VASCO DE GAMA Y GOLONDRINA ÁRTICA	400	18/09/1996
GOLONDRINAS 1ª SECCIÓN	GOLONDRINA ACERADA MZ. 23 LT. 16	13	03/02/1995
GOLONDRINAS 1ª SECCIÓN	RET. GOLONDRINA DE RÍO MZ. 25 Y AV. PRIN. MZ. 22	263	13/11/1996
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	QUETZAL ESQ. PINGÜINOS	360	15/05/1995
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	PINGÜINOS Y CALANDRIAS	230	31/08/1996
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	PERICOS CASI ESQ. GUACAMAYAS	120	14/09/1995
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	GRULLAS Y COLUMBUS	600	12/12/1995
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	PUERTO CELESTUM MZ. 18 LT. 2	14	10/04/1996
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	PERICOS Y GUACAMAYAS	851.5	09/05/1996
GOLONDRINAS 2ª SECCIÓN	GORRIONES Y GRULLAS	35	30/03/1997
HERÓN PROAL	ESC. PRIM. TORIBIO VELASCO	4	06/04/1995
LA ESTRELLA	VASCO DE QUIROGA No. 1133	120	30/04/1995
LAS CUEVITAS	VASCO DE QUIROGA No. 1225-A	90	12/09/1995
LOMAS DE BECERRA	ZETA ENTRE OMICRON Y OMEGA	4	06/04/1995
LOMAS DE GUADALUPE	LOMA DE GUADALUPE	20	21/08/1996
LOMAS DE SANTO DOMINGO	ETZALAN No. 35	18	26/05/1996
LOMAS DE SANTO DOMINGO	ETZALAN No. 33	13	08/08/1996
LOMAS DE TARANGO	LOMA PERPETUA Y LOMA AZUL	3	15/02/1996
LOMAS DE TETELPAN	CALLE 3	24	16/03/1995
LOMAS DE TETELPAN	CALZ. DESIERTO DE LOS LEONES M.10 LTS. 11, 12, 13 Y 14	227	15/05/1996
MAÍZ MORADO/AMP. LA MEXICANA	PASO DEL ACANTILADO	41	07/07/1995
MINAS DE CRISTO	SEBASTIÁN DE APARICIO MZ. 2 LT. 35	4	14/09/1995
MINAS DE CRISTO	CDA. DE AV. CENTRAL MZ. 16 LT. 3	4	15/09/1995
MINAS DE CRISTO	ANSELMO ZURRUTIA No. 60	6	15/09/1995
MINAS DE CRISTO	RÍO BECERRA (CENTRO DE SALUD)	10	24/03/1997
MOLINO DE SANTO DOMINGO	SANTA BARBARA	6	07/12/1995
OLIVAR DEL CONDE 1ª SECCIÓN	CALLES 4 Y 5 ENTRE CALLE 17 Y 18	7,960	15/08/1995
OLIVAR DEL CONDE 1ª SECCIÓN	CALLE 10 ENTRE CALLE 18 Y 19	28	29/05/1996
OLIVAR DEL CONDE 2ª SECCIÓN	AGUSTÍN LARA	150	18/06/1996
PALMAS/BARRIO NORTE	DESPERTADOR AMERICANO FRENTE AL No. 47	2	29/03/1995
REACOMODO EL CUERNITO	VENUS ESQ. CHICAGO	3	20/01/1997
REAL DEL MONTE	MINA PURÍSIMA No. 22	20	15/09/1995
REAL DEL MONTE	MINA RICA MZ. 3 LT. 13	36	23/11/1996
SAN CLEMENTE	JACARANDAS MZ. 14	123	31/05/1996
SANTA MARÍA NONOALCO	FERROCARRIL DE CUERNAVACA No. 64	6	28/06/1996
TIZAPAN	RÍO CHICO (FRENTE AL KINDER)	36	04/03/1995
TLACOYAQUE	EMILIANO ZAPATA/FRANCISCO VILLA	14	03/10/1996
U. H. LOMAS DE BECERRA	CIRCUITO VIAL FRENTE EDIFICIO 1	6	05/03/1995

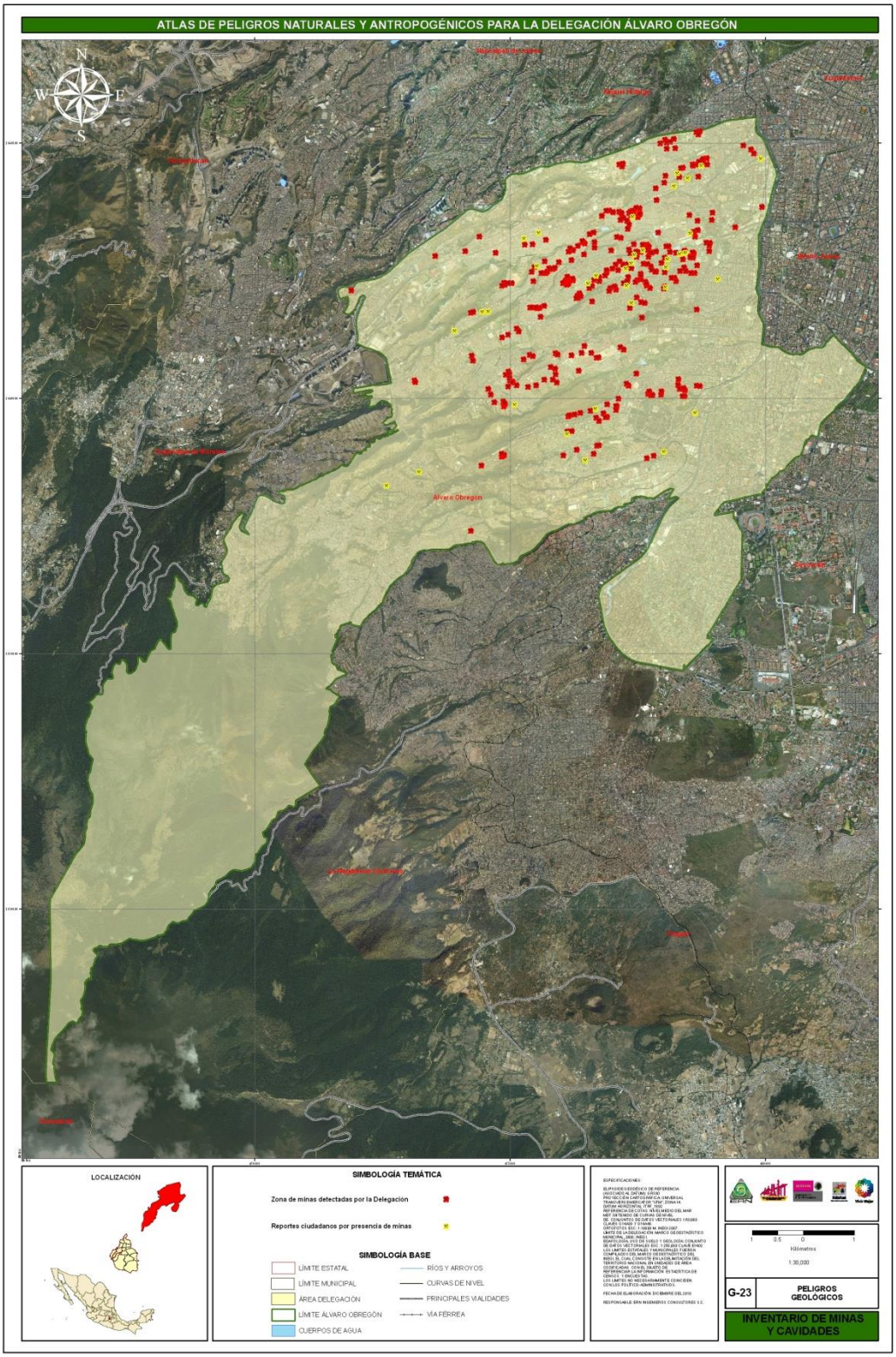


Figura 5.1.37 Mapa de inventario de minas.

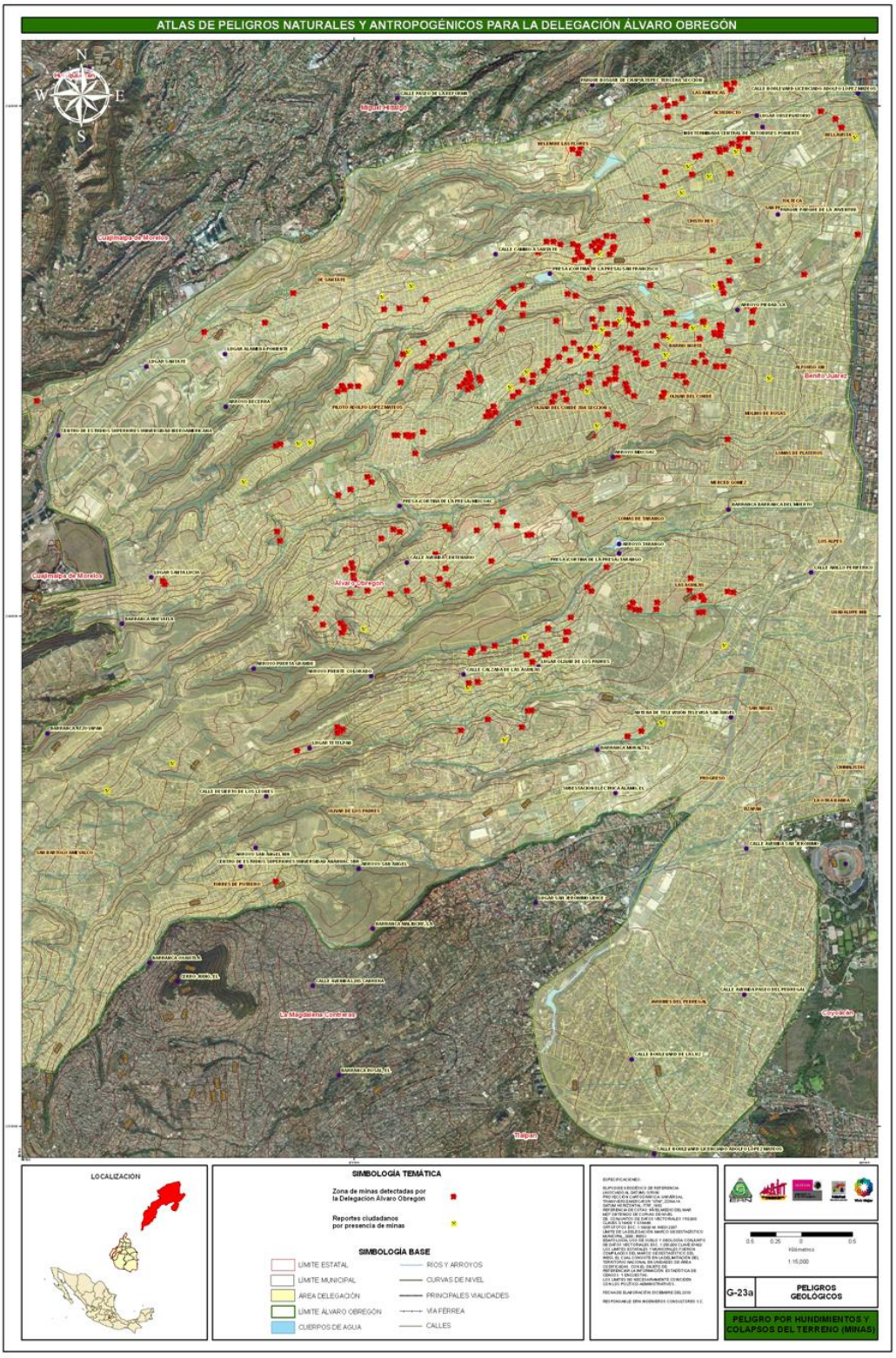


Figura 5.1.38 Mapa peligros por hundimientos y colapsos del terreno (minas).

5. Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen natural

5.1 Peligros Geológicos

5.1.5 Sismo

Tectónica de México y las principales familias de sismos

En México se concentra alrededor del 6% de la actividad sísmica mundial. Esto se debe a que su territorio está localizado en una región donde interactúan 5 importantes placas tectónicas denominadas (Figura 5.1.39): Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera. Aunado a esto, existen importantes fallas continentales como son la de San Andrés, la Trinchera Mesoamericana y el sistema de fallas Motagua-Polochic. A lo anterior se suman numerosas fallas regionales o locales con distintos grados de actividad sísmica, entre las cuales destacan la de Acambay, localizada en el centro del país y el sistema de fallas de Ocosingo en Chiapas, al sur del país.

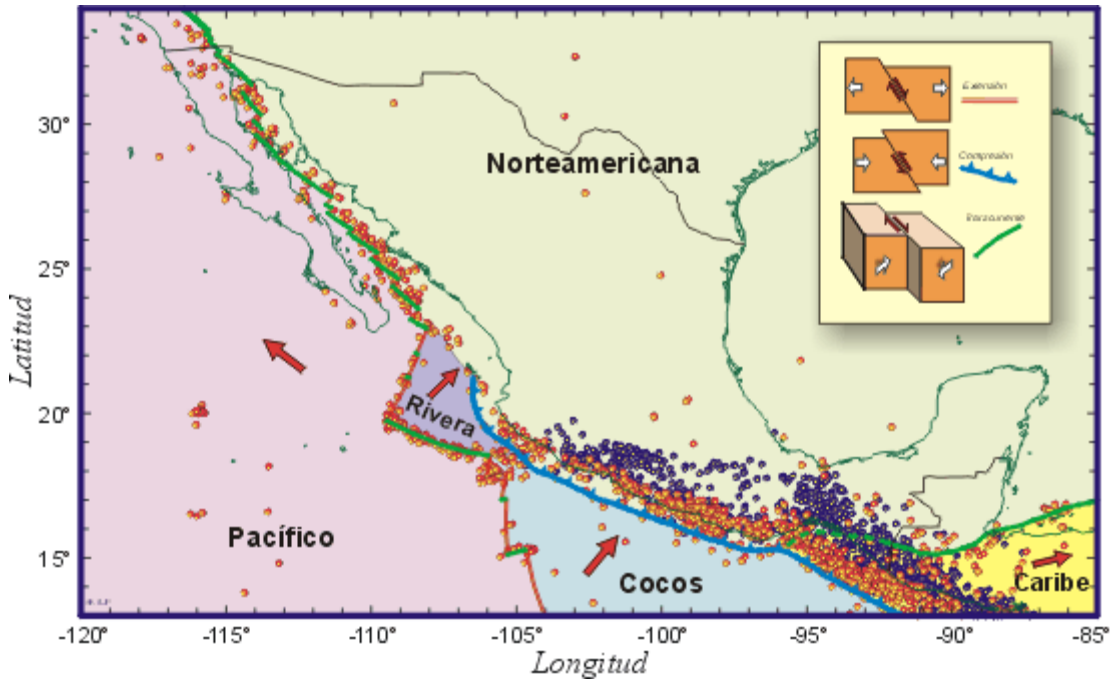


Figura 5.1.39 Placas tectónicas en la República Mexicana

Las zonas afectadas por sismos en la República Mexicana comprenden completamente el territorio de 11 entidades federativas y parte del territorio de otras 14, abarcando más del 50% del total nacional. Del conjunto, la Ciudad de México, por las características del subsuelo, es una de las zonas que presentan mayor riesgo ante la inminente ocurrencia de un sismo de gran magnitud como el que se espera se origine en la brecha sísmica de Guerrero.

Los grandes temblores en México (Ms $\geq$ 7.0) a lo largo de la costa del Pacífico, son causados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y por ello son conocidos como sismos de subducción. La placa de Rivera, que es relativamente pequeña, se desplaza bajo el estado de Jalisco con velocidad relativa de 2.5 cm/año frente a la costa de Manzanillo. Algunos trabajos recientes sugieren que esta velocidad podría alcanzar 5 cm/año (Kostoglodov y Bandy, 1995). La frontera entre las placas de Rivera y de Norteamérica es algo incierta, pero se estima que intersecta la costa de México cerca de Manzanillo. Por otra parte, la velocidad relativa de la placa de Cocos con respecto al continente varía desde unos 5 cm/año cerca de Manzanillo hasta 7 cm/año en Chiapas. El terremoto de Jalisco del 3 de junio de 1932 (Ms = 8.2) que ocurrió sobre la interfaz de la placa de Rivera y la de Norteamérica (Singh et al., 1985a), muestra que una placa pequeña, joven y con una velocidad relativamente baja de subducción es capaz de generar grandes temblores. Este terremoto es el más grande que ha ocurrido en México en el presente siglo. En Figura 5.1.40 se muestran las fuentes sísmicas generadoras de estos sismos.

Figura 5.1.40 Fuentes generadoras de sismos de subducción en la República Mexicana

Los grandes temblores también ocurren en el continente con profundidades de unos 60 km. En este caso los temblores presentan un mecanismo de fallamiento normal que refleja el rompimiento de la litosfera oceánica subducida (Singh et al., 1985b). Si bien este tipo de eventos es poco frecuente, se sabe que pueden causar grandes daños. Algunos ejemplos de estos sismos son el de Oaxaca del 15 de enero de 1931 (Ms = 7.8), el de Orizaba del 23 de agosto de 1973 (Ms = 7.3) y el de Huajuapan de León del 24 de octubre de 1980 (m_B = 7.0). En la Figura 5.1.41 se muestran las zonas consideradas para la ocurrencia de este tipo de sismos.

Figura 5.1.41 Fuentes generadoras de sismos de profundidad intermedia en la República Mexicana

Aún menos frecuentes son los temblores que ocurren dentro de la placa continental (Ms ≤ 7). Dependiendo de su ubicación, tales eventos pueden generar daños considerables en los asentamientos humanos. Dos ejemplos son: el temblor de Jalapa del 3 de enero de 1920 (Ms=6.4) y el de Acambay del 19 de noviembre de 1912 (Ms = 7.0). En la Figura 5.1.42 se indican las zonas en donde ocurre este tipo de sismos.

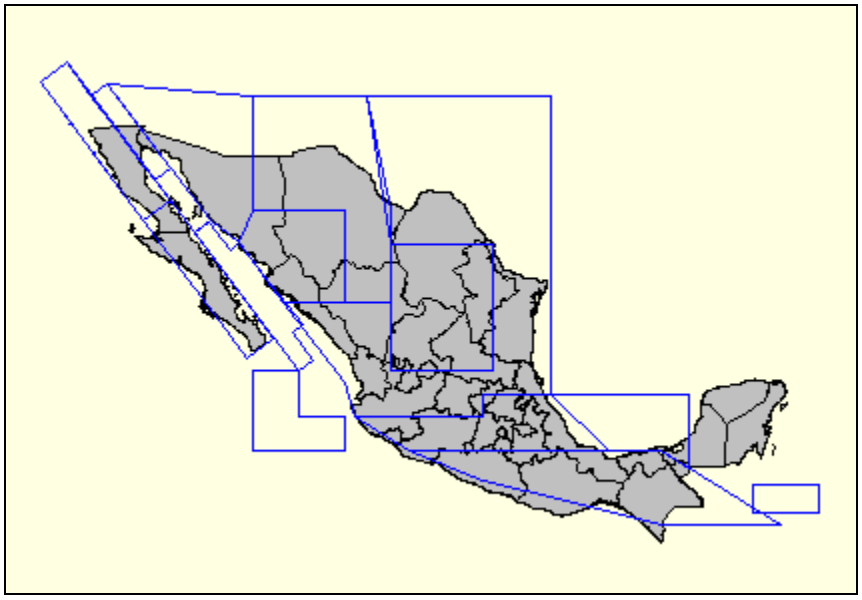


Figura 5.1.42 Fuentes generadoras de sismos poco profundos en la República Mexicana

Existe también lo que podría llamarse sismicidad de fondo, que consiste en temblores con M≤5.5 y cuyo origen no puede asociarse a ninguna estructura geológica en particular. La ocurrencia de estos eventos también se considera y las zonas donde se generan se muestran en la Figura 5.1.42.

Peligro sísmico en México

El peligro sísmico de un sitio se relaciona con la intensidad de los movimientos sísmicos que se esperan en el lugar y la frecuencia con la que se exceden. El peligro sísmico se cuantifica en términos de los periodos de retorno (o sus inversos, las tasas de excedencia) de intensidades sísmicas relevantes en el comportamiento de las estructuras. La tasa de excedencia de una intensidad sísmica se define como el número medio de veces, por unidad de tiempo, en que el valor de esa intensidad sísmica es excedido.

Modelos de la sismicidad local

La República Mexicana se ha dividido en 36 fuentes generadoras de sismos, las cuales están dictadas por la tectónica del país y por la historia instrumental de sismos registrados en el pasado (Zúñiga, 1994). Cada una de estas fuentes genera temblores a una tasa constante.

La actividad de la i-ésima fuente sísmica se especifica en términos de la tasa de excedencia de las magnitudes, $\lambda_i(M)$, que ahí se generan. La tasa de excedencia de magnitudes, mide qué tan frecuentemente se generan en una fuente, temblores con magnitud superior a una dada.

Para la mayor parte de las fuentes sísmicas, la función $\lambda_i(M)$ es una versión modificada de la relación de Gutenberg y Richter. En estos casos, la sismicidad queda descrita de la siguiente manera:

$$\lambda_i(M) = \lambda_{oi} \frac{e^{-b_i M} - e^{-b_i M_{ui}}}{e^{-b_i M_o} - e^{-b_i M_{ui}}} \qquad (1)$$

donde M_0 es la mínima magnitud relevante, tomada igual a 4.5 para este estudio, λo_i, b_i, y M_{ui} son parámetros que definen la tasa de excedencia de cada una de las fuentes sísmicas. Estos parámetros, diferentes para cada fuente, se estiman por procedimientos estadísticos bayesianos (Rosenblueth y Ordaz, 1987; Arboleda y Ordaz, 1993), que incluyen información sobre regiones tectónicamente similares a las de nuestro país, más información experta, especialmente sobre el valor de M_{ui} (la máxima magnitud que puede generarse en cada fuente). En la Figura 5.1.43 se muestran dos tasas de excedencia para zonas sísmicas distintas, una para una zona de alta sismicidad capaz de generar sismos con M>7.5 y otra de baja sismicidad. Es claro que para una misma tasa de excedencia o tasa constante, ambas fuentes generan sismos con distinta magnitud; por ejemplo, si tomamos una tasa de 0.01 (periodo de retorno de 100 años), debemos esperar sismos mayores o iguales que 6.2 en la fuente de baja sismicidad y mayores o iguales que 7.3 en la de alta sismicidad. Esto quiere decir que con la misma probabilidad o para la misma tasa de excedencia ambas fuentes generarán sismos de distinto tamaño.

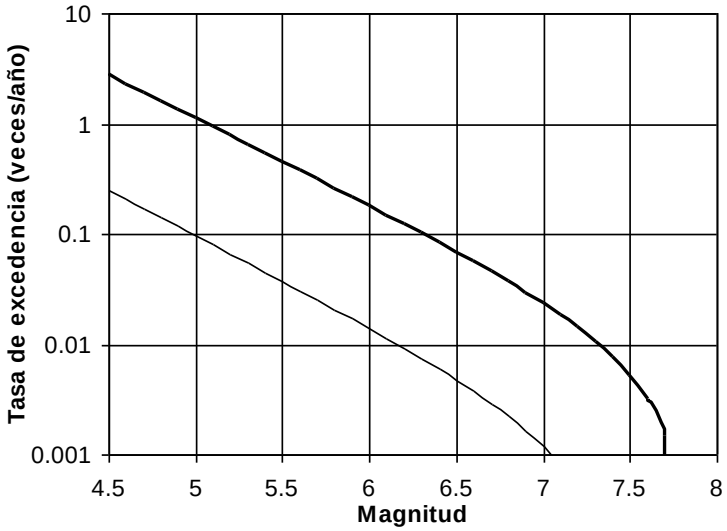


Figura 5.1.43 Tasas de excedencia de magnitudes, $\lambda_i(M)$, para dos fuentes con distinta sismicidad.

Aunque la forma funcional para $\lambda_i(M)$ dada en la ecuación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se utiliza para la mayor parte de las fuentes sísmicas, se ha observado que la distribución de magnitudes de los grandes temblores de subducción (M>7) se aparta sensiblemente de la predicha por la relación de Gutenberg y Richter, dando origen al llamado *temblor característico* (Singh et al, 1981). Por lo anterior, para los grandes temblores de subducción, $\lambda_i(M)$ se define de la siguiente manera:

$$\lambda(M) = \lambda(7) \left[1 - \Phi\left(\frac{M - EM}{\sigma_M} \right) \right], \; si \; M > 7 \qquad (1)$$

donde $\lambda(7)$, EM y σ_M son parámetros que se deben obtener estadísticamente para la zona mexicana de subducción y Φ es la función de distribución normal estándar.

De esta manera, al definir los parámetros λ_0, β y M_u o $\lambda(7)$, EM y σ_M, queda definida por completo la sismicidad local de las fuentes. Dichos parámetros se presentan en la Tablas 5.1.11 y 5.1.12.

Tabla 5.1.11 Parámetros de sismicidad de las fuentes con modelo de Poisson.

FUENTE	*λ(Mo)*	*β*	*Mu*	*Mo*
Subducción Jalisco M<7	2.01	1.83	7.20	4.50
Subducción Gro-Mich M<7	4.79	1.55	7.20	4.50
Subducción Oaxaca M<7	6.72	1.85	7.20	4.50
Subducción Chiapas M<7	18.94	2.06	7.20	4.50
Prof. Intermedia Oeste	2.16	1.80	7.80	4.50
Prof. Intermedia Centro	1.71	1.80	7.80	4.50

FUENTE	λ(Mo)	β	Mu	Mo
Prof. Intermedia Este	2.78	1.80	7.80	4.50
Eje Volcánico Norte	0.25	1.88	7.39	4.50
Intraplaca someros	1.44	1.89	7.37	4.50
Baja California intraplaca norte	1.14	0.97	6.50	4.50
Baja California intraplaca sur	1.59	0.93	6.50	4.50
Baja California interplaca norte	2.51	1.78	7.74	4.50
Baja California interplaca centro	0.73	1.64	7.35	4.50
Baja California interplaca sur	4.26	1.67	7.23	4.50
Sierra Madre Occidental	0.12	2.88	5.80	4.50
Cuencas y Sierras	0.27	2.88	5.80	4.50
Cuenca de Burgos	0.19	2.88	5.80	4.50
Interfaz Pacífico-Rivera	3.41	1.74	7.20	4.50
Golfo de México	0.09	2.88	5.80	4.50
Sismicidad difusa 1	0.66	2.88	5.80	4.50
Sismicidad difusa 2	0.18	2.88	5.80	4.50
Centroamérica	0.50	1.94	7.67	4.50

Tabla 5.1.12 Parámetros de sismicidad de las fuentes de sismos característicos.

FUENTE	1/λ(7)	EM	σM
Subducción Chiapas	18.70	7.50	0.27
Subducción Brecha de Tehuantepec	24.70	7.50	0.27
Subducción Oaxaca Este	24.80	7.50	0.27
Subducción Oaxaca 1	39.40	7.50	0.27
Subducción Oaxaca 2	77.90	7.50	0.27
Subducción Oaxaca Oeste	104.70	7.50	0.27
Subducción Ometepec	26.70	7.50	0.27
Subducción San Marcos	89.90	7.50	0.27
Subducción Guerrero	39.70	7.50	0.27
Subducción Petatlán	52.60	7.50	0.27
Subducción Michoacán	25.60	7.50	0.27
Subducción Colima 1	47.50	7.50	0.27
Subducción Brecha de Colima	56.70	7.50	0.27
Subducción Jalisco	19.80	7.50	0.27

Atenuación de las ondas sísmicas

Una vez determinada la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce cada una de ellas en un sitio de interés. Para ello se requiere saber qué intensidad se presentaría en el sitio en cuestión, hasta ahora supuesto en terreno firme, si en la i-ésima fuente ocurriera un temblor con magnitud dada. A las expresiones que relacionan magnitud, posición relativa fuente-sitio e intensidad, se les conoce como *leyes de atenuación*. Usualmente, la posición relativa fuente-sitio se especifica mediante la distancia focal, es decir, la distancia entre el foco sísmico y el sitio. Las leyes de atenuación pueden adoptar

muy diversas formas. Las intensidades sísmicas relevantes son las ordenadas del espectro de respuesta Sa, (seudoaceleraciones, 5% del amortiguamiento crítico), cantidades que son aproximadamente proporcionales a las fuerzas laterales de inercia que se generan en las estructuras durante sismos.

Para el análisis de peligro sísmico se emplean diferentes leyes de atenuación, dependiendo de las trayectorias que recorren las ondas en su camino de la fuente al sitio. Se utilizan leyes de atenuación espectrales que toman en cuenta el hecho de que la atenuación es diferente para ondas de diferentes frecuencias, por lo que se tienen parámetros de atenuación diferentes para cada periodo de vibración considerado. Estas leyes se describen a continuación:

1. Temblores costeros. Para la aceleración máxima del terreno provocada por temblores generados en la costa sur del Pacífico, se utiliza la ley de atenuación de Ordaz *et al.* (1989). Esta ley fue construida a partir de numerosos registros de aceleración obtenidos por la Red Acelerográfica de Guerrero, que incluyen los del gran temblor del 19 de septiembre de 1985. La relación entre la aceleración máxima del terreno y las ordenadas del espectro de respuesta a otros periodos se obtiene del modelo teórico de fuente y trayecto reportado por Singh *et al.* (1989).

2. Temblores de profundidad intermedia. Se emplea en este caso un modelo de atenuación desarrollado para el estudio de riesgo para la rehabilitación del Templo de la Compañía en Puebla. La expresión correspondiente a esta ley de atenuación (Figura 5.1.44) es la siguiente:

$$E(\ln Amax) = -0.098 + 1.418M - \ln R - 0.0084R$$
$$\sigma(\ln Amax) = 0.65 \qquad (2)$$

donde Amax está en cm/s^2, R es la distancia focal en km y M es la magnitud.

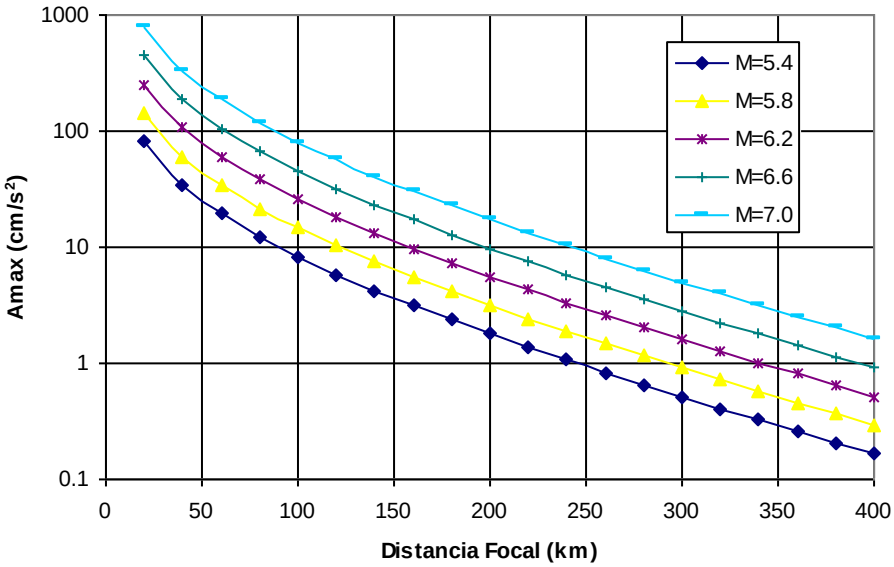


Figura 5.1.44 Ley de atenuación de Amax para temblores de profundidad intermedia.

3. Temblores superficiales. Para modelar la atenuación de los temblores superficiales, tanto los que ocurren en el Eje Neovolcánico como los que se presentan en la parte noroeste del país, se utilizan leyes de atenuación construidas con datos registrados en California.

Dadas la magnitud y la distancia epicentral, la intensidad sísmica no está exenta de incertidumbre por lo que no puede considerarse determinista. Suele suponerse que, dadas la magnitud y la distancia, la intensidad Sa es una variable aleatoria distribuida lognormalmente, con mediana dada por la ley de atenuación y desviación típica del logaritmo natural igual a σ_{lnSa}, entonces:

$$Pr\,(SA > Sa \mid M, R_i) = \Phi\left(\frac{E(\ln Sa \mid M, R_i) - \ln Sa}{\sigma_{lnSa}}\right) \qquad (3)$$

siendo $\Phi(\cdot)$ la distribución normal estándar, $E(\ln Sa|M,R_i)$ el valor medio del logaritmo de la intensidad (dado por la ley de atenuación correspondiente) y σ_{lnSa} su correspondiente desviación estándar. Si al valor de $E(\ln Sa|M,R_i)$ se le calcula el exponencial, lo que se obtiene es la mediana $\hat{a}$ de la seudoaceleración.

La Figura 5.1.45 muestra la gráfica de la función de probabilidad en caso de que la seudoaceleración sea excedida.

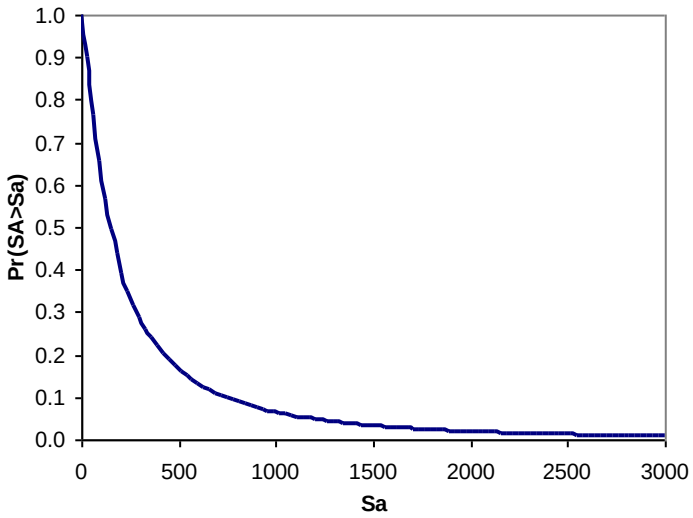


Figura 5.1.45 Función de probabilidad de que la seudoaceleración sea excedida.

Los momentos de la seudoaceleración en un punto del terreno para un evento de magnitud M, generado en una fuente a una distancia R del punto en cuestión, se pueden calcular con la función generatriz de momentos.

$$E\left[a^k\right] = (\hat{a})^k \exp\left(\frac{1}{2}\sigma^2 k^2\right) \qquad (4)$$

donde σ es la desviación estándar de la ley de atenuación y $\hat{a}$ es la mediana de la seudoaceleración en el sitio para una magnitud dada por la ley de atenuación.

Suponemos que la función de densidad de probabilidad de la seudoaceleración tiene la siguiente forma (Figura 5.1.46):

$$f_A(a) = \omega_1 \delta(a - y_1) + \omega_2 \delta(a - y_2) \quad (5)$$

donde δ es la función delta de Dirac.

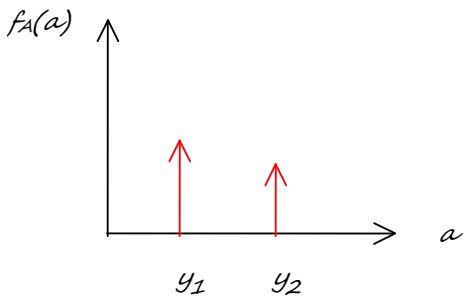


Figura 5.1.46 Función de densidad de probabilidad de la seudoaceleración.

Es posible encontrar los valores de ω_1, ω_2, y_1 y y_2 resolviendo las siguientes 4 ecuaciones simultáneas.

$$E(a) = \hat{a} \exp(\frac{1}{2}\sigma^2) = \omega_1 y_1 + \omega_2 y_2 \quad (6)$$

$$E(a^2) = \hat{a}^2 \exp(2\sigma^2) = \omega_1 (y_1)^2 + \omega_2 (y_2)^2 \quad (7)$$

$$E(a^3) = \hat{a}^3 \exp(\frac{9}{2}\sigma^2) = \omega_1 (y_1)^3 + \omega_2 (y_2)^3 \quad (8)$$

$\omega_1 + \omega_2 = 1$ (9)

Para un valor de $\sigma = 0.6$ la solución es la siguiente:

$\omega_1 = 0.87$ (10)

$\omega_2 = 0.13$

$y_1 / \hat{a} = 0.9$

$y_2 / \hat{a} = 3.28$

Efectos de amplificación del suelo (Efectos de sitio)

Las condiciones locales del terreno afectan las amplitudes, el contenido espectral y la duración de los movimientos sísmicos. Esto es particularmente importante en la ciudad de México donde las amplificaciones por efectos de sitio son notables y únicas en el mundo. También existen amplificaciones importantes en la Ciudad de Acapulco, en donde existe evidencia de comportamiento no lineal del terreno. Estos efectos también pueden encontrarse en otras ciudades de la República Mexicana, aunque en menor medida. Para considerar los efectos de sitio se emplea la función de amplificación del suelo que se define como el cociente de los espectros en el sitio (en suelo blando) con los espectros en suelo firme o roca.

Efectos de sitio en la ciudad de México

Como se ha mencionado, el movimiento del terreno se estima en términos de las ordenadas del espectro de respuesta. En el modelo, un sismo se define por su magnitud y su distancia focal a la ciudad de México. Dadas una magnitud y una distancia es posible estimar el espectro de respuesta de aceleraciones en CU (Ciudad Universitaria) por medio de regresiones semiempíricas. Las regresiones se construyeron con una técnica bayesiana y los datos de más de 20 eventos costeros registrados a partir de la década del 60.

Para caracterizar la respuesta en sitios instrumentados de la zona del lago de la ciudad de México se utilizan cocientes de espectros de respuesta promedio, los cuales se interpretan como funciones de transferencia entre cada sitio instrumentado y el sitio de referencia. En la figura 5.1.47 se muestran las estaciones acelerográficas instaladas en la ciudad de México y su microzonificación. Los cocientes espectrales fueron calculados con los registros obtenidos de la Red Acelerométrica de la Ciudad de México durante sismos previos. Aunque estos cocientes no tienen un significado físico, se han utilizado con éxito para reproducir los espectros de respuesta en sitios de la zona del lago a partir de espectros de respuesta en sitios de terreno firme.

El cálculo de los cocientes sólo puede estimarse en sitios de suelo blando instrumentado en que se hayan obtenido registros sísmicos. Para calcular los cocientes en otros lugares de la ciudad de México se desarrolló un procedimiento de interpolación con las siguientes bases: primero, las abscisas de la función de transferencia empírica en puntos instrumentados se normalizan con respecto al periodo dominante del sitio. La información acerca de los periodos dominantes fue obtenida con el análisis de microtemblores, sondeos geotécnicos y registros de movimientos fuertes. Se obtiene una función de transferencia normalizada en el sitio de interés por medio de una interpolación bidireccional de las funciones normalizadas de los sitios de registro. Finalmente la función obtenida se re-normaliza con respecto al periodo dominante del terreno del sitio en cuestión.

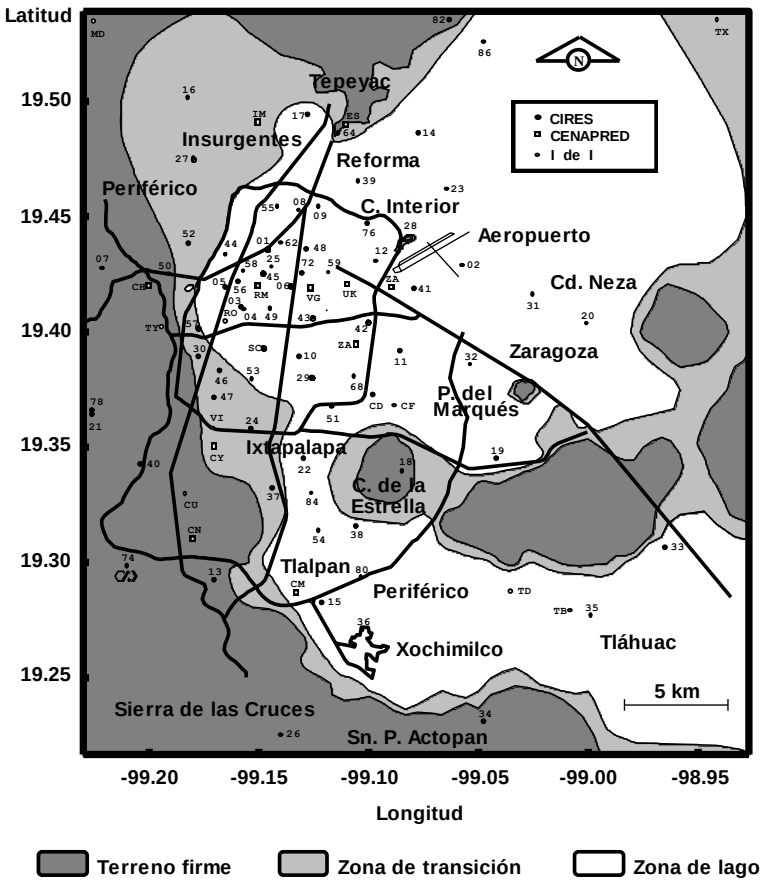


Figura 5.1.47 Estaciones acelerográficas instaladas en la Ciudad de México y microzonificación.

Prácticamente todo el territorio en que se localiza la Delegación Álvaro Obregón corresponde a terreno firme (Zona 1), de acuerdo a la zonificación para fines de diseño por sismo de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (ver figura siguiente); por lo que el peligro sísmico en el territorio de la delegación no es importante en comparación con otras delegaciones que se localizan en la zona del Lago, como puede ser por ejemplo la delegación Cuauhtémoc.

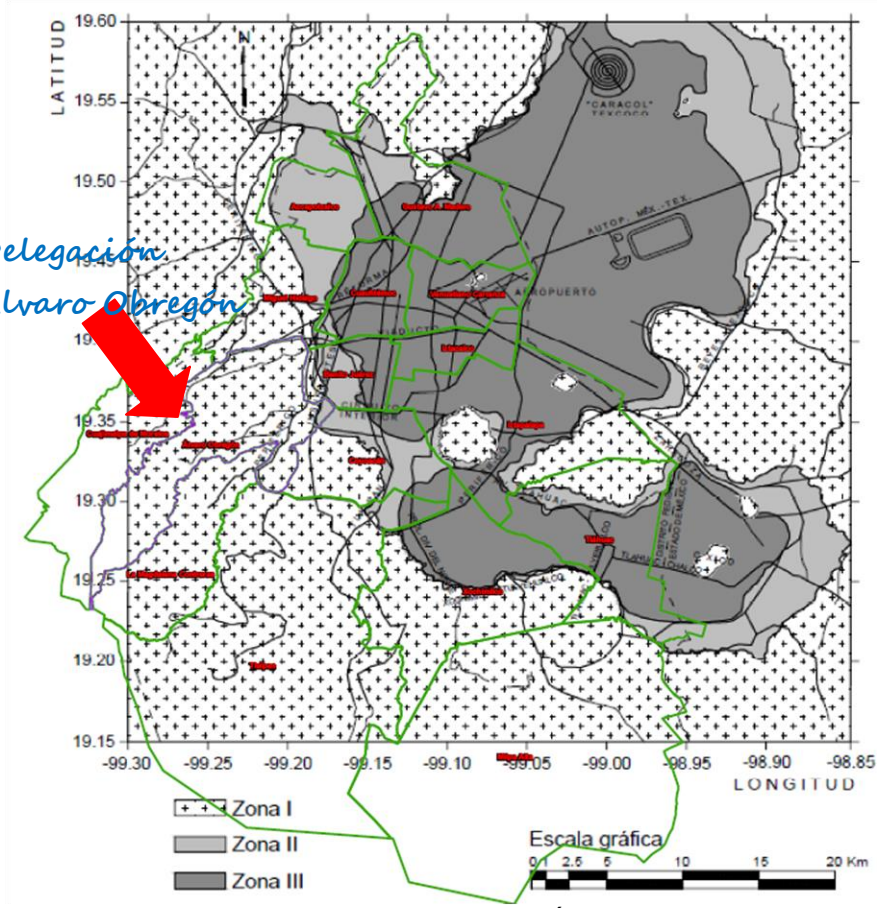


Figura 5.1.48 Localización del territorio de la Delegación Álvaro Obregón en la zonificación para fines de diseño por sismo de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Una vez obtenida la función de amplificación se multiplica por el espectro de respuesta en el sitio (en suelo firme) para obtener el espectro de respuesta en la superficie. Los mapas resultantes para cuatro periodos de retorno (Tr= 10, 20, 125 y 475 años) y para tres periodos fundamentales de vibración (T=0, 0.5 y 2 segundos) se muestran a continuación (Figuras 5.1.49 a 5.1.60).

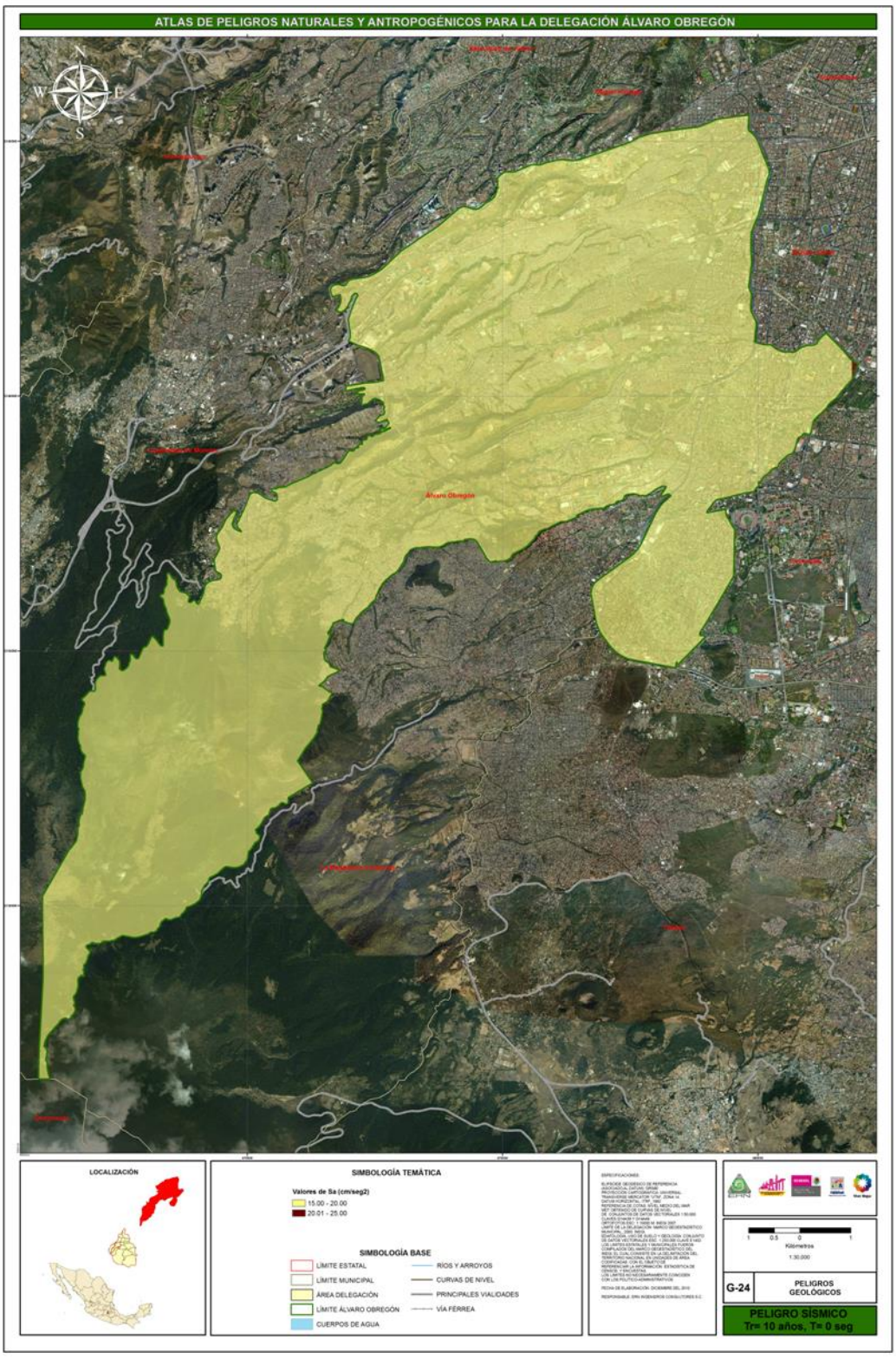


Figura 5.1.49 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 10 años y T=0 seg.

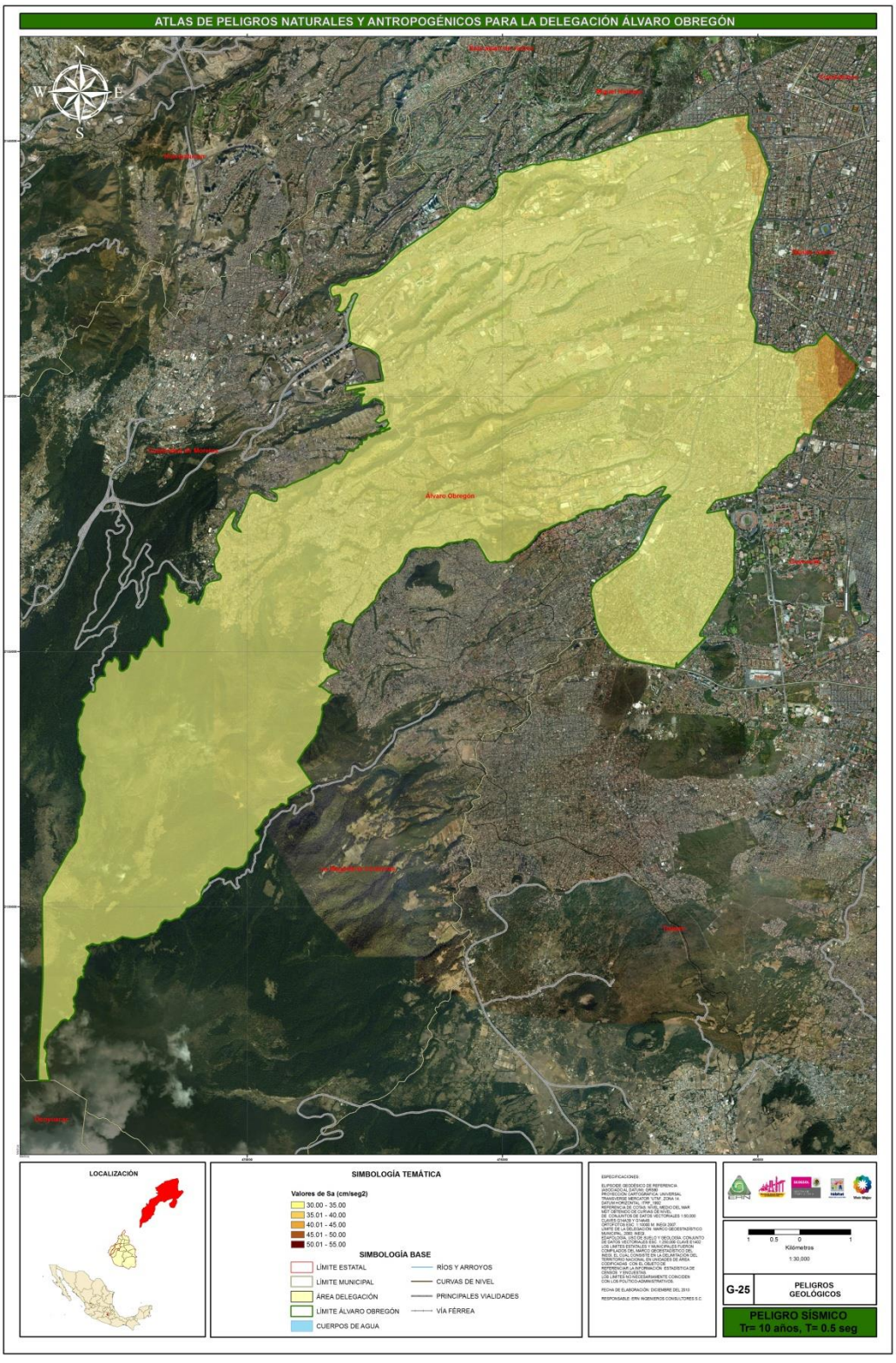


Figura 5.1.50 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 10 años y T=0.5 seg.

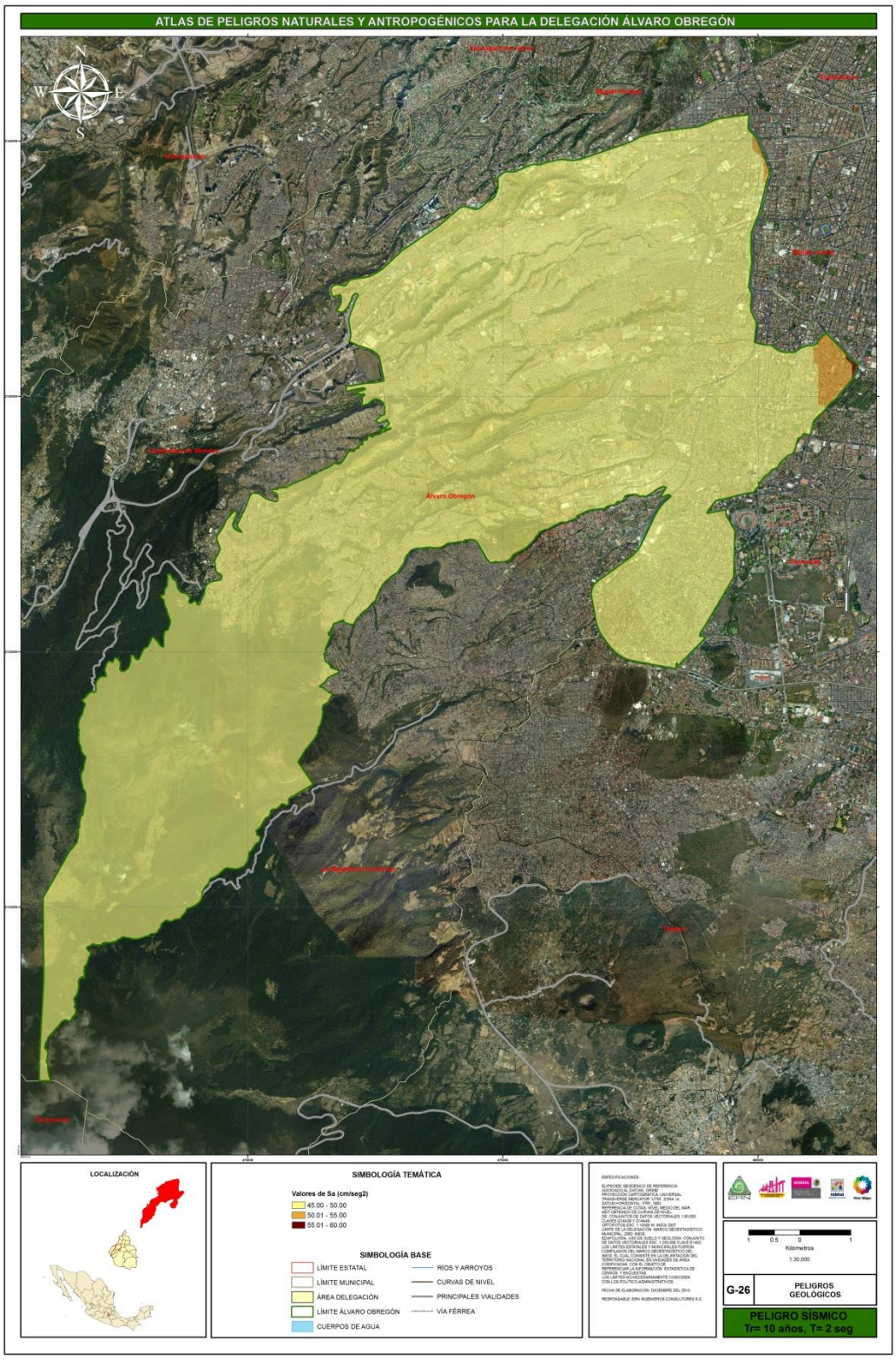


Figura 5.1.51 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 10 años y T=2 seg.

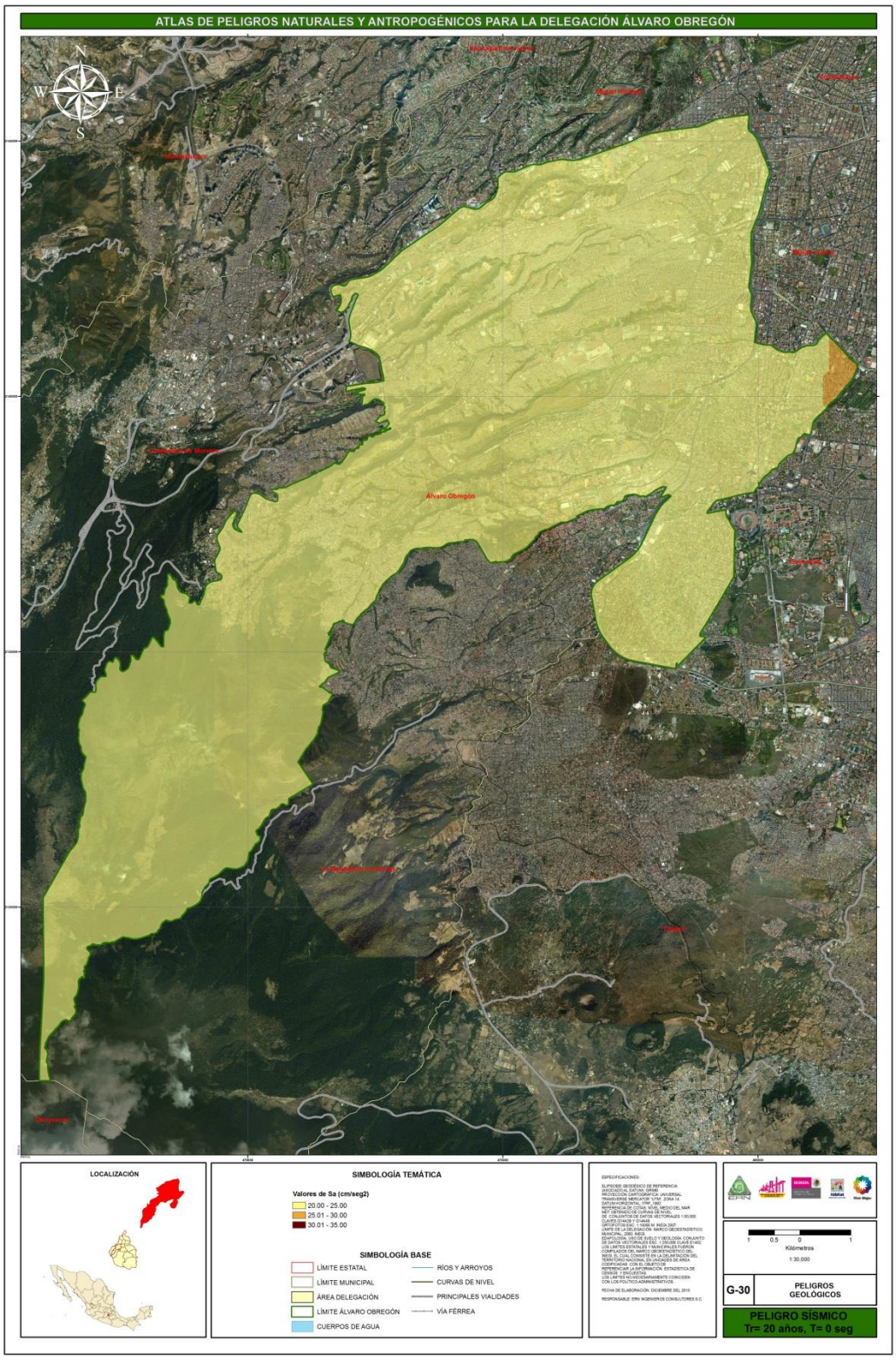


Figura 5.1.52 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 20 años y T=0 seg.

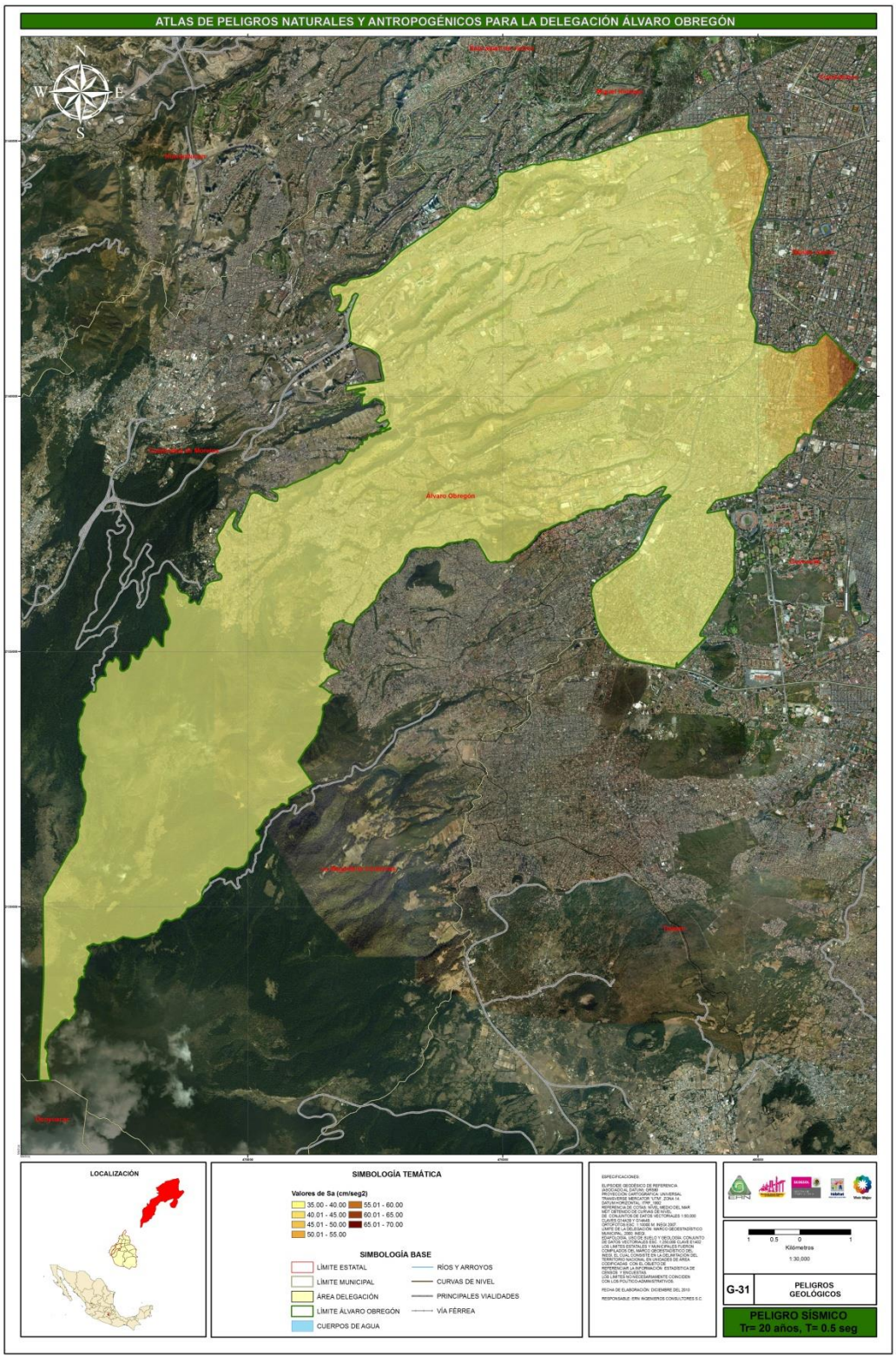


Figura 5.1.53 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 20 años y T=0.5 seg.

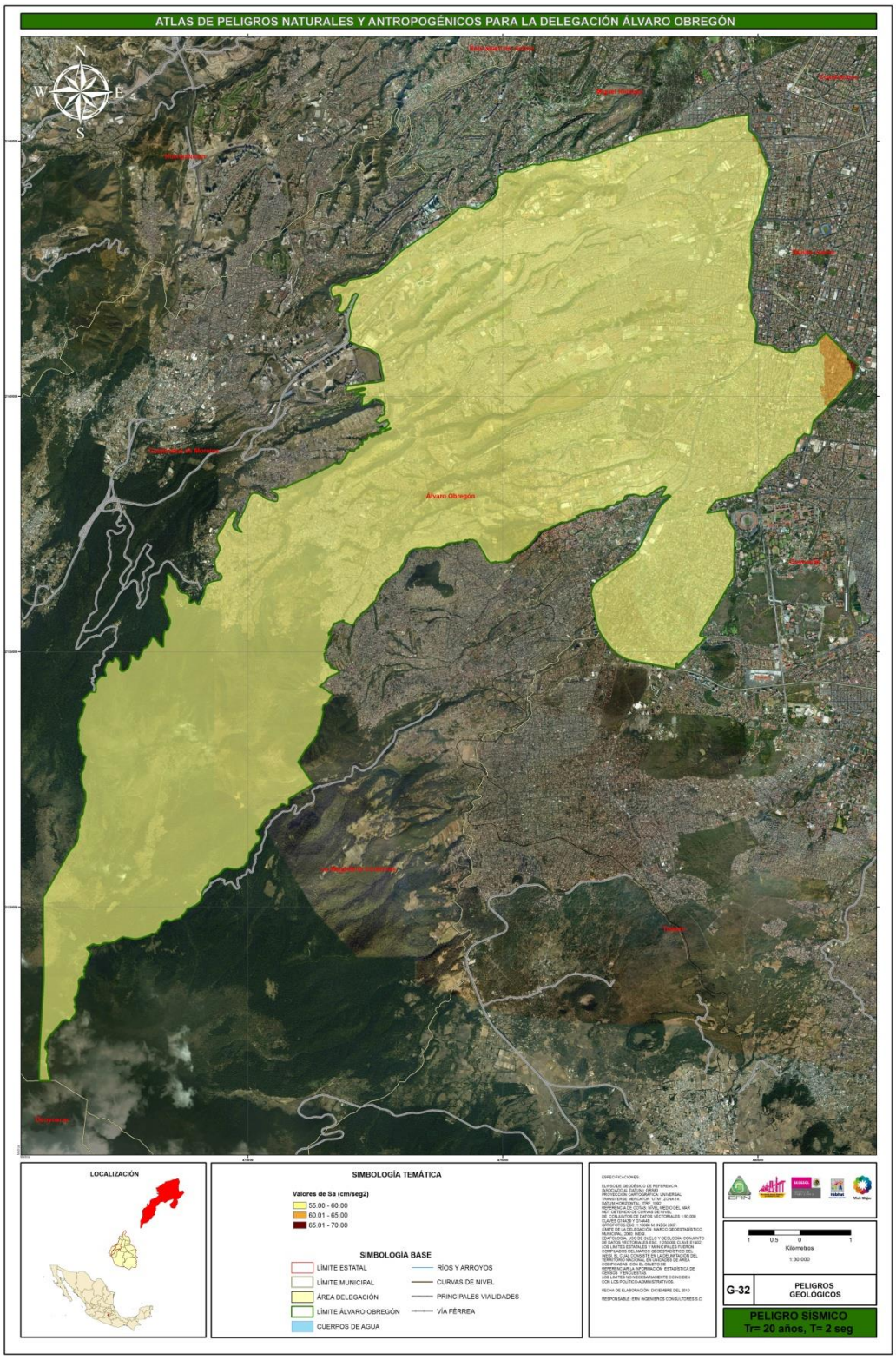


Figura 5.1.54 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 20 años y T=2 seg.

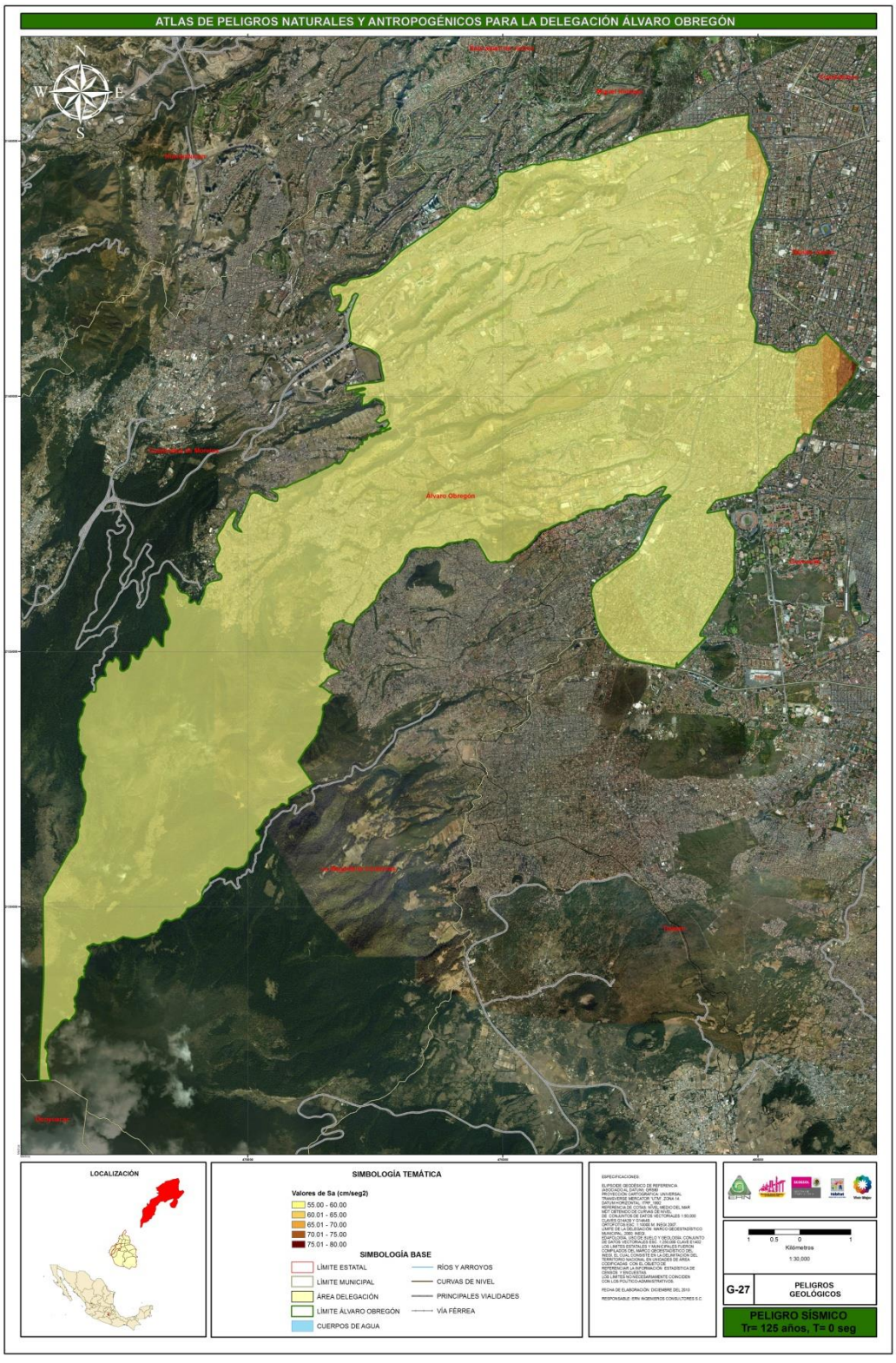


Figura 5.1.55 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 125 años y T=0 seg.

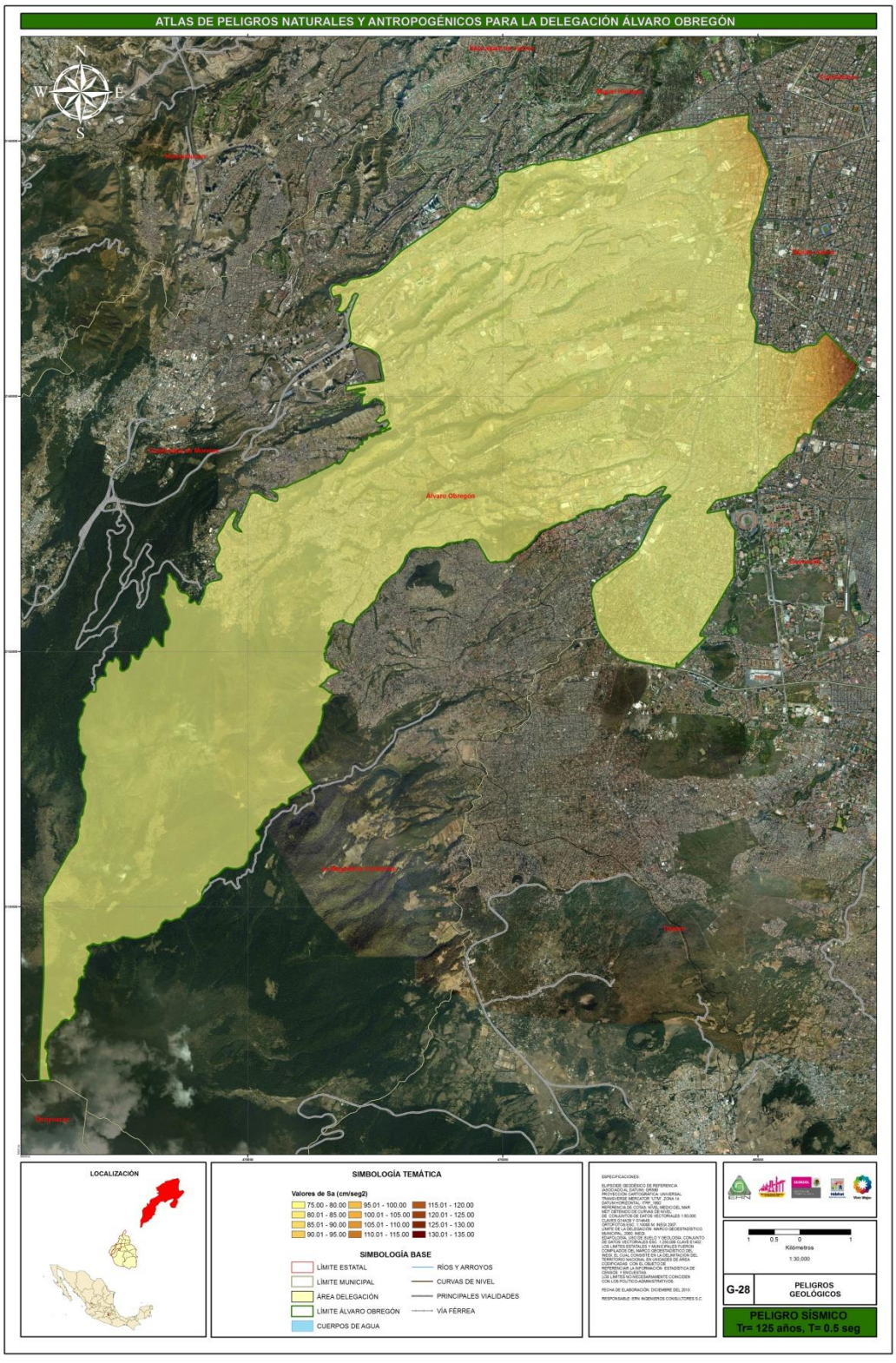


Figura 5.1.56 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 125 años y T=0.5 seg.

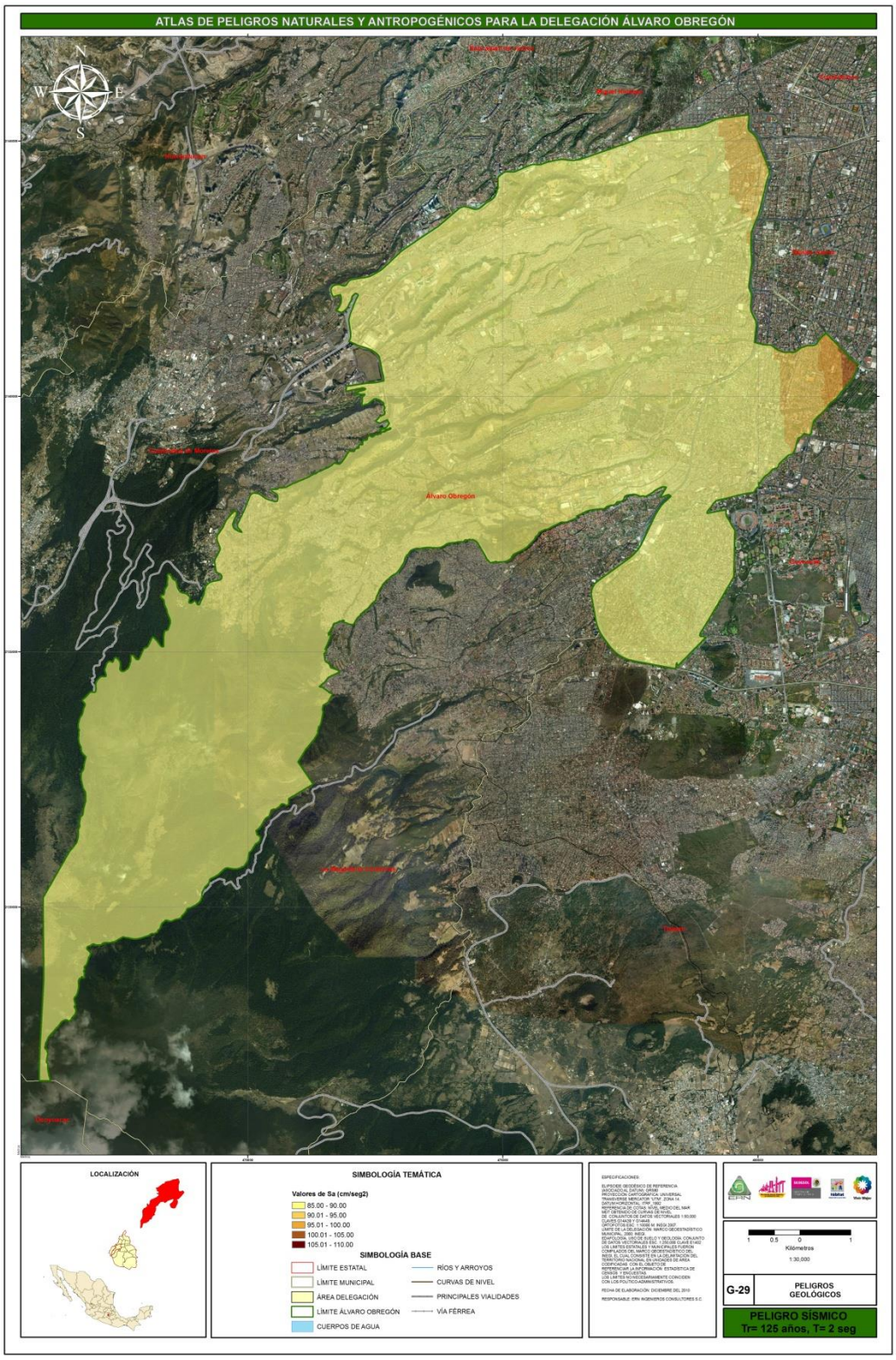


Figura 5.1.57 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 125 años y T=2 seg.

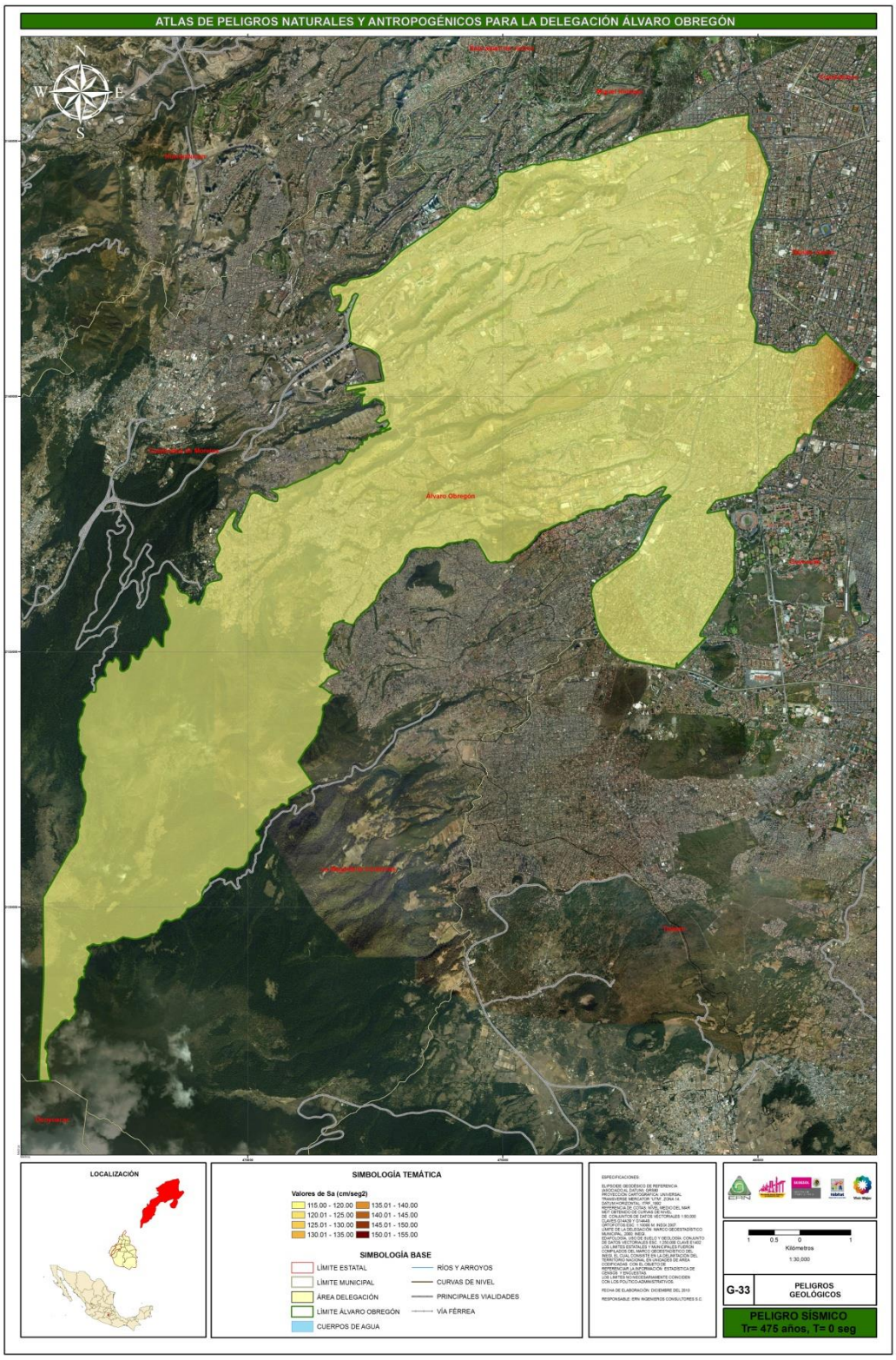


Figura 5.1.58 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 475 años y T=0 seg.

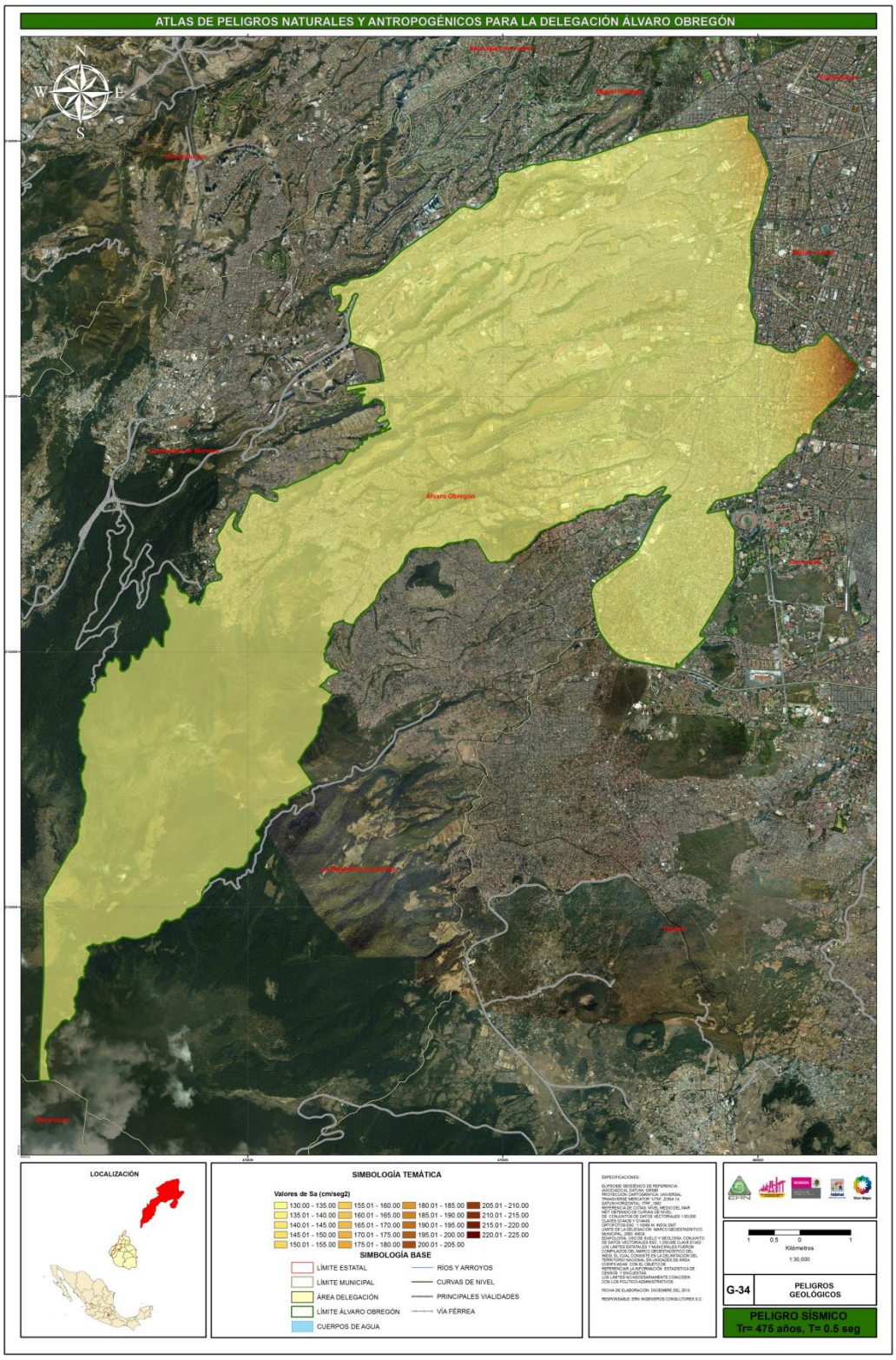


Figura 5.1.59 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 475 años y T=0.5 seg.

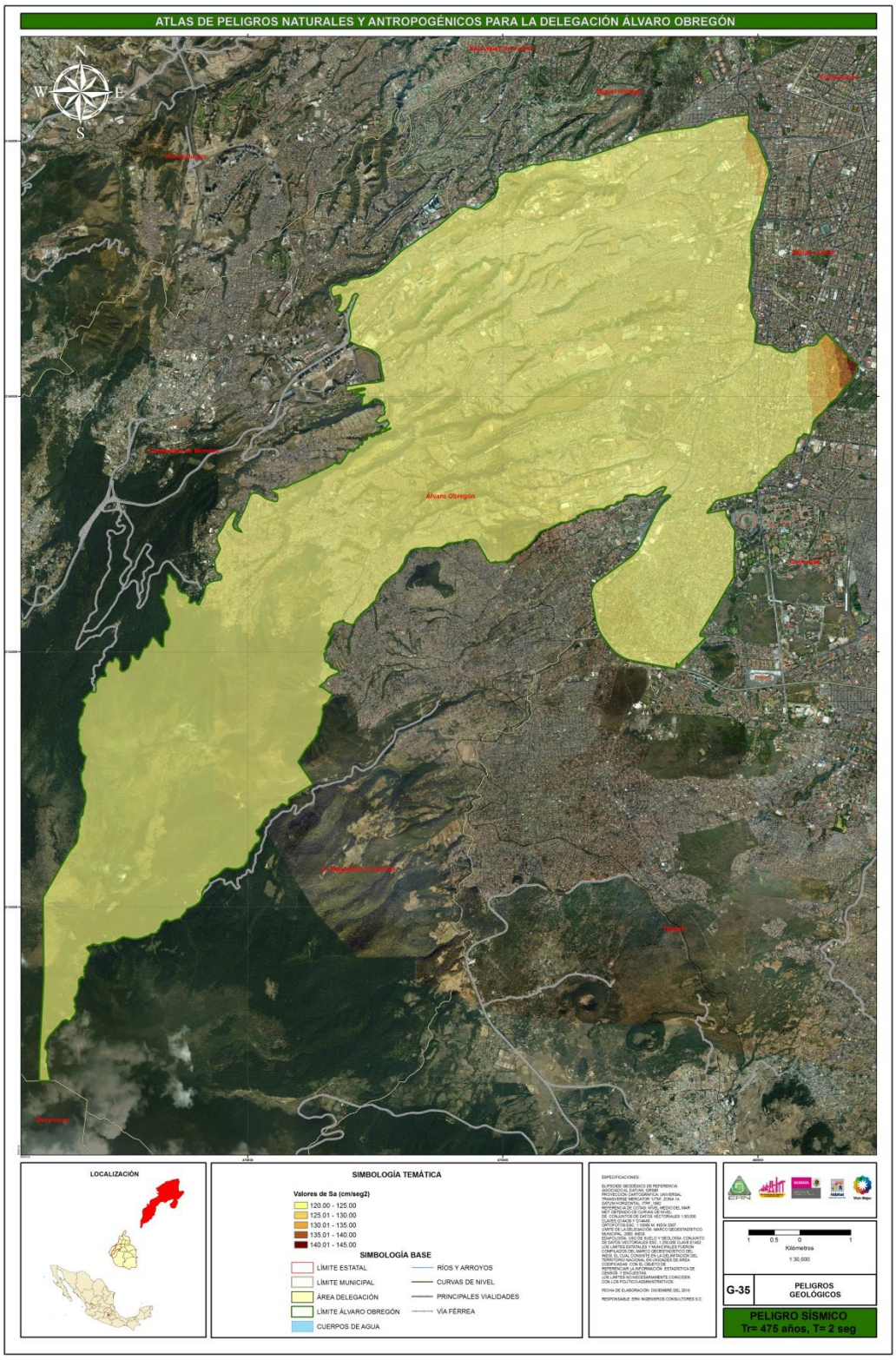


Figura 5.1.60 Peligro sísmico (aceleración máxima del terreno) para Tr= 475 años y T=2 seg.

Con el propósito de simplificar la representación en cuanto al nivel de peligro sísmico en el territorio de la Delegación Álvaro Obregón, se presentan los mapas de las figuras 5.1.61 y 5.1.62, los cuales corresponden al nivel de peligro de aceleración máxima del terreno (T=0 seg) para un periodo de retorno de 125 años (figura 5.1.61) y 475 años (figura 5.1.62).

Obsérvese que para el periodo de retorno de 125 años, el nivel de peligro sísmico en todo el territorio de la delegación es bajo. Para el periodo de retorno de 475 años, solo una pequeña zona localizada al poniente del territorio delegacional presenta un nivel de peligro medio. Lo anterior se debe a que en esta zona inicia la transición a la zona del lago de la ciudad de México.

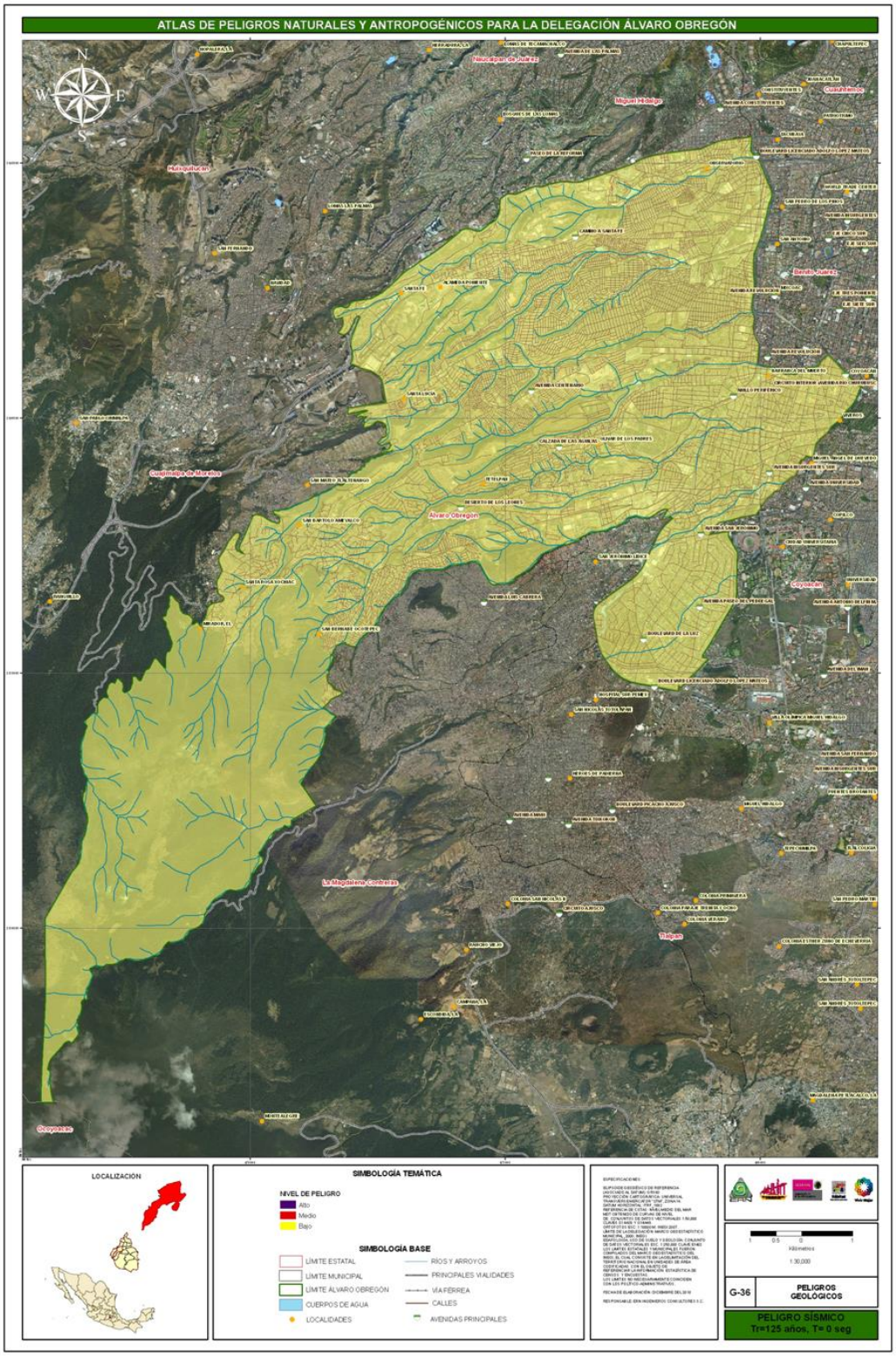


Figura 5.1.61 Zonificación de Peligro Sísmico (aceleración máxima del terreno, T=0 seg) en el territorio de la Delegación Álvaro Obregón para Tr= 125 años.

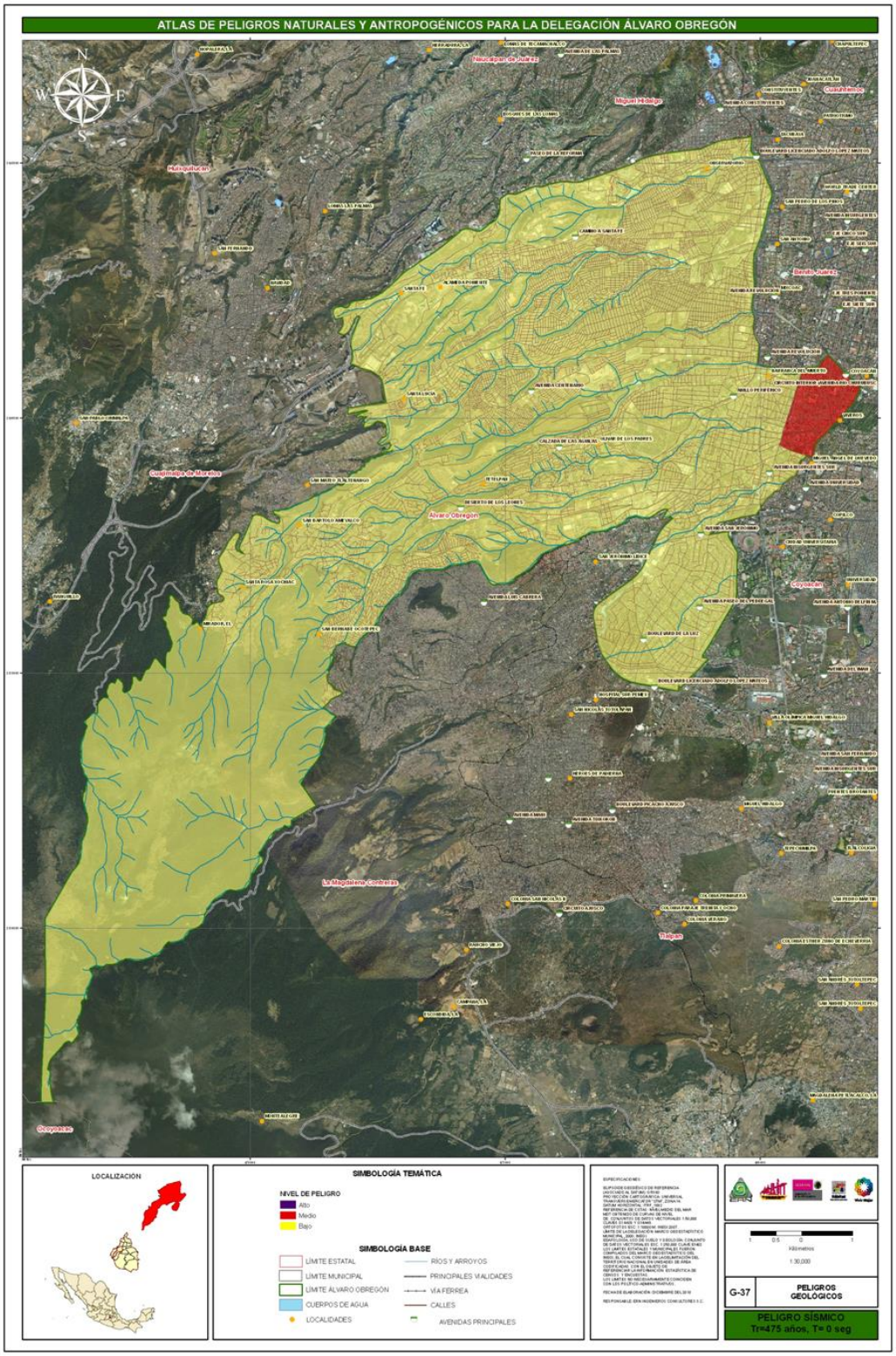


Figura 5.1.62 Zonificación de Peligro Sísmico (aceleración máxima del terreno, T=0 seg) en el territorio de la Delegación Álvaro Obregón para Tr= 475 años.

5.1.6 Conclusiones

Debido a las características geológicas y estructurales del terreno donde se asienta la delegación Álvaro Obregón, se tiene la presencia de diversos peligros, los cuales han tenido impacto sobre la población y la infraestructura civil.

Los procesos de remoción en masa resultan de los fenómenos con mayor impacto en la zona, condicionado por factores tales como la litología, relieve abrupto, influencia antrópica, presencia de fallas y circos de erosión principalmente. En este sentido se puede decir que las zonas críticas resultan ser los taludes que conforman la zona de barrancas, conformados por amplias secuencias de depósitos vulcanoclásticos expuestos a la meteorización y a la erosión. Estas áreas además son sometidas a procesos de extracción de material y realización de cortes para viviendas. Aunado a esto, la influencia antrópica influye de manera desfavorable sobre la estabilidad de los taludes, debido a la sobrecarga de las construcciones, la presencia de fugas de agua, la generación de escombros y tiraderos de material.

En lo que respecta a las fallas, se tiene un importante sistema de fallas NE-SW que conforma y modela el relieve de la delegación. A través de este sistema de fallas se ha modelado el relieve mediante grandes corrientes fluviales que siguen un arreglo rectangular y paralelo. La densidad de fallamiento se presenta de manera importante en la zona de barrancas principalmente, donde es frecuente la realización de excavaciones y cortes para la construcción de infraestructura. En las zonas atravesadas por fallas se presenta fracturamiento asociado así como la presencia de rellenos de baja resistencia que favorecen la ocurrencia de remociones en masa tales como deslizamiento y caída de rocas o de material granular. Esto debe tomarse en cuenta para futuras construcciones ya que los criterios de construcción del Distrito Federal no consideran el efecto local de estos rasgos geológicos, que en excavaciones para habilitar edificios de muchos niveles, pudieran tener efectos negativos en la estabilidad de los cortes y taludes generados.

En lo que respecta a la erosión, este es un grave problema que afecta a la delegación, lo cual es favorecido por las fuertes pendientes y porque el tipo de material que predomina en las zonas de barrancas es producto de procesos volcánicos y exógenos que caracterizan al Volcán San Miguel. La presencia de depósitos de lahar, flujos de bloques y cenizas así como avalanchas de escombros asociadas a colapsos volcánicos, todo ello conforma secuencias anisotrópicas cuya variación en sus propiedades mecánicas y litológicas las hacen susceptibles a erosionarse y a conformar taludes con erosión diferencial y remontante. La degradación del paisaje exacerbada por prácticas antrópicas es también un factor importante que influye de manera importante en el deterioro ambiental y ecológico de la delegación.

En lo referente a las minas, este problema comenzó cuando de manera descontrolada, se extrajo material pumítico para la construcción principios del siglo XX en toda la zona de lomas de la zona poniente, lo que dejó numerosas cavidades y túneles sobre los cuales se edificó gran parte de la delegación. El potencial colapso de cavidades o de los pilares que conforman las galerías subterráneas, pone en riesgo a gran número de habitantes así como a la infraestructura civil por lo que este problema se ha convertido en uno de los aspectos medulares en materia de Protección Civil por parte de la Delegación.

En el caso del Peligro Sísmico, se puede decir que debido a la ubicación geográfica y al tipo de terreno donde se asienta la delegación, éste es poco significativo ya que no existen los efectos de amplificación de las ondas sísmicas propios de la zona central del Distrito Federal, caracterizada por la presencia de amplias secuencias de depósitos arcillosos. El peligro sísmico es significativo en la zona noreste de la delegación, en la zona de transición, donde existen depósitos volcánicos intercalados con materiales blandos (limos, arcillas) pero con niveles de aceleración del terreno muy por debajo de las registradas en la zona centro, del aereopuerto o de la zona sur, en las delegaciones de Xochimilco o Iztapalapa.

Sin duda, el análisis de los peligros geológicos realizado en el presente estudio es una herramienta importante para tomar o fundamentar acciones en materia de protección civil, ordenamiento territorial y planeación urbana.

5.1.7 Recomendaciones

Procesos de remoción en masa

Se describen los métodos de estabilización frecuentemente usados para contar con un esquema general que pueda aplicarse en las zonas potencialmente inestables, aunque es importante aclarar que este esquema es una guía general que no sustituye los estudios y análisis detallados que son necesarios para realizar cualquier trabajo de estabilización de laderas.

Los estudios para la estabilización de un talud se deben basar en un conocimiento detallado de las propiedades intrínsecas de los materiales, la geometría del talud y las discontinuidades así como de los factores externos que influyen en su inestabilidad. La aplicación de determinado tratamiento de estabilización requiere de una importante valoración previa, desde un punto de vista técnico y económico, con objeto de definir las soluciones más adecuadas.

Dentro de las múltiples posibilidades para estabilizar el talud existen varios tratamientos como los que se resumen enseguida. En casos particulares pueden aplicarse otras técnicas, o combinaciones de varias de ellas, para resolver problemas concretos.

Los sistemas de estabilización se pueden clasificar en cinco categorías principales (González et al., 2002):

1. ***Conformación del talud o ladera****.* Son sistemas que tienden a lograr un equilibrio de masas, reduciendo las fuerzas que producen el movimiento.
   a) Remoción de materiales en la cabeza del talud.
   b) Abatimiento de la pendiente.
   c) Terraceo de la superficie.

2. ***Recubrimiento de la superficie****.* Métodos que tratan de impedir la infiltración o la ocurrencia de fenómenos superficiales de erosión, o refuerzan el suelo mas subsuperficial.
   a) Conformación de la superficie.
   b) Sellado de grietas superficiales.
   c) Sellado de juntas y discontinuidades.
   d) Cobertura vegetal, árboles, arbustos y pasto.

3. ***Control del agua superficial y subterránea****.* Son sistemas tendientes a controlar el agua y sus efectos, disminuyendo las fuerzas que producen movimiento.
   a) Canales superficiales para control de escorrentía.
   b) Subdrenes de zanja.
   c) Subdrenes horizontales de penetración.

4. ***Estructuras de contención****.* Son métodos en los cuales se van a inducir fuerzas externas al movimiento aumentando las fuerzas resistentes, sin dismunuir las actuantes.

   a) Relleno o berma de roca o suelo en la base del deslizamiento.

   b) Muros de contención convencionales (mampostería), de tierra armada.

   c) Anclajes o pernos.

   d) Pantallas ancladas.

5. ***Mejoramiento del suelo****.* Estos métodos aumentan la resistencia del suelo e incluyen procesos físicos y químicos que aumentan la cohesión y/o fricción de la mezcla suelo-producto estabilizante. Muchos de estos métodos tienen una aplicación limitada.

A continuación se describen los métodos de estabilización más importantes (RENFE, 1999):

Modificación de la geometría del talud

Las formas de actuar sobre la geometría del talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

A) Modificación del talud

Consiste en la eliminación de una masa inestable o potencialmente inestable obteniendo un nuevo perfil del talud. Es una solución drástica solamente aplicada en casos extremos. Se ha de comprobar que la nueva configuración del talud no sea inestable.

B) Excavaciones en cabecera

Consiste en la eliminación de material de la parte superior de la masa potencialmente inestable. En esta zona es donde el peso del material contribuye en mayor medida al deslizamiento, pues la superficie de rotura suele tener una mayor inclinación. Por ello, la excavación de material en esta zona produce una mejora apreciable de la estabilidad.

C) Construcción de bermas intermedias

Las bermas favorecen la estabilidad global del talud, facilitan el proceso constructivo y el acceso a trabajos de mantenimiento. Pueden retener desprendimientos de rocas y en ellas pueden instalarse elementos de drenaje superficial y profundo.

Medidas de drenaje

La corrección de un talud mediante medidas de drenaje, tiene como objeto la reducción de las presiones intersticiales del agua que favorecen la inestabilidad del mismo. De este modo se disminuyen las fuerzas desestabilizadoras.
La aplicación de estas medidas requiere un conocimiento hidrogeológico detallado, que permita la aplicación de sistemas de drenaje más adecuados en cada caso.

Anclajes

Los anclajes son armaduras metálicas alojadas en el interior del terreno y perforados desde la superficie. Se emplean como medida estabilizadora en taludes construidos en roca y suelo.

Los anclajes colaboran en la estabilidad del talud en dos formas:

- Proporcionando una fuerza contraria al movimiento de la masa deslizante.
- Incrementando las presiones normales en la superficie de rotura, aumentando así la resistencia la corte.

Los anclajes se pueden clasificar en función de diversos conceptos:

- <u>Según el tipo de servicio:</u>
- Anclajes provisionales: Se trata de una estabilización temporal hasta la aplicación de otros elementos resistentes que lo sustituyan.
- Anclajes permanentes: tienen carácter de medida de estabilización definitiva.

- <u>Según su forma de trabajo:</u>
- Anclajes pasivos: el anclaje entra en funcionamiento al producirse el movimiento del terreno.
- Anclajes activos: al instalarlo se tensa hasta su carga admisible, reservándose parte de su capacidad resistente para un posible movimiento del terreno.
- Anclajes mixtos: se tensa una carga menor a la admisible, reservándose gran parte de su capacidad resistente para un posible movimiento del terreno.

- Según su naturaleza:
- Cables de acero: construidos por cordones de alambres de acero.
- Barras de acero: denominados bulones o pernos de anclajes, cuando su longitud es de pocos metros.

Los anclajes se recomiendan para la estabilización de deslizamientos en roca de gran magnitud, donde suelen utilizarse en combinación con muros o vigas de concreto, pilotes, micropilotes, etc, cuando por problemas de espacio o características singulares de la rotura, no son viables otras medidas estabilizadoras.

Muros

Los muros son estructuras empleadas habitualmente como elementos de contención de deslizamientos existentes o potenciales en taludes.

Los muros para estabilizar taludes de roca se clasifican en dos grupos:

- Muros de contención: se excava el terreno y se construye a continuación para contener un terreno inestable.
- Muros de revestimiento: protegen al terreno de la erosión y meteorización, al tiempo que contribuyen a su estabilidad.

Al momento de proyectar la construcción de un muro para estabilizar un talud se debe comprobar: la estabilidad global del conjunto terreno-muro al deslizamiento, la estabilidad general del muro al volteo y al deslizamiento, la resistencia del terreno de cimentación, la ausencia de tensiones en la base del muro y la resistencia estructural del muro.

Protección contra desprendimientos de roca

Las medidas para el control de desprendimientos se agrupan en:

- Medidas activas o de estabilización: contribuyen al control de los desprendimientos en roca de forma activa, impidiendo el movimiento de los bloques rocosos.
  Resaltan la eliminación de bloques, la fijación de bloques mediante barras de acero, anclas, cables, sistemas mixtos de cables y malla. En el caso de pequeños desprendimientos y para proteger los taludes de la erosión se puede emplear concreto lanzado combinado con malla y con drenes, a fin de evitar desconchamientos de la capa de concreto lanzado; esta solución no se debe aplicar indiscriminadamente en cualquier tipo de talud ya que su utilidad es limitada, además de que debe usarse como complemento de otros tratamientos.
- Medidas pasivas o de protección: su objeto es controlar los bloques de roca que se han movido de su lugar de origen.
  En este rubro se pueden mencionar las mallas de guiado, las zanjas al pie de los taludes para contención de caídos, muros de contención el pie ya sea de concreto o de gaviones y barreras de contención, tanto rígidas como flexibles.

Protección contra la erosión

La erosión es un proceso de degradación natural. El principal agente erosivo que afecta a los taludes es el agua, tanto la escorrentía superficial como el impacto directo de las gotas de lluvia. Las soluciones para la protección se agrupan en medidas de drenaje superficial, los cuales limitan en gran medida la escorrentía superficial sobre el talud, y medidas de vegetación del talud, lo que aumenta la resistencia del talud a ser erosionado.

Drenaje superficial

Las medidas de drenaje superficial para evitar el efecto corrosivo del agua de escorrentía coinciden con las mencionadas anteriormente.

Siembra de taludes

El mantenimiento de una cubierta vegetal en un talud produce indudables efectos beneficiosos, entre los que destacan:

- Evitan la erosión superficial, tanto hídrica como eólica.
- La absorción de agua por las raíces produce un drenaje de las capas superficiales del talud.
- Aumento de resistencia al esfuerzo cortante en superficie por el efecto estabilizador de las raíces (en el caso de suelos, ya que en rocas su efecto puede ser perjudicial al crecer entre las fracturas)

Para la siembra de taludes se emplean especies herbáceas y arbustivas, y en algunos casos, incluso árboles. Las especies deben ser capaces de adaptarse a las condiciones a las que van a estar sometidas (clima, tipo de suelo, exposición al sol, etc.). En términos generales son convenientes especies de raíces profundas y alto grado de transpiración, lo que indica un mayor consumo de agua.

En ocasiones, cuando las condiciones para el desarrollo de una cubierta vegetal sean desfavorables, la siembra debe complementarse con medidas auxiliares para facilitar su crecimiento, como son:

- Siembras por el procedimiento paja-betun.
- Proyección se semillas, fertilizantes, mulch (cobertura vegetal) y estabilizantes.
- Mantas orgánicas.
- Geotextil tridimensional de estructura de alveolar, relleno de semillas, abono y estabilizante.
- Mallas tridimensionales de monofilamentos de poliamida protegiendo la cubierta vegetal.
- Guniverd, constituido por una fracción mineral, una fracción orgánica y una fracción sintética.

Cada mecanismo o tipo de proceso de remoción tiene diferente solución, lo cual dependerá del resultado del análisis que se realice a cada caso en particular.

Fallas y fracturas

Para este peligro se recomienda realizar estudios a detalle en las zonas de falla, a fin de caracterizar los siguientes aspectos: tipos de relleno, resistencia de las discontinuidades, tamaño de bloques, indicadores cinemáticos. Esto implica análisis estructurales detallados que no se contemplan en este estudio pero que pueden ayudar a entender la evolución tectónica del área así como el potencial sísmico de la región.

Se recomienda realizar muestreo de fracturamiento para obtener valores de densidad de fracturamiento en afloramientos típicos, con el fin de determinar tamaños de bloques, mecanismos de formación de bloques o cuñas, patrones específicos de deslizamiento o volteo en taludes rocosos.

Asimismo, se recomienda realizar pruebas de corte en discontinuidades para obtener valores de esfuerzo cortante y así obtener la cohesión y el ángulo de fricción en las fracturas, con fines de evaluación de la estabilidad en taludes rocosos y en excavaciones realizadas en las zonas de lomas.

Erosión

En lo que respecta a la las formas de controlar la erosión de carácter hídrico se puede recomendar lo siguiente:
Incrementar la cobertura vegetal del área a ser protegida, lo cual se puede realizar mediante la reforestación; evitando el sobre pastoreo; en terrenos cultivables, hacer uso de técnicas adecuadas de labranza y procurar que los cultivos estén crecidos en el

período de lluvias; construir retenes artificiales de los suelos arrastrados por el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.
La conservación de los suelos implica, en primer lugar, concientizar a la población para erradicar estas prácticas muy negativas:

- La costumbre de quemar la vegetación de las laderas, los bosques y las zonas de cultivo, el uso del fuego en el campo debe evitarse pues generalmente estos incendios “controlados” se extienden afectando otras áreas.
- El desorden generalizado en la ocupación de las tierras de aptitud forestal y de protección. Se debe determinar con la mayor certeza, la aptitud de los diferentes tipos de terreno para su utilización, evitando la degradación del suelo y del paisaje, alterando el uso de suelo natural, generalmente con fines de urbanización, de pastoreo o de prácticas agrícolas intensivas.

La conservación del suelo se logra por métodos naturales y artificiales.

1. Métodos naturales

- ✓ Mantener la cobertura vegetal (bosques, pastos y matorrales) en las orillas de los cauces y en las laderas. Esto implica el evitar la quema de la vegetación de cualquier tipo en laderas. El incendiar la vegetación va en contra de la fertilidad del suelo, deteriora el hábitat de la fauna y la disponibilidad del recurso agua.
- ✓ Reforestar las laderas empinadas y las orillas de ríos y quebradas.
- ✓ Cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente, ya que favorece la erosión.
- ✓ Combinar las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
- ✓ Sembrar árboles como cercos, en laderas, como rompevientos.
- ✓ Rotar cultivos para no empobrecer el suelo.
- ✓ Integrar materia orgánica al suelo, como los residuos de las cosechas.

2. Métodos artificiales

- ✓ Construir andenes o terrazas con plantas en los bordes.
- ✓ Construir zanjas de infiltración en las laderas para evitar la erosión en zonas con alta pendiente.
- ✓ Construir defensas en las orillas de cauces y quebradas para evitar la erosión.
- ✓ Abonar el suelo adecuadamente para restituir los nutrientes extraídos por las cosechas. El abonamiento debe evitar el uso exagerado de fertilizantes químicos, de lo contrario se mermará la microflora y microfauna del suelo.

Minas

La detección de cavidades subterráneas puede resultar difícil según su tamaño y profundidad. Los métodos más efectivos son los geofísicos. Se pueden aplicar en zonas amplias donde se sospecha la existencia de huecos, siendo los más efectivos la gravimetría y microgravimetría (para cavidades a poco profundidad) y el geo-radar, así como los sondeos eléctricos verticales. Además de los métodos indirectos, pueden realizarse perforaciones a rotopercusión menos costosas. En el interior de los sondeos o

taladros a rotopercusión pueden introducirse hasta cámaras de televisión para la observación de las características y magnitud de las cavidades.

Descripción de los estudios recomendados:

Tomografía eléctrica.- Consiste en tomar medidas de diferente potencial para visualizar propiedades eléctricas del terreno. Se obtiene información de variaciones horizontales y verticales de la resistividad. Tiene por objeto determinar la distribución de la resistividad real del subsuelo a lo largo de un perfil de medidas de resistividades aparentes, obtenidas con corriente continua. El método consiste en la introducción en el terreno mediante dos electrodos, de una corriente continua de intensidad conocida, y la medición mediante otros dos electrodos, de la diferencia de potencial. Desplazando el dispositivo de electrodos se obtiene un perfil de resistividades aparentes del terreno. De esta forma se detectan las cavidades.

Gravimetría.- El método gravimétrico hace uso de campos de potencial natural. Se miden las variaciones laterales de la atracción gravitatoria de un lugar al otro. Los datos reducidos apropiadamente dan las variaciones en la gravedad.

Es un método adecuado para la detección de grandes cavidades en el subsuelo. En combinación con la tomografía eléctrica, se obtendrá una disposición más detallada de la localización de los materiales y sus características.

El gravímetro consta de un peso suspendido de un resorte. El resorte principal se mueve por medio de un movimiento de un resorte auxiliar manejable por un tornillo micrométrico. El giro del tornillo micrométrico da la medida de la desviación del valor de la gravedad con respecto a su valor de referencia.

Geo-radar (G.P.R. Ground Penetrating Radar).- Este método permite conocer con precisión las variaciones de la conductividad del terreno, de este modo se detectan los cambios de litologías así como los posibles huecos en el terreno.

El geo-radar emite una radiación en el terreno mediante impulsos electromagnéticos, de muy corta duración, que se repiten con una determinada frecuencia. Cuando la onda encuentra una heterogeneidad en las propiedades eléctricas de los materiales, parte de la energía se refleja en la superficie y parte se transmite en profundidad. Una antena receptora capta estas señales. Se estudian hasta un espesor máximo de 5-10 metros. Este método sirve para detectar cavidades someras.

Sísmica de refracción.- Se estudia la propagación en el terreno de ondas sísmicas que se producen artificialmente, estableciendo su relación con la configuración geológica del subsuelo, por lo que se obtienen las características geotécnicas de los materiales. Se genera un impulso elástico en la superficie y se analiza posteriormente el movimiento en el suelo de la onda debida a ese impulso. Dependiendo de la naturaleza del terreno esta transmisión de la onda varía según la velocidad de propagación, ya que cada estrato posee diferente velocidad de transmisión de las ondas sísmicas. Luego se van definiendo unas superficies de separación donde las ondas experimentan fenómenos de refracción, pudiendo determinar así la profundidad a la que aparecen nuevas capas. Se realizan perfiles longitudinales sobre los que se colocan sensores (geófonos) a distancias determinadas y regulares que incorporan sismógrafos que registran el movimiento. Con los datos obtenidos en campo se ilustran unos perfiles, con la velocidad sísmica y el

espesor de cada capa.

Sondeos eléctricos verticales (S.E.V.).- Se realizan para obtener en un mismo punto del terreno las variaciones de resistividad en función de la profundidad. Se obtienen las capas de terreno existente bajo el punto de medida según su resistencia, se localizan niveles freáticos, niveles de alteración de roca y diferencia de litologías.

Una vez detectada la presencia de oquedades pueden rellenarse las cavidades mediante hormigón o realizando inyecciones de lechada, recurriendo a cimentaciones mediante losas para puentear cavidades, etc. Pueden realizarse comprobaciones mediante taladros para asegurar el apoyo de las zapatas en firme.

El tratamiento de los terrenos minados y cómo cimentar sobre ellos incluye cuatro grandes grupos de soluciones (Springall, 1976):

1) relleno de cavidades e inyección
2) excavación hasta su piso y colocación de relleno compactado
3) refuerzo de techos por medio de bóvedas y muros así como protección de paredes contra el intemperismo y
4) empleo de cimentaciones profundas del tipo de pilas coladas in situ.

El empleo de cada una de las soluciones depende en cada caso, de las condiciones particulares de la mina o galería por estabilizar, ya que se debe tomar en cuenta en la solución y tratamientos geotécnicos aspectos como la geometría, el tipo de materiales y su grado de alteración, las propiedades mecánicas, accesibilidad al sitio, costos, etc. Para orientar el diseño y ejecución de obras de estabilización en terrenos minados se recomienda revisar los trabajos publicados en el simposio “Cimentaciones en zonas minadas de la Ciudad de México” llevado a cabo en marzo de 1976 y organizado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos”.

El problema de la minas que afecta a la delegación requiere no sólo de estudios aislados sino de todo un programa preventivo y de remediación, que dé prioridad a los puntos críticos y que contemple el monitoreo y rehabilitación de estructuras dañadas. Este deberá ser un programa que ofrezca resultados en el corto y largo plazo, a fin de controlar y prevenir futuras contingencias por este fenómeno.

5.1.8 Referencias

Alcántara-Ayala, I., 2000. Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología, Investigaciones geográficas, Instituto de Geografía, UNAM, Boletín num. 41, p. 7-25.

Arboleda, J., Ordaz, M., 1993. Un mejor uso de los datos estadísticos para estimación de la sismicidad local, in Proceedings X National Conference on Earthquake Engineering, Puerto Vallarta, Jal, October 8-11, 21-27.

Brabb, E. E., Pampeyan, E. H., Bonilla, M. G., 1972. Landslide susceptibility in San Mateo County, California, U. S. Geological survey Miscellaneous field Studies Map, scala 1: 62 500.

Capra, L., Lugo-Hubp, J., Borselli, L., 2003a. Mass movements in tropical volcanic terrains: the case of Teziutlán (México), Engineering geology, num. 69, p. 359-379.

Capra, L., Lugo-Hubp, J., Dávila-Hernández, N., 2003b. Fenómenos de remoción en masa en el poblado de Zapotitlán de Méndez, Puebla: relación entre litología y tipo de movimiento, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Instituto de Geología, UNAM, v. 20, num. 2, p. 95-106.

Carlos-Valerio, V. 2010. Procesos de remoción en masa en rocas volcánicas, porción SO de la Cuenca de México. Tesis Doctoral, UNAM.

Cruden, D. M., Varnes, D. J., 1996. Landslides types and processes, Chapter 3 in Landslides Investigation and mitigation, Transportation Research Board, National Research Council, Special report num. 247.

Dai, F. C., Lee, C. F., 2002. Landslide characteristics and slope instability modeling ising GIS, Lantau Island, Hong Kong, Geomorphology, num. 42, p. 213-228.

Doblas, M., 1998. Slickenside kinematic indicators. Tectonophysics 295, pp. 187-197.

EPOCH, European Commission Environment Programme, 1996. Landslide recognition: Identification, movement and courses, John Wiley and Sons.

Foumelis, M., Lekkas, E., Parcharidis, I., 2004. Landslide susceptibility mapping by GIS-based qualitative weighting procedure in Corinth area, Bulletin of the Geological Society of Greece, v. XXXVI, p. 904-912.

García-Palomo, A., Zamorano, J. J., López-Miguel, C., Carlos-Valerio, V., Ortega, R., Macías, J. L., 2008. El arreglo morfoestructural de la sierra de Las Cruces, México central, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Instituto de Geología, UNAM, v. 25, num. 1, p. 158-178.

Gómez, H., Kavzoglu, T., 2005. Assessment of shallow landslide susceptibility using artificial neural networks in Jabonosa River Basin, Venezuela, Engineering Geology, num. 78, p. 11-27.

González, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C., 2002. Ingeniería Geológica, Prentice Hall, Pearson Education, Madrid, 715 p.

Herrera, S., 2002. Regionalización de los deslizamientos en México, Academia Mexicana de Ingeniería, México, 12 p.

Hungr, O., McDougall, S., Bovis, B., 2005. Entrainment of material by debris flows, in Debris flow hazards and related phenomena, Jakob, M., Hungr, O. editors.

INETER, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2002. Actualización del mapa de fallas geológicas de Managua, Informe Técnico.

Irigaray, C., Fernández, T., Hamduini, R., Chacón, L., 1999. Verification of landslide susceptibility mapping: a case study, Earth Surface Processes and Landforms, num. 24, p. 537-544.

Kostoglodov, V. y Bandy, W., 1995. Seismotectonic constraints on the convergence rate between the Rivera and North America plates. J. Geophys. Res., 100, B9, 17,977-17, 989.

Lee, S., Chwae, U., Min, K., 2002. Landslide susceptibility by correlation between topography and geological structure: the Janghung area, Korea, Geomorphology, num. 46, p. 149-162.

Lee, S., Sambath T., 2006. Landslide susceptibility mapping in the Damrei Romel area, Cambodia using frequency ratio and logistic regression models. Environmental Geology, 50, 847-855.

Lugo Hubp, J., 1989. Diccionario geomorfológico, Instituto de Geografía, UNAM, 337 p.

Lou T., 2009. Regional Scale Soil Erosion Modeling for Observation Planning Using Remote Sensing and GIS Techniques - A Case Study in The Centre of Himalayan Ranges. Vietnam, 7th Regional Conference Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment – Building the Capacity.

Magliulo P., Di Lisio A., Russo F., Zelano A., 2008. Geomorphology and landslide susceptibility assessment using GIS and bivariate statistics: a case study in southern Italy. Natural Hazards, 47, 411-435.

Menéndez, D. R., Marquínez, J., 2002. The influence of environmental and lithologic factors on rockfall at a regional scale: an evaluation using GIS, Geomorphology, num. 43, p. 117-136.

Moreiras, S. M., 2005. Landslide susceptibility zonation in the Rio Mendoza Valley, Argentina, Geomorphology, num.66, p. 345-357.

Nicolas, A. 1987. Principios de Tectónica. Editorial Masson, España. 185 pp.

Ordaz, M., Reinoso, E., Singh, S.K., Vera, E., y Jara, J.M., 1989. Espectros de respuesta en diversos sitios del Valle de México ante temblores postulados en la brecha de Guerrero, Memorias del VIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica y VII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural, Acapulco, México, A187 A198.

Petit, J.P., 1987. Criteria for sense of movement on fault surfaces in brittle rocks, Journal of Structural Geology, vol. 9, 577-608.

RENFE, 1999. Normas españolas para proyectos, estudios geotécnicos, explanaciones y taludes. Dirección de Mantenimiento de Infraestructura. Primera edición.

Rosenblueth, E., Ordaz, M., 1987. Use of seismic data from similar regions. Earthq. Eng. Struct. Dyn. 15, 619-634.

Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, NY.

Saavedra, C. P., Mannaerts, C., 2003. Evaluación y monitoreo de modelos de erosión y sedimentación a escala regional usando sensores remotos y SIG. Caso de estudio en la región Andina, Cochabamba, Bolivia. 3ra Conferencia Latinoamericana sobre Manejo de cuencas: "Desarrollo Sostenible en Cuencas" Junio, Arequipa – Perú.

Santoyo-Villa E., Ovando-Shelley E., Mooser F., León-Plata E., 2005. Síntesis Geotécnica de la Cuenca del Valle de México. TGC.

Secretaría de Protección Civil: http://www.proteccioncivil.df.gob.mx

Singh, S.K., Astiz, L., y Havskov, J., 1981. Seismic gaps and recurrence period of large earthquake along the Mexican subduction zone: a reexamination, Bull. Seism. Soc. Am., 71, 827 843.

Singh, S.K., Ponce, L. y Nishenko, S.P., 1985a. The great Jalisco, Mexico earthquake of 1932: subduction of the Rivera plate, Bull. Seism. Soc. Am., 75, 1301 1313.

Singh, S.K., Suárez, G. y Domínguez, T., 1985b. The Oaxaca, Mexico earthquake of 1931: lithospheric normal faulting in the subducted Cocos plate, Nature, 317, 56 58.

Singh, S.K., Ordaz, M., Anderson, J.G., Rodríguez, M., Quaas, R., Mena, E., Ottaviani, M., y Almora, D., 1989. Analysis of near source strong motion recordings along the Mexican subduction zone, Bull. Seism. Soc. Am., 79, 1697 1717.

Springall G., 1976. Cimentaciones en zonas minadas de la Ciudad de México. Parte I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Stearns, D. W., 1996. Natural Fracture Systems-AAPG Fractured Reservoir Analysis School. Great Falls, Montana: 17 p. (Inédito).

Suárez-Díaz, J., 1998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Colombia, 548 p.

Süzen M. L., Doyuran V., 2003. A comparison of the GIS based landslide susceptibility assessment methods: multivariate versus bivariate. Environmental Geology, 45, 665-679.

Terzaghi, K., 1950. Mechanisms of landslides, The Geological Society of America, Berkey Volume, p. 83-123.

Tolson, G., 1996. Un catálogo de indicadores cinemáticos en rocas cizalladas, GEOS, vol 16, No.1, p 9-14.

Twiss, R. J. y Moores, E. M., 1992. Structural Geology. Editorial Freeman, New York, 217-261 pp.

Van der Pluijm, B. A., 2000. Earth structure: an introduction to structural geology and tectonics. Editado por W.W. Norton & Company.

Wang, H.B., Sassa, K., 2005. Comparative evaluation of landslide susceptibility in Minamata area, Japan. Environmental Geology, 47, 956-966.

Wieczorek, G. F., 1996. Landslides types and processes, Chapter 4 in Landslides Investigation and mitigation, Transportation Research Board, National Research Council, Special report 247.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning. USDA Handbook 537. Washington, D.C.: U.S. GPO.

Zúñiga, R., 1994. Main seismogenic sources zones in México. Reporte técnico Proyecto 89-0190, IPGH Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

5 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

5.2 Peligros Hidrometeorológicos

5.2.2 Viento

5.2.2.1 Introducción

Una de las definiciones más conocidas del viento es aquella que menciona que "es la masa del aire en movimiento a través de la atmósfera terrestre a diferentes velocidades".

El viento, junto con las inundaciones que se producen por las lluvias intensas, son los dos efectos que caracterizan a los fenómenos que operan en la atmósfera terrestre, producto de las diferencias de presiones que surgen de la diferencia de temperatura entre masas de aire calentadas de manera diferente por los rayos del Sol. Los niveles de daños y pérdidas económicas generados por estos fenómenos meteorológicos ocuparon en conjunto aproximadamente el 55% de los daños generados en el planeta en la década de los años noventas, el cual generó el 34% de muertes no naturales (incluyendo desastres no naturales) y el 24%de las pérdidas económicas en la misma década señalada.

Los vientos que interesan a los fines de la protección civil son aquellos que se presentan en la biosfera, son los vientos de superficie. Los vientos de la zona templada del hemisferio Norte soplan generalmente de Oeste a Este, pero en vez de correr con regularidad a unos 60 km/h, las ciudades, las montañas y los bosques entorpecen y desvían su marcha de tal modo que sólo a unos 5,000 metros de altura puede considerarse que soplan de manera uniforme, mientras que cerca del suelo o de una superficie rugosa su trayectoria se ve alterada y giran de manera tan aleatoria que es imposible adivinar de dónde vienen y hacia dónde van.

Figura 5.2.2.1 Árbol caído por acción del viento (El Universal).

De acuerdo con la escala o dimensión del recorrido de los vientos tenemos tres tipos: los vientos planetarios, los vientos regionales y los locales, aunque hay algunos tipos, como los monzones, que son más difíciles de determinar y que ocupan variantes dentro de esta simple clasificación.

Los vientos globales, constantes o planetarios, se generan principalmente como consecuencia del movimiento de rotación terrestre, que origina un desigual calentamiento de la atmósfera por la insolación y proceden de centros de acción dispuestos en franjas latitudinales de altas y bajas presiones, es decir, de

anticiclones y depresiones. Estos cinturones se disponen aproximadamente en las latitudes ecuatoriales, subtropicales y polares (círculos polares) y se encargan de transportar una cantidad de energía realmente enorme, ante la cual, la posibilidad de un calentamiento global de carácter antropogénico parecería no tener ningún valor. Estos vientos son conocidos como alisios en las latitudes intertropicales y vientos del oeste en las zonas templadas.

Otro tipo de viento planetario es el monzón que afecta a Asia y el océano Índico y se genera por las diferencias estacionales de temperatura entre los continentes y el mar. Existen algunos autores que incluyen a los monzones como vientos estacionales ya que se producen, en sentido inverso, en el verano y el invierno. Durante el verano, el continente (en este caso, Asia) se calienta más que el Océano Índico, por lo que se produce una zona de baja presión continental, que atrae los vientos cálidos y húmedos del océano Índico, que dan origen a precipitaciones muy intensas porque la cordillera del Himalaya y otras constituye una barrera a dichos vientos y obliga al aire a ascender, produciéndose lluvias orográficas. Durante el invierno, por el contrario, el océano se encuentra más caliente que el continente, por lo tanto, los monzones se desplazan del continente hacia el Océano Índico adonde llevan cielos sin nubes y aire seco, por la escasa cantidad de humedad de las tierras continentales.

5.2.2.1.1 Zona de convergencia intertropical

La zona de convergencia intertropical es un cinturón de bajas presiones; Strahler señala que este cinturón tiene una presión ligeramente por debajo de lo normal, por lo común entre 1009 y 1013 mb (milibares) y está determinada por el movimiento de rotación terrestre el cual genera lo que se conoce como abultamiento ecuatorial terrestre, mucho más notorio, por la diferente densidad, en los océanos que en los continentes y aún más notorio en la atmósfera que en los océanos. En el diagrama de la circulación global de los vientos puede verse ese mayor abultamiento de la atmósfera en la zona ecuatorial (a la derecha del mismo). Es por ello que el espesor de la atmósfera es mucho mayor en la zona intertropical (la tropósfera alcanza casi los 20 km de altura), mientras que en las zonas polares es mucho más delgada.

5.2.2.1.2 Zonas de divergencia subtropical

Son zonas de subsidencia de aire frío procedente de grandes alturas en la zona de convergencia intertropical, es decir, de la franja ecuatorial y que dan origen,

a su vez, a los vientos alisios, que se regresan hacia el ecuador a baja altura y a los vientos del oeste, que van incrementando su velocidad a medida que aumentan también de latitud.

5.2.2.1.3 Zonas de convergencia polar

Son zonas de baja presión que atraen a los vientos provenientes de las latitudes subtropicales. Estos vientos traen masas de aire más cálidas y húmedas, humedad que van perdiendo por condensación (lluvias, rocío y escarcha) a medida que van encontrando aire más frío con el aumento de la latitud. Esta humedad relativa es la que abastece de hielo por escarcha los casquetes polares de Groenlandia y la Antártida.

5.2.2.1.4 Vientos regionales

Son determinados por la distribución de tierras y mares, así como por los grandes relieves continentales. Los monzones también podrían considerarse como vientos regionales, aunque su duración en el tiempo y su alternabilidad estacional los convierten más bien en vientos planetarios.

5.2.2.1.5 Vientos locales

Como los demás tipos de vientos, los vientos locales presentan un desplazamiento del aire desde zonas de alta presión a zonas de baja presión, determinando los vientos dominantes y los vientos reinantes de un área más o menos amplia. Aun así hay que tener en cuenta numerosos factores locales que influyen o determinan los caracteres de intensidad y periodicidad de los movimientos del aire. Estos factores, difíciles de simplificar por su multiplicidad, son los que permiten hablar de vientos locales, los cuales son en muchos lugares más importantes que los de carácter general. Estos tipos de vientos son los siguientes:

- Brisas marina y terrestre
- Brisa de valle
- Brisa de montaña
- Viento catabático.

5.2.2.1.6 Descripción de la Dirección del Viento

Se entiende por dirección del viento, la dirección de donde procede el viento. Así pues, un viento del Norte significa precisamente eso, o sea, que el viento procede del Norte y se dirige hacia el Sur. Para precisar la dirección del viento se utiliza la rosa náutica o rosa de los vientos, llamada así porque se supone que fue ideada por los marineros y, posteriormente, adoptada por los Servicios nacionales de meteorología. Para construirla se trazan dos rectas perpendiculares de manera que sus extremos coincidan con los cuatro puntos cardinales del lugar: Norte, Sur, Este y Oeste; posteriormente, cada uno de los cuadrantes es dividido en ocho partes iguales, procediéndose a una numeración que responde a una división sexagesimal, que va de 0º a 360º partiendo del Norte y girando en sentido de las agujas del reloj.

El instrumento más conocido y el más utilizado para determinar la dirección del viento es la veleta, que consiste en dos placas metálicas verticales, susceptibles de girar con gran facilidad alrededor de un eje también vertical; la veleta debe estar equilibrada de manera que su centro de gravedad coincida exactamente con el eje de giro, para que no tienda a colocarse por sí misma en una dirección determinada. Cuando la veleta tiene una sola placa vertical, suele experimentar oscilaciones bruscas cuando el viento es fuerte. Para evitar esto, se suele construir las veletas con dos placas verticales que estén perfectamente equilibradas y que formen un ángulo muy agudo; en este caso la dirección del viento viene dada por la bisectriz de dicho ángulo. Por último, a falta de veleta convenientemente montada, puede utilizarse una cinta ligera y flexible, atada al extremo de un mástil delgado, vertical y alto, para observar la dirección del viento.

Las veletas se instalan en la parte más elevada de los edificios o junto al suelo, pero, en este caso, en terreno completamente abierto y alejado de todo aquello que pueda influir en la dirección del viento, como construcciones, masas arbóreas, etc.

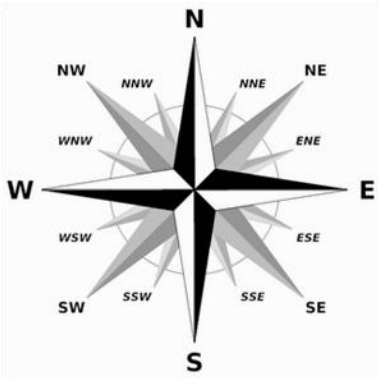


Figura 5.2.2.2 Rosa de los vientos.

5.2.2.1.7 Descripción de la Velocidad del Viento

El instrumento más antiguo para conocer la dirección de los vientos es la veleta que, con la ayuda de la rosa de los vientos, define la procedencia de los vientos, es decir, la dirección desde donde soplan. La manga de viento utilizada en los aeropuertos suele ser bastante grande y visible para poder ser observada desde los aviones tanto en el despegue como, en especial, en el aterrizaje.

La velocidad, esto es la rapidez y dirección de los vientos se mide con el anemómetro, que suele registrar dicha dirección y rapidez a lo largo del tiempo. La intensidad del viento se ordena según su rapidez utilizando la escala de Beaufort. Esta escala se divide en varios tramos según sus efectos y/o daños causados, desde el aire en calma hasta los huracanes de categoría 5 y los tornados.

El record de mayor rapidez del viento en la superficie terrestre lo tiene el Monte Washington en New Hampshire (Estados Unidos), con 231 millas por hora, es decir, 372 km/h, registrado en la tarde del 12 de abril de 1934. La causa de esta rapidez tan grande del viento está en la configuración local del relieve, que forma una especie de ensilladura de norte a sur que fuerza al viento del oeste a concentrarse en el paso como si fuera un embudo. Es importante señalar que esta enorme rapidez sólo se alcanza en una especie de tobera poco extendida, siendo mucho menor a una corta distancia de este punto. Todas las cordilleras del planeta tienen puntos similares, donde los vientos soplan con fuerza por la existencia de abras, pasos, collados o ensilladuras donde se concentra y acelera el paso del viento. En Venezuela, la carretera trasandina pasa una ensilladura de este tipo entre la cuenca del río Mocotíes y la depresión del Táchira y que tiene el nombre muy apropiado de Páramo Zumbador por la fuerza del viento.

5.2.2.2 Cálculo de la Dirección y Velocidad del Viento

5.2.2.2.1 Cálculo de la Dirección del Viento

Para la determinación de los patrones de flujo se tomó como base la información del REDMET (Red de Meteorología y Radiación Solar) generada por el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Distrito Federal.

La base de datos comprende registros desde el año 1986 hasta la actualidad (Septiembre 2010) y cuenta con 24 mediciones diarias, las cuales se registran en 16 estaciones localizadas en la cuenca de México las cuales se presentan a continuación.

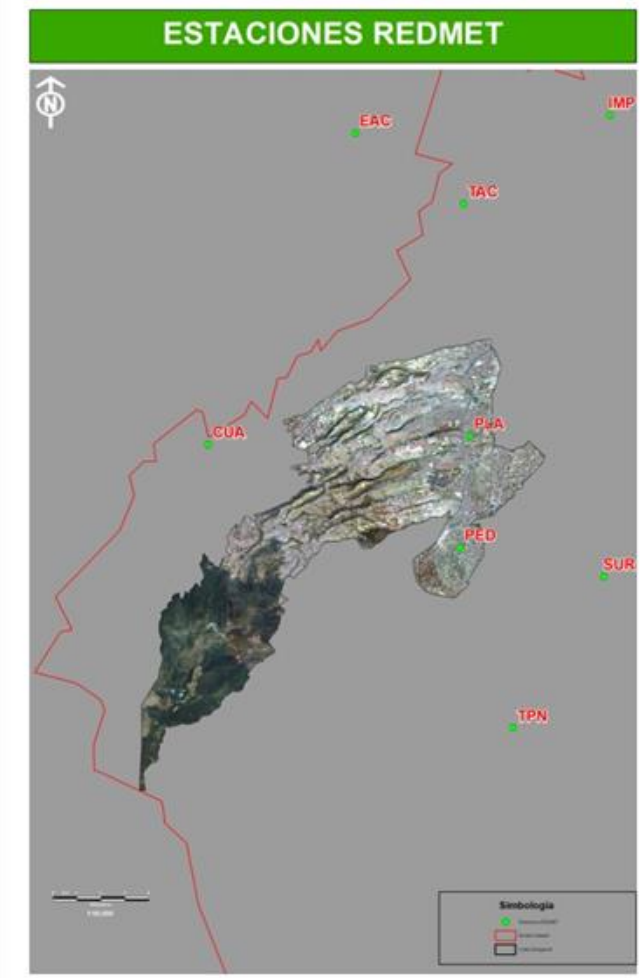


Figura 5.2.2.3 Estaciones REDMET.

Tabla 5.2.2.1 Lista de Estaciones REDMET.

Nombre	Abreviatura	Latitud	Longitud
TLALNEPANTLA	tla	19.53	-99.20
VILLA DE LAS FLORES	vif	19.66	-99.10
XALOSTOC	xal	19.53	-99.08
SAN AGUSTÍN	sag	19.53	-99.03
ENEP-ACATLÁN	eac	19.48	-99.24
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO	imp	19.49	-99.15

CHAPINGO	cha	19.46	-98.90
TACUBA	tac	19.46	-99.20
MERCED	mer	19.42	-99.12
CUAJIMALPA	cua	19.36	-99.30
PLATEROS	pla	19.37	-99.20
PEDREGAL	ped	19.32	-99.20
SANTA URSULA	sur	19.31	-99.15
CERRO DE LA ESTRELLA	ces	19.34	-99.07
TLALPAN	tpn	19.26	-99.18
TLÁHUAC	tah	19.25	-99.01
HANGARES	han	ND	ND

Para el cálculo de la dirección del viento, se realiza un análisis de frecuencias mensual histórico con el cual conoceremos los patrones de dirección en la zona.

1.-Como primer paso se procedió a tipificar las direcciones de viento, realizada la asignación de la dirección de viento se integró el total de estas en una sola base de datos por estación, a continuación se muestran la clasificación de rangos de dirección.

Tabla 5.2.2.2 Rangos de Direcciones

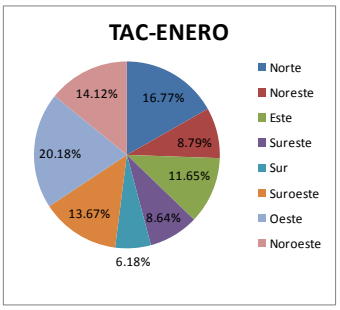
Dirección	Rango (°)
NORTE	338-360, 0-23
NORESTE	24-67
ESTE	68-113
SURESTE	114-157
SUR	158-203
SUROESTE	204-247
OESTE	248-293
NOROESTE	294-337

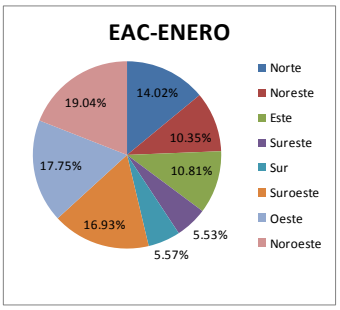
2.-Después de haber asignado la dirección a cada dato numérico se procede a dividir por meses el total de los datos de cada estación.

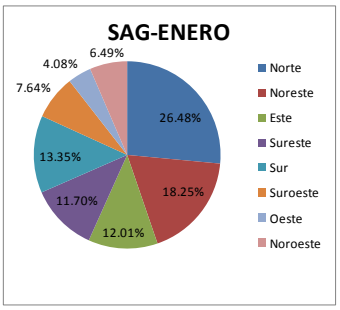
3.-Se hace un análisis de frecuencias y conforme a los resultados por estación se revisan patrones de dirección de viento dominantes.

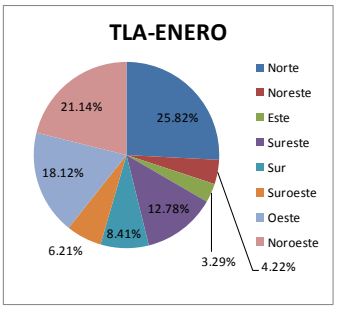
Se muestran los resultados del análisis de frecuencias en el total de las estaciones del REDMET, para una mejor conceptualización del comportamiento del viento.

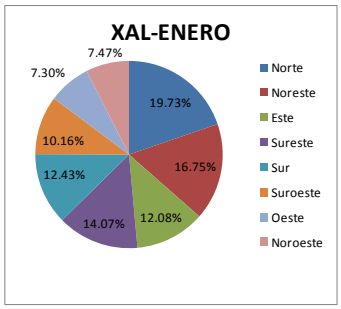
ENERO

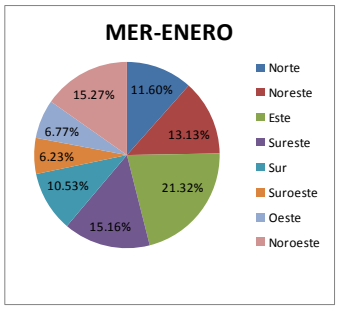

TAC-ENERO
16.77%
8.79%
11.65%
8.64%
6.18%
13.67%
20.18%
14.12%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

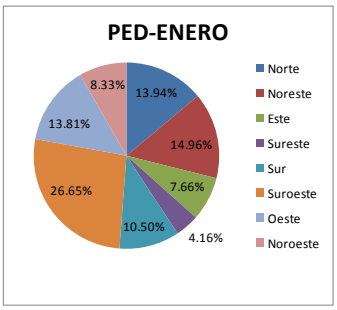

EAC-ENERO
14.02%
10.35%
10.81%
5.53%
5.57%
16.93%
17.75%
19.04%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

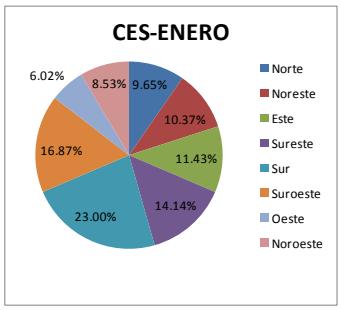

SAG-ENERO
26.48%
18.25%
12.01%
11.70%
13.35%
7.64%
4.08%
6.49%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

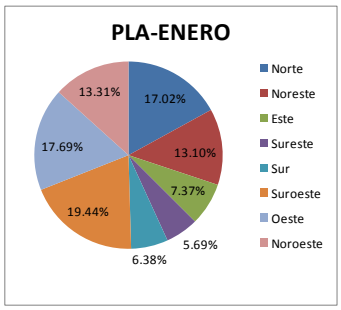

TLA-ENERO
25.82%
12.78%
3.29%
4.22%
8.41%
6.21%
18.12%
21.14%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

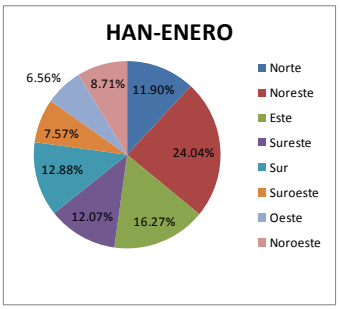

XAL-ENERO
19.73%
16.75%
12.08%
14.07%
12.43%
10.16%
7.30%
7.47%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

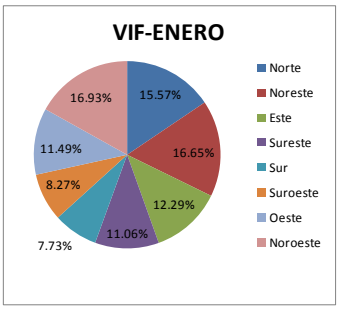

MER-ENERO
11.60%
13.13%
21.32%
15.16%
10.53%
6.23%
6.77%
15.27%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

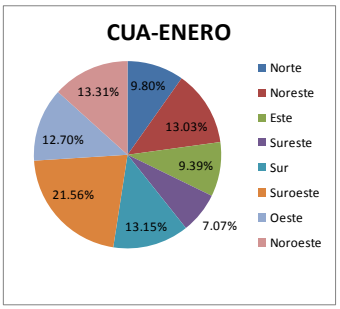

PED-ENERO
13.94%
14.96%
7.66%
10.50%
4.16%
26.65%
13.81%
8.33%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

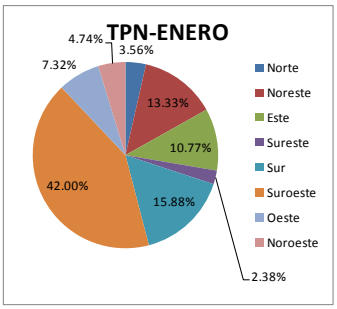

CES-ENERO
9.65%
10.37%
11.43%
14.14%
23.00%
16.87%
6.02%
8.53%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

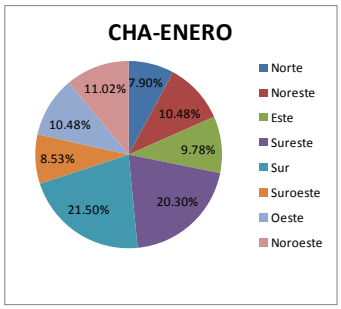

PLA-ENERO
17.02%
13.10%
7.37%
5.69%
6.38%
19.44%
17.69%
13.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

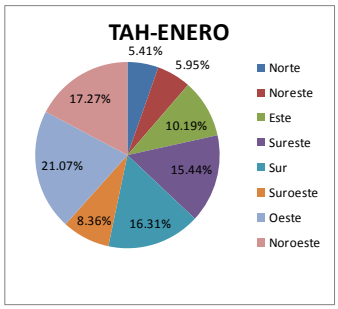

HAN-ENERO
11.90%
24.04%
16.27%
12.07%
12.88%
7.57%
6.56%
8.71%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

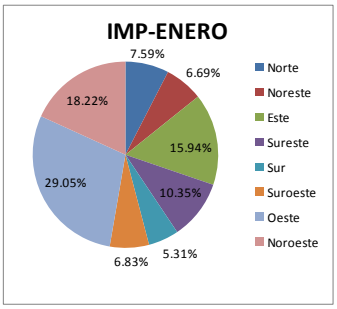

VIF-ENERO
15.57%
16.65%
12.29%
11.06%
7.73%
8.27%
11.49%
16.93%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

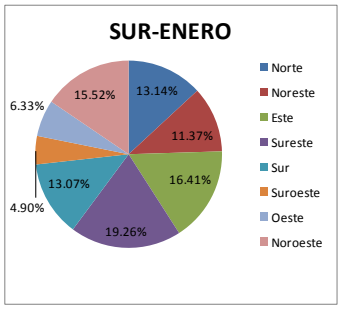

CUA-ENERO
9.80%
13.03%
9.39%
7.07%
13.15%
21.56%
12.70%
13.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-ENERO
4.74%
3.56%
7.32%
13.33%
10.77%
42.00%
15.88%
2.38%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

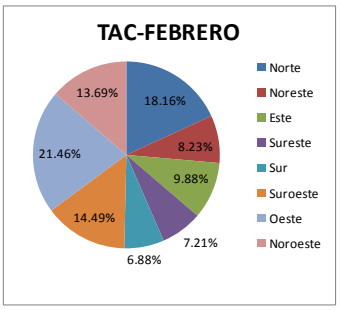

CHA-ENERO
11.02%
7.90%
10.48%
10.48%
9.78%
8.53%
21.50%
20.30%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

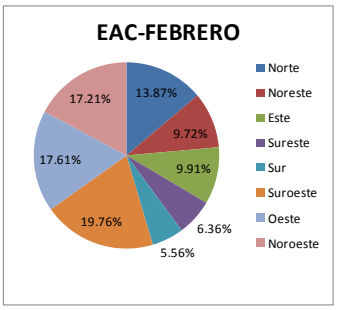

TAH-ENERO
5.41%
5.95%
17.27%
10.19%
21.07%
15.44%
8.36%
16.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

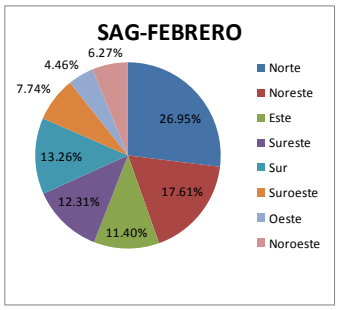

IMP-ENERO
7.59%
6.69%
18.22%
15.94%
29.05%
10.35%
6.83%
5.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

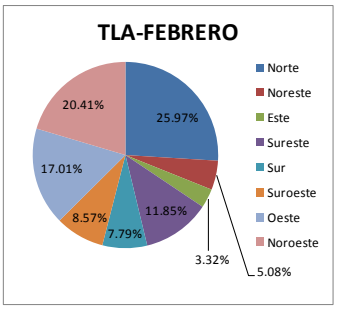

SUR-ENERO
15.52%
13.14%
6.33%
11.37%
16.41%
13.07%
4.90%
19.26%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

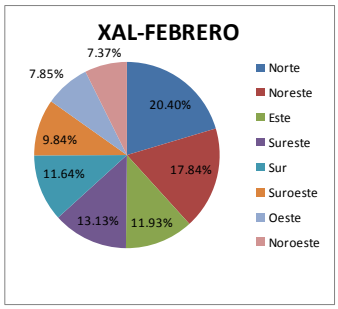
FEBRERO

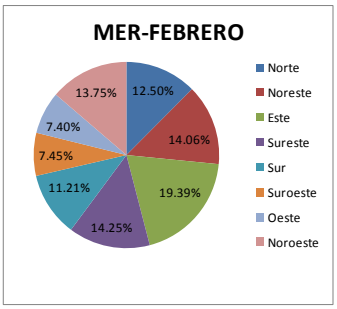

TAC-FEBRERO
18.16%
8.23%
9.88%
7.21%
6.88%
14.49%
21.46%
13.69%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

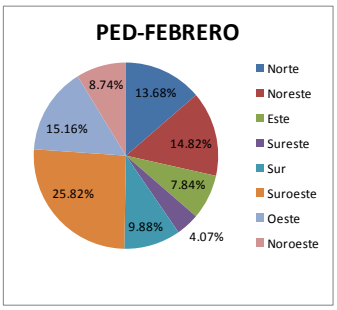

EAC-FEBRERO
13.87%
9.72%
9.91%
6.36%
5.56%
19.76%
17.61%
17.21%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

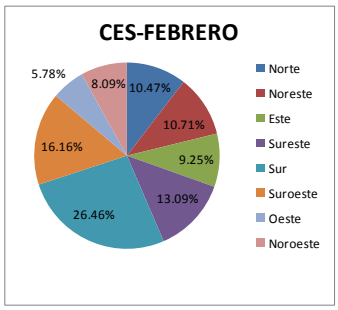

SAG-FEBRERO
26.95%
17.61%
11.40%
12.31%
13.26%
7.74%
4.46%
6.27%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

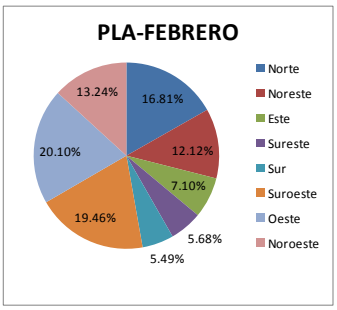

TLA-FEBRERO
25.97%
11.85%
7.79%
8.57%
17.01%
20.41%
3.32%
5.08%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

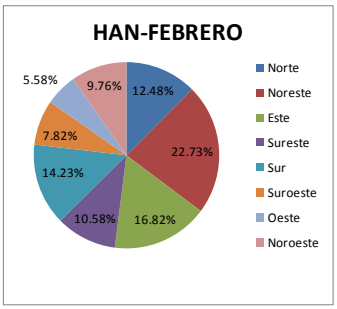

XAL-FEBRERO
20.40%
17.84%
11.93%
13.13%
11.64%
9.84%
7.85%
7.37%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

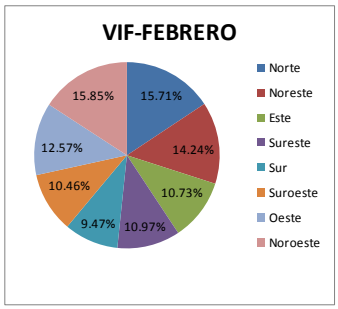

MER-FEBRERO
12.50%
14.06%
19.39%
14.25%
11.21%
7.45%
7.40%
13.75%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

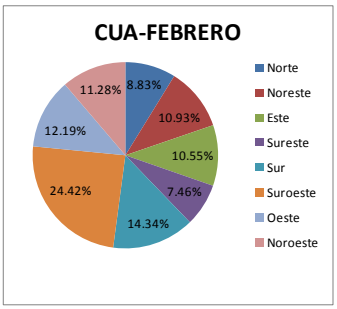

PED-FEBRERO
13.68%
14.82%
7.84%
4.07%
9.88%
25.82%
15.16%
8.74%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

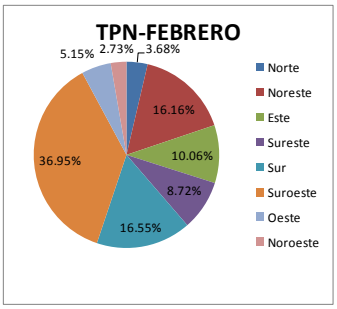

CES-FEBRERO
10.47%
10.71%
9.25%
13.09%
26.46%
16.16%
5.78%
8.09%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

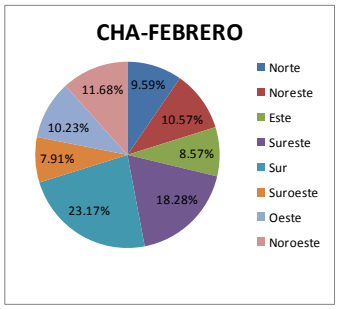

PLA-FEBRERO
16.81%
12.12%
7.10%
5.68%
5.49%
19.46%
20.10%
13.24%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

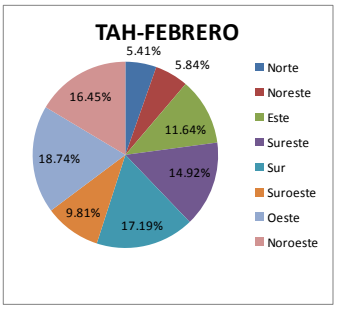

HAN-FEBRERO
12.48%
22.73%
16.82%
10.58%
14.23%
7.82%
5.58%
9.76%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

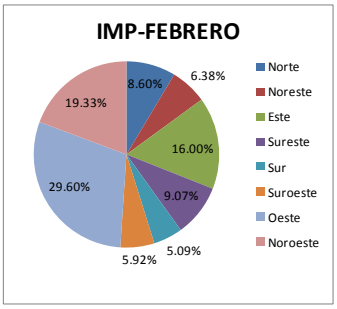

VIF-FEBRERO
15.71%
14.24%
10.73%
10.97%
9.47%
10.46%
12.57%
15.85%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

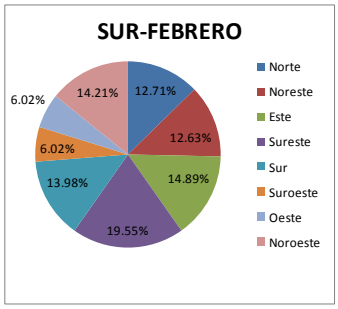

CUA-FEBRERO
8.83%
10.93%
10.55%
7.46%
14.34%
24.42%
12.19%
11.28%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-FEBRERO
3.68%
16.16%
10.06%
8.72%
16.55%
36.95%
5.15%
2.73%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

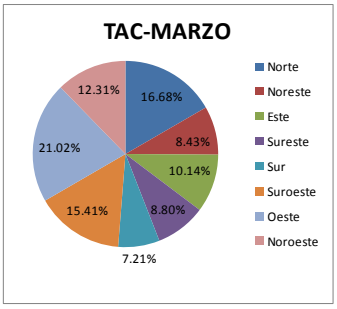

CHA-FEBRERO
9.59%
10.57%
8.57%
18.28%
23.17%
7.91%
10.23%
11.68%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

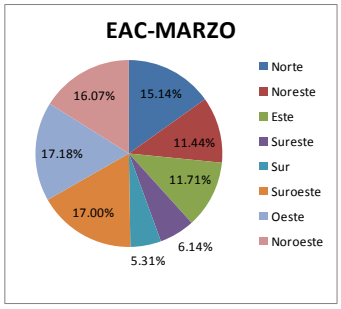

TAH-FEBRERO
5.41%
5.84%
11.64%
14.92%
17.19%
9.81%
18.74%
16.45%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

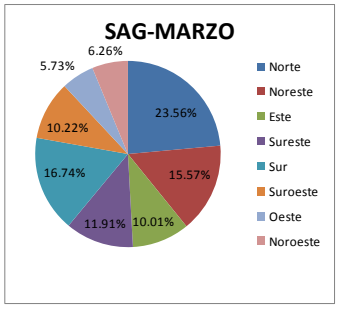

IMP-FEBRERO
8.60%
6.38%
16.00%
9.07%
5.09%
5.92%
29.60%
19.33%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

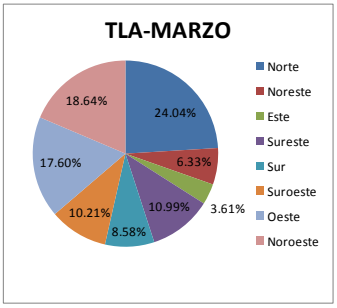

SUR-FEBRERO
12.71%
12.63%
14.89%
19.55%
13.98%
6.02%
6.02%
14.21%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

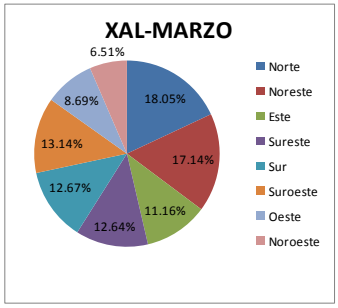
MARZO

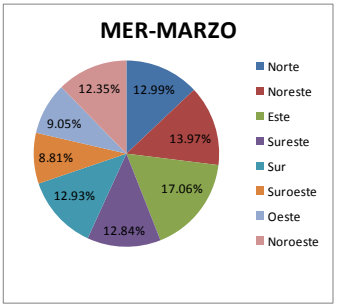

TAC-MARZO
16.68%
8.43%
10.14%
8.80%
7.21%
15.41%
21.02%
12.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

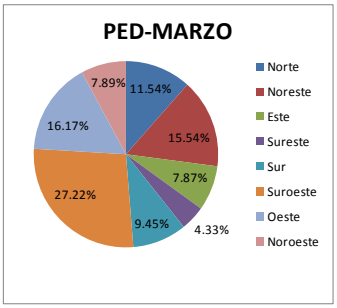

EAC-MARZO
15.14%
11.44%
11.71%
6.14%
5.31%
17.00%
17.18%
16.07%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

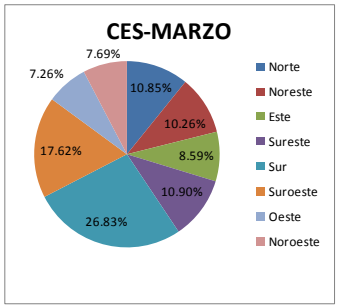

SAG-MARZO
23.56%
15.57%
10.01%
11.91%
16.74%
10.22%
5.73%
6.26%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

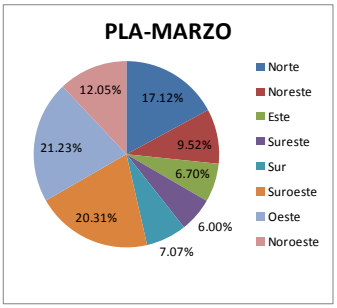

TLA-MARZO
24.04%
6.33%
3.61%
10.99%
8.58%
10.21%
17.60%
18.64%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

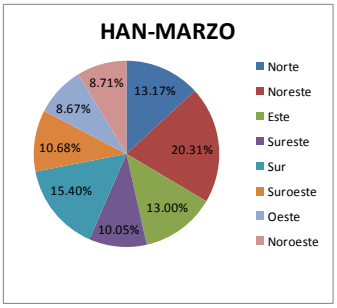

XAL-MARZO
18.05%
17.14%
11.16%
12.64%
12.67%
13.14%
8.69%
6.51%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

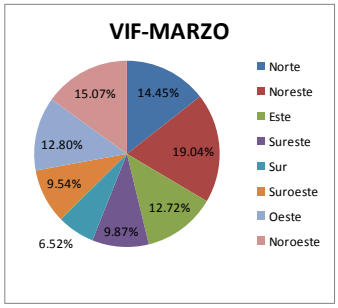

MER-MARZO
12.99%
13.97%
17.06%
12.84%
12.93%
8.81%
9.05%
12.35%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

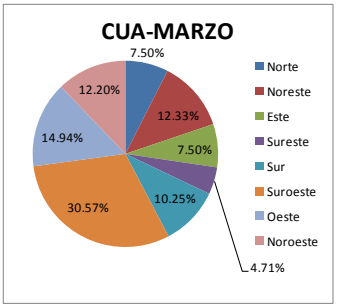

PED-MARZO
11.54%
15.54%
7.87%
4.33%
9.45%
27.22%
16.17%
7.89%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

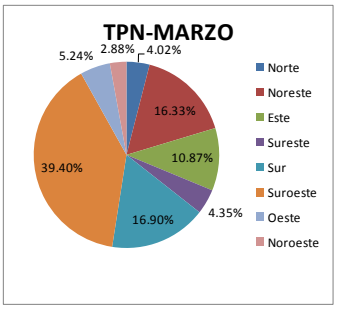

CES-MARZO
10.85%
10.26%
8.59%
10.90%
26.83%
17.62%
7.26%
7.69%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

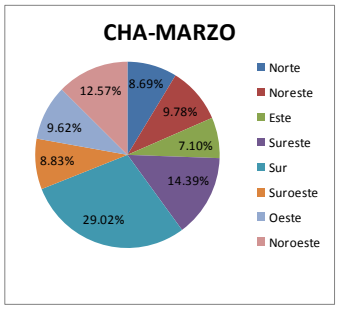

PLA-MARZO
17.12%
9.52%
6.70%
6.00%
7.07%
20.31%
21.23%
12.05%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

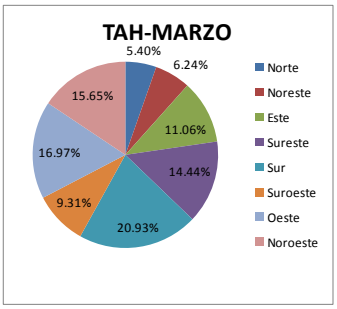

HAN-MARZO
13.17%
20.31%
13.00%
10.05%
15.40%
10.68%
8.67%
8.71%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

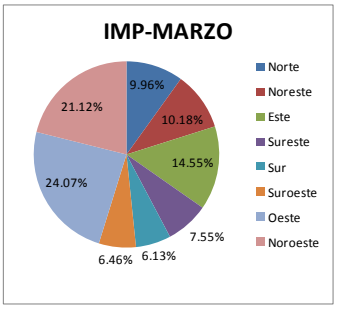

VIF-MARZO
14.45%
19.04%
12.72%
9.87%
6.52%
9.54%
12.80%
15.07%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

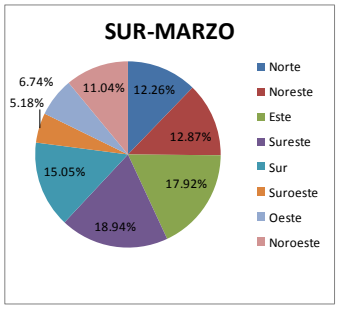

CUA-MARZO
12.33%
7.50%
10.25%
4.71%
30.57%
14.94%
12.20%
7.50%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-MARZO
4.02%
16.33%
10.87%
4.35%
16.90%
39.40%
5.24%
2.88%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

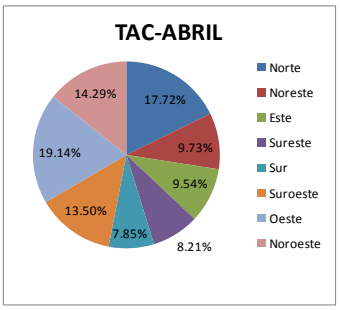

CHA-MARZO
8.69%
9.78%
7.10%
14.39%
29.02%
8.83%
9.62%
12.57%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

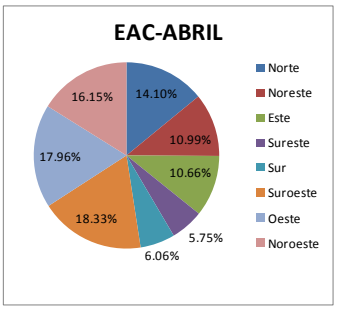

TAH-MARZO
5.40%
6.24%
11.06%
14.44%
20.93%
9.31%
16.97%
15.65%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

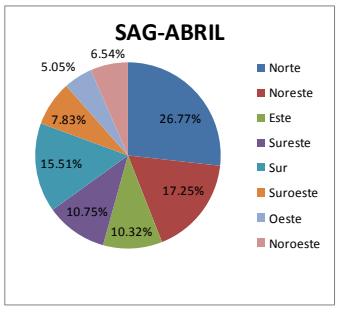

IMP-MARZO
9.96%
10.18%
14.55%
7.55%
6.13%
6.46%
24.07%
21.12%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

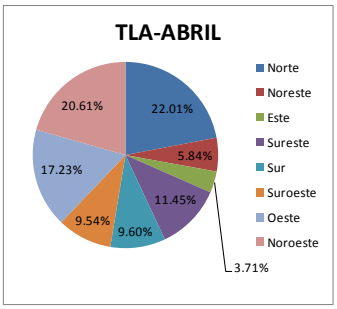

SUR-MARZO
12.26%
12.87%
17.92%
18.94%
15.05%
5.18%
6.74%
11.04%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

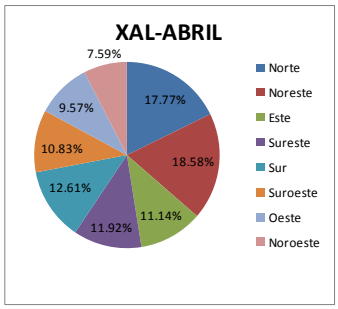
ABRIL

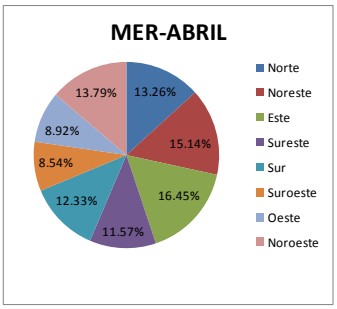

TAC-ABRIL
17.72%
9.73%
9.54%
8.21%
7.85%
13.50%
19.14%
14.29%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

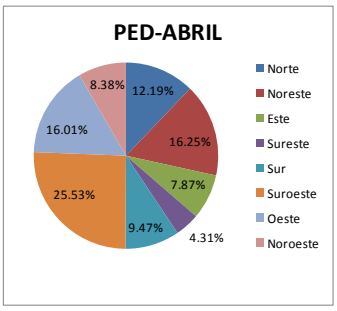

EAC-ABRIL
14.10%
10.99%
10.66%
5.75%
6.06%
18.33%
17.96%
16.15%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

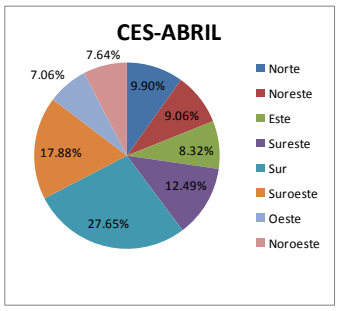

SAG-ABRIL
26.77%
17.25%
10.32%
10.75%
15.51%
7.83%
5.05%
6.54%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

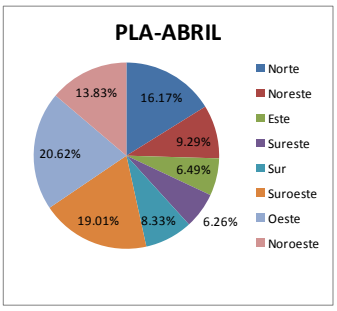

TLA-ABRIL
22.01%
5.84%
11.45%
9.60%
9.54%
17.23%
20.61%
3.71%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

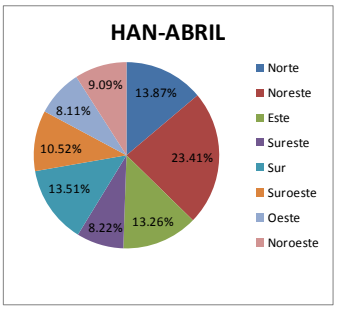

XAL-ABRIL
17.77%
18.58%
11.14%
11.92%
12.61%
10.83%
9.57%
7.59%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

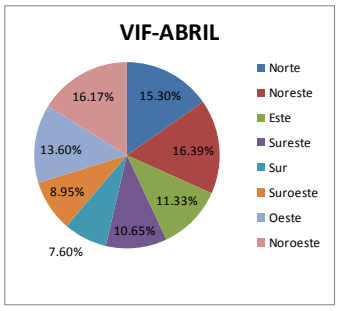

MER-ABRIL
13.26%
15.14%
16.45%
11.57%
12.33%
8.54%
8.92%
13.79%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

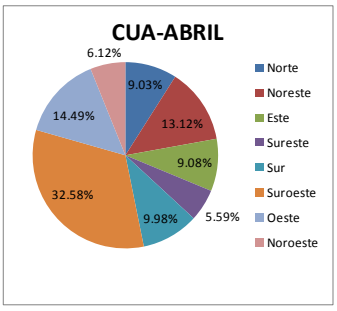

PED-ABRIL
12.19%
16.25%
7.87%
4.31%
9.47%
25.53%
16.01%
8.38%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

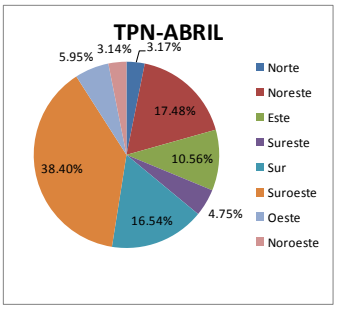

CES-ABRIL
9.90%
9.06%
8.32%
12.49%
27.65%
17.88%
7.06%
7.64%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

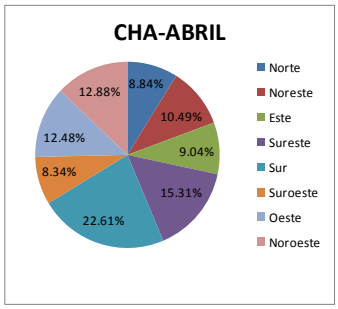

PLA-ABRIL
16.17%
9.29%
6.49%
6.26%
8.33%
19.01%
20.62%
13.83%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

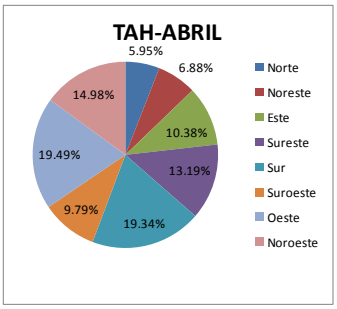

HAN-ABRIL
13.87%
23.41%
13.26%
8.22%
13.51%
10.52%
8.11%
9.09%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

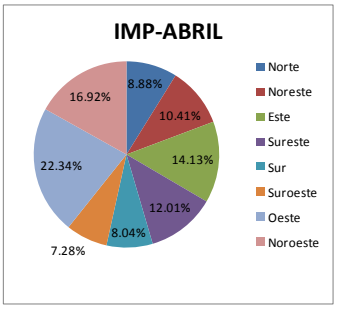

VIF-ABRIL
15.30%
16.39%
11.33%
10.65%
7.60%
8.95%
13.60%
16.17%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

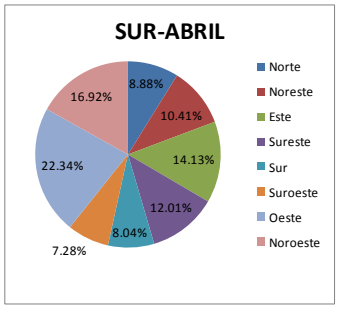

CUA-ABRIL
9.03%
13.12%
9.08%
5.59%
9.98%
32.58%
14.49%
6.12%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-ABRIL
3.17%
17.48%
10.56%
4.75%
16.54%
38.40%
5.95%
3.14%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

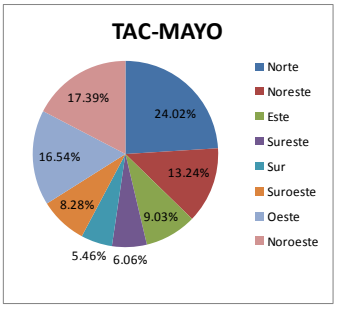

CHA-ABRIL
8.84%
10.49%
9.04%
15.31%
22.61%
8.34%
12.48%
12.88%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

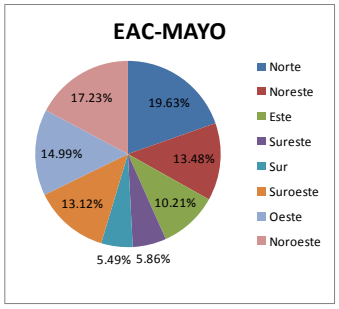

TAH-ABRIL
5.95%
6.88%
10.38%
13.19%
19.34%
9.79%
19.49%
14.98%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

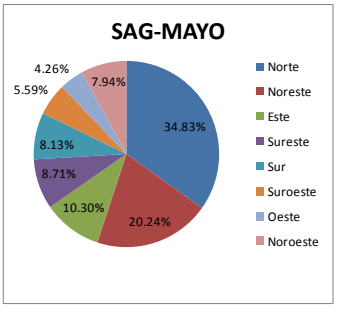

IMP-ABRIL
8.88%
10.41%
14.13%
12.01%
8.04%
7.28%
22.34%
16.92%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

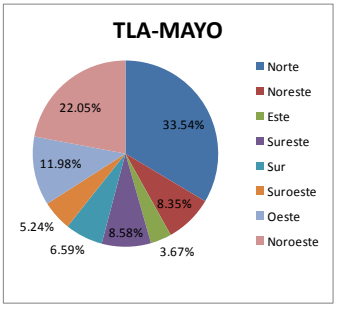

SUR-ABRIL
8.88%
10.41%
14.13%
12.01%
8.04%
7.28%
22.34%
16.92%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

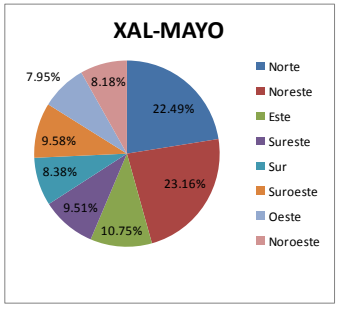
MAYO

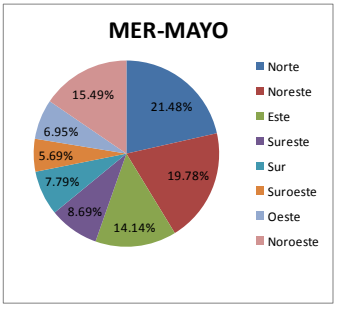

TAC-MAYO
24.02%
13.24%
9.03%
6.06%
5.46%
8.28%
16.54%
17.39%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

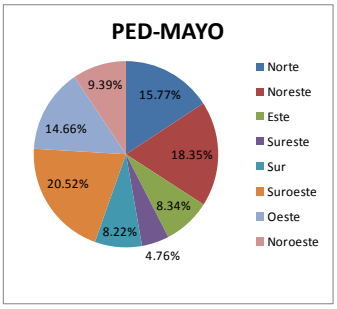

EAC-MAYO
19.63%
13.48%
10.21%
5.86%
5.49%
13.12%
14.99%
17.23%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

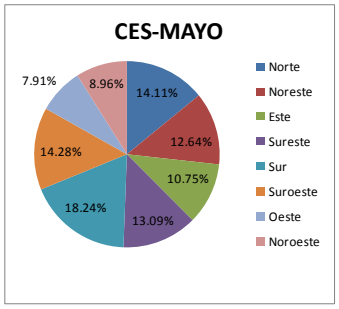

SAG-MAYO
34.83%
20.24%
10.30%
8.71%
8.13%
5.59%
4.26%
7.94%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

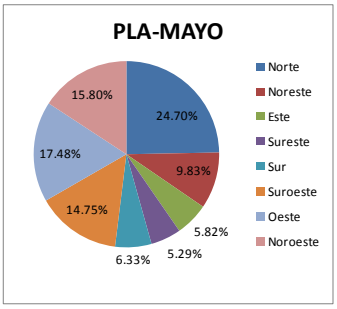

TLA-MAYO
33.54%
8.35%
3.67%
8.58%
6.59%
5.24%
11.98%
22.05%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

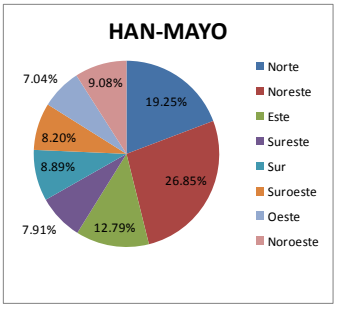

XAL-MAYO
22.49%
23.16%
10.75%
9.51%
8.38%
9.58%
7.95%
8.18%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

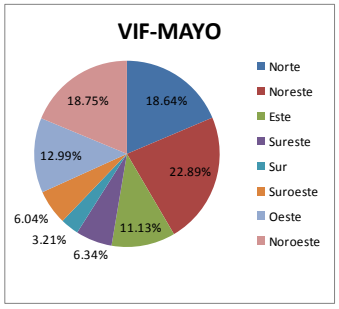

MER-MAYO
21.48%
19.78%
14.14%
8.69%
7.79%
5.69%
6.95%
15.49%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

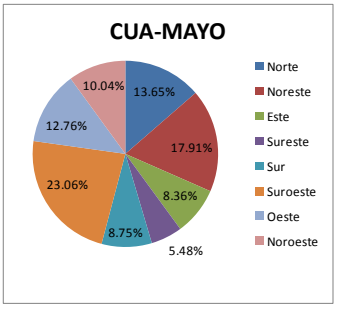

PED-MAYO
15.77%
18.35%
8.34%
4.76%
8.22%
20.52%
14.66%
9.39%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

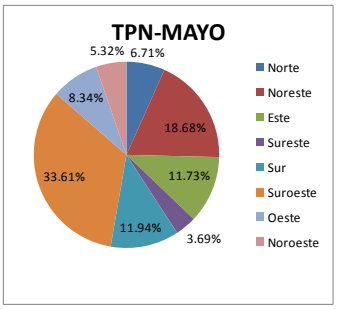

CES-MAYO
14.11%
12.64%
10.75%
13.09%
18.24%
14.28%
7.91%
8.96%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

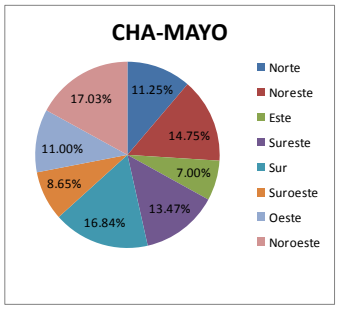

PLA-MAYO
24.70%
9.83%
5.82%
5.29%
6.33%
14.75%
17.48%
15.80%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

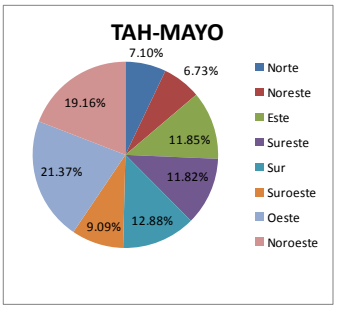

HAN-MAYO
19.25%
26.85%
12.79%
7.91%
8.89%
8.20%
7.04%
9.08%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

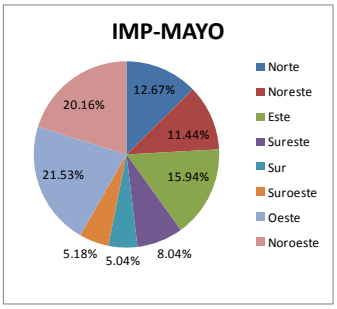

VIF-MAYO
18.64%
22.89%
11.13%
6.34%
3.21%
6.04%
12.99%
18.75%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

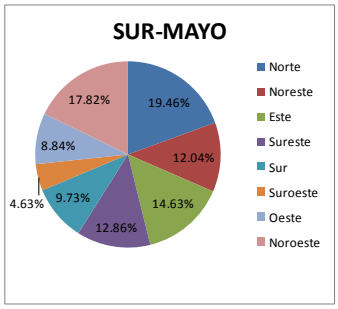

CUA-MAYO
13.65%
17.91%
8.36%
5.48%
8.75%
23.06%
12.76%
10.04%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-MAYO
6.71%
18.68%
11.73%
3.69%
11.94%
33.61%
8.34%
5.32%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

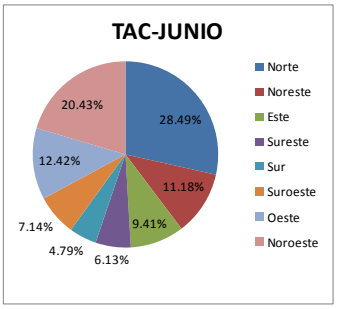

CHA-MAYO
11.25%
14.75%
7.00%
13.47%
16.84%
8.65%
11.00%
17.03%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

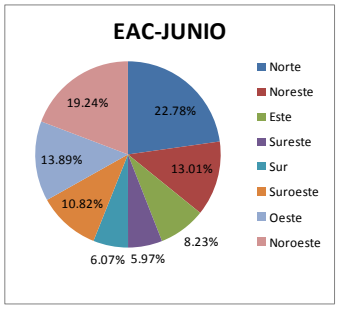

TAH-MAYO
7.10%
6.73%
11.85%
11.82%
12.88%
9.09%
21.37%
19.16%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

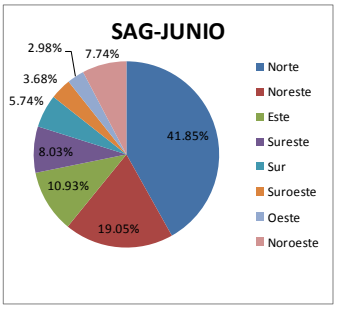

IMP-MAYO
12.67%
11.44%
15.94%
8.04%
5.04%
5.18%
21.53%
20.16%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

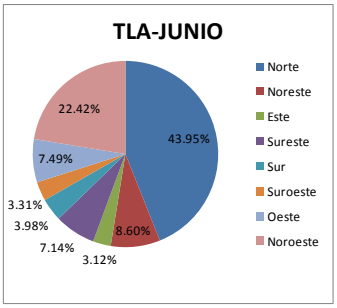

SUR-MAYO
19.46%
12.04%
14.63%
12.86%
9.73%
4.63%
8.84%
17.82%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

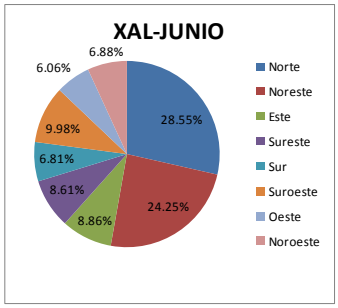
JUNIO

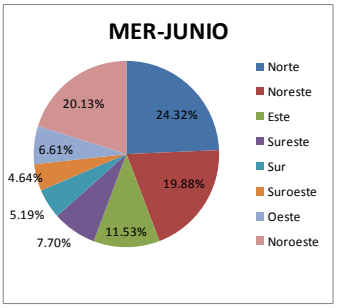

TAC-JUNIO
28.49%
11.18%
9.41%
6.13%
4.79%
7.14%
12.42%
20.43%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

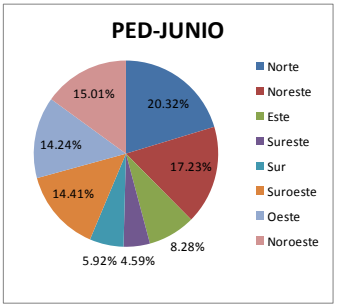

EAC-JUNIO
22.78%
13.01%
8.23%
5.97%
6.07%
10.82%
13.89%
19.24%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

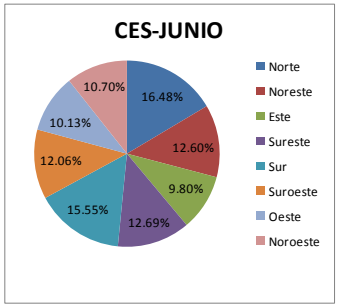

SAG-JUNIO
41.85%
19.05%
10.93%
8.03%
5.74%
3.68%
2.98%
7.74%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

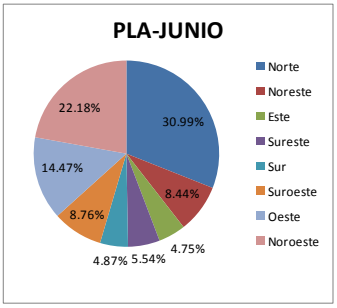

TLA-JUNIO
43.95%
8.60%
3.12%
7.14%
3.98%
3.31%
7.49%
22.42%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

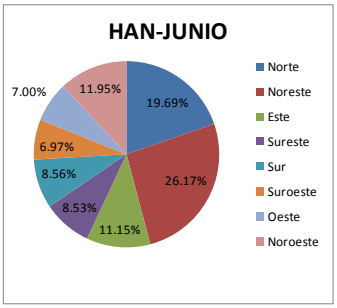

XAL-JUNIO
28.55%
24.25%
8.86%
8.61%
6.81%
9.98%
6.06%
6.88%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

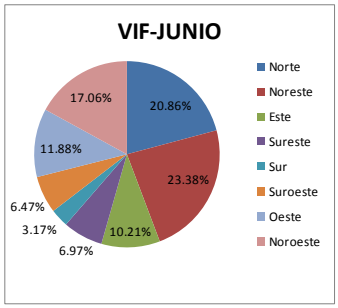

MER-JUNIO
24.32%
19.88%
11.53%
7.70%
5.19%
4.64%
6.61%
20.13%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

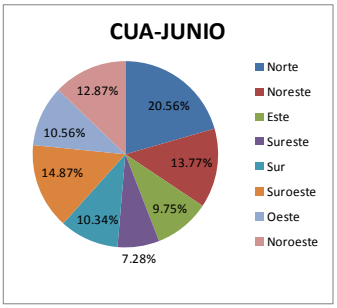

PED-JUNIO
20.32%
17.23%
8.28%
4.59%
5.92%
14.41%
14.24%
15.01%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

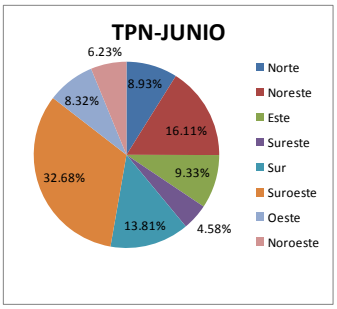

CES-JUNIO
16.48%
12.60%
9.80%
12.69%
15.55%
12.06%
10.13%
10.70%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

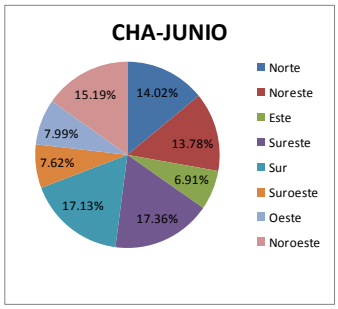

PLA-JUNIO
30.99%
8.44%
4.75%
5.54%
4.87%
8.76%
14.47%
22.18%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

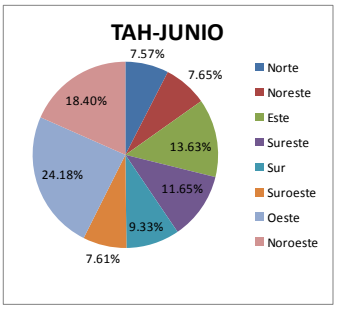

HAN-JUNIO
19.69%
26.17%
11.15%
8.53%
8.56%
6.97%
7.00%
11.95%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

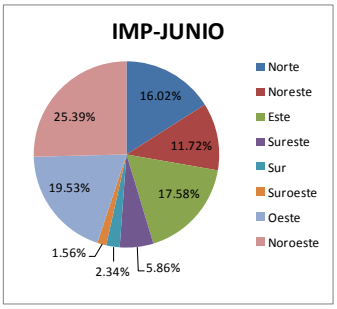

VIF-JUNIO
20.86%
23.38%
10.21%
6.97%
3.17%
6.47%
11.88%
17.06%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

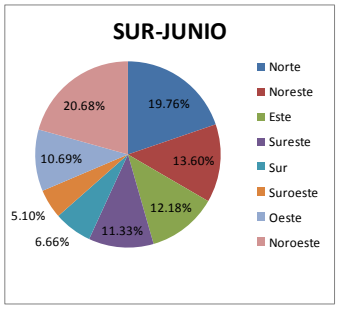

CUA-JUNIO
20.56%
13.77%
9.75%
7.28%
10.34%
14.87%
10.56%
12.87%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-JUNIO
8.93%
16.11%
9.33%
4.58%
13.81%
32.68%
8.32%
6.23%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

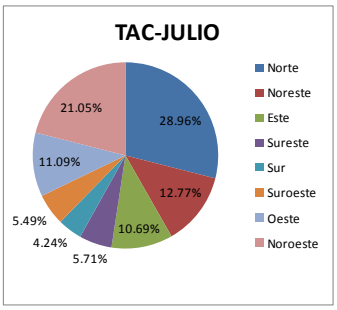

CHA-JUNIO
14.02%
13.78%
6.91%
17.36%
17.13%
7.62%
7.99%
15.19%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

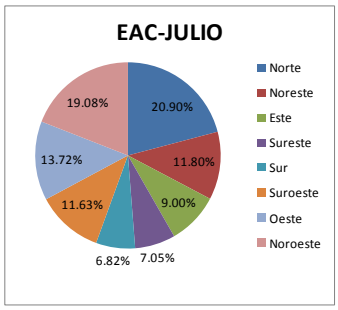

TAH-JUNIO
7.57%
7.65%
13.63%
11.65%
9.33%
7.61%
24.18%
18.40%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

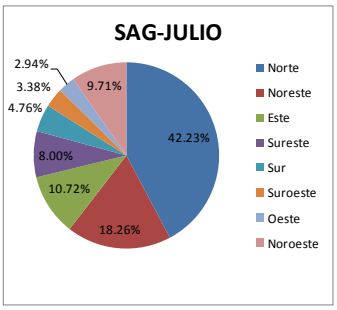

IMP-JUNIO
16.02%
11.72%
17.58%
5.86%
2.34%
1.56%
19.53%
25.39%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

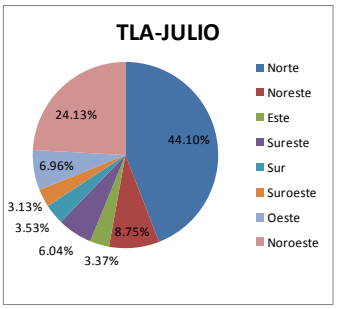

SUR-JUNIO
19.76%
13.60%
12.18%
11.33%
6.66%
5.10%
10.69%
20.68%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

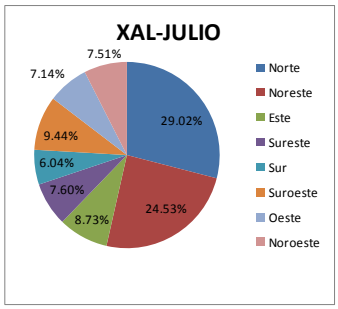
JULIO

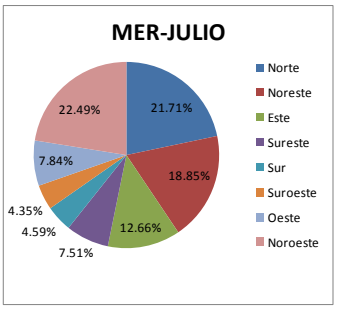

TAC-JULIO
28.96%
12.77%
10.69%
5.71%
4.24%
5.49%
11.09%
21.05%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

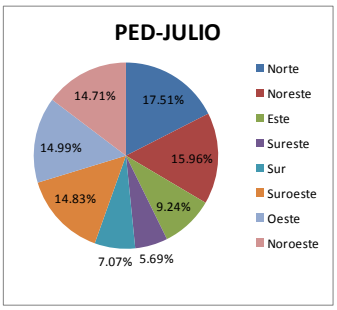

EAC-JULIO
20.90%
11.80%
9.00%
7.05%
6.82%
11.63%
13.72%
19.08%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

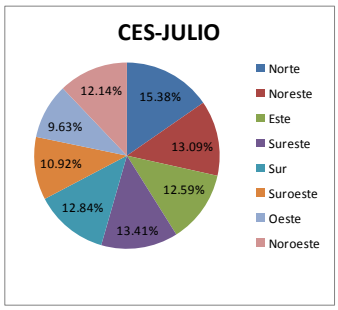

SAG-JULIO
42.23%
18.26%
10.72%
8.00%
4.76%
3.38%
2.94%
9.71%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

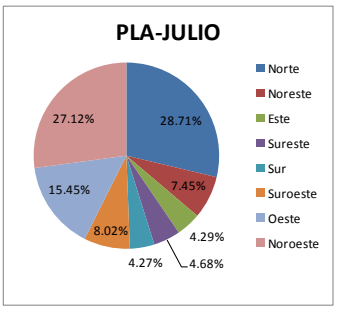

TLA-JULIO
44.10%
8.75%
3.37%
6.04%
3.53%
3.13%
6.96%
24.13%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

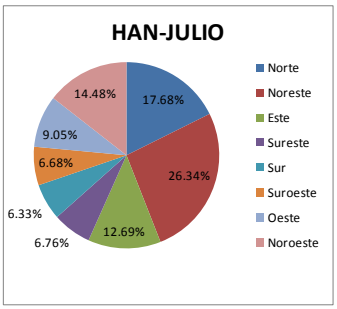

XAL-JULIO
29.02%
24.53%
8.73%
7.60%
6.04%
9.44%
7.14%
7.51%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

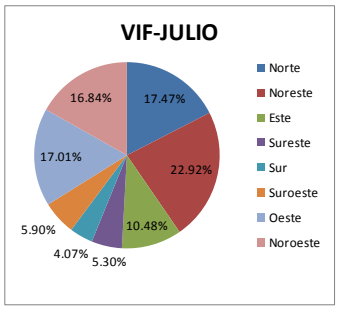

MER-JULIO
21.71%
18.85%
12.66%
7.51%
4.59%
4.35%
7.84%
22.49%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

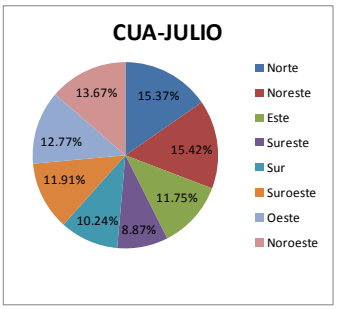

PED-JULIO
17.51%
15.96%
9.24%
5.69%
7.07%
14.83%
14.99%
14.71%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

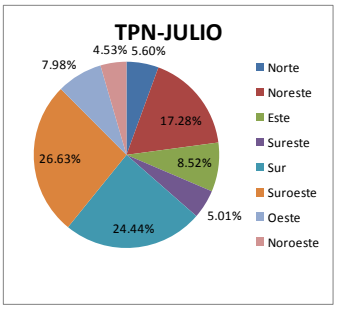

CES-JULIO
15.38%
13.09%
12.59%
13.41%
12.84%
10.92%
9.63%
12.14%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

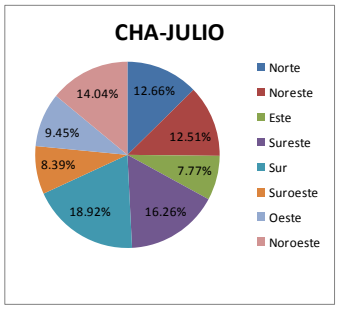

PLA-JULIO
28.71%
7.45%
4.29%
4.68%
4.27%
8.02%
15.45%
27.12%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

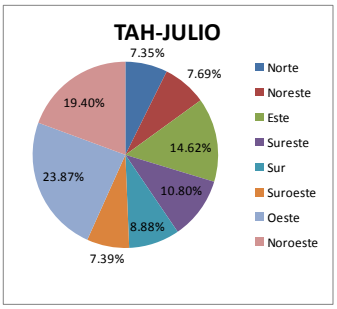

HAN-JULIO
17.68%
26.34%
12.69%
6.76%
6.33%
6.68%
9.05%
14.48%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

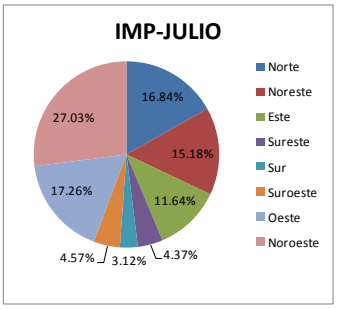

VIF-JULIO
17.47%
22.92%
10.48%
5.30%
4.07%
5.90%
17.01%
16.84%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

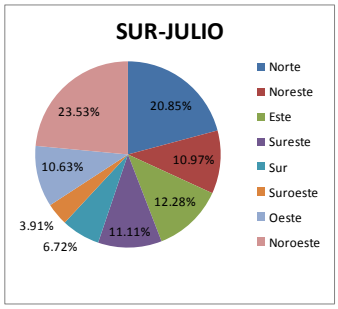

CUA-JULIO
15.37%
15.42%
11.75%
8.87%
10.24%
11.91%
12.77%
13.67%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-JULIO
4.53%
5.60%
7.98%
17.28%
26.63%
8.52%
5.01%
24.44%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

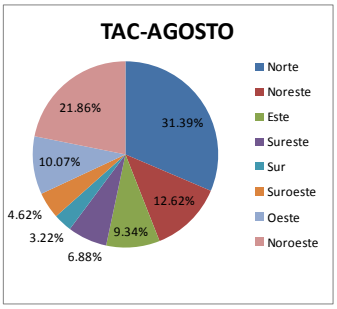

CHA-JULIO
14.04%
12.66%
9.45%
12.51%
8.39%
7.77%
18.92%
16.26%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

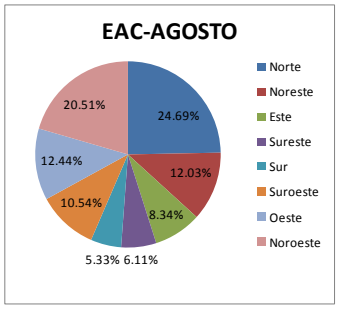

TAH-JULIO
7.35%
7.69%
19.40%
14.62%
23.87%
10.80%
8.88%
7.39%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

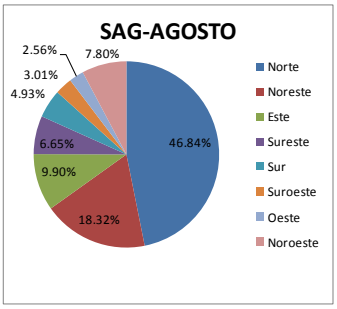

IMP-JULIO
16.84%
27.03%
15.18%
17.26%
11.64%
4.57%
3.12%
4.37%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

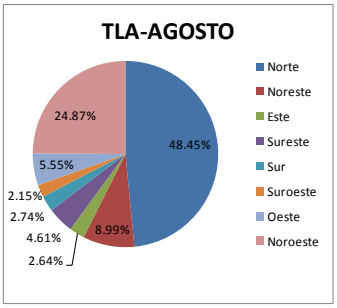

SUR-JULIO
23.53%
20.85%
10.63%
10.97%
12.28%
3.91%
6.72%
11.11%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

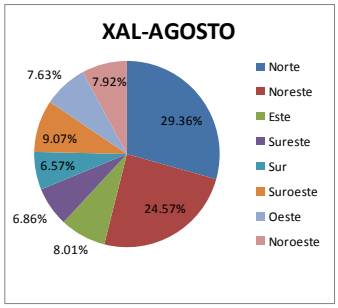
AGOSTO

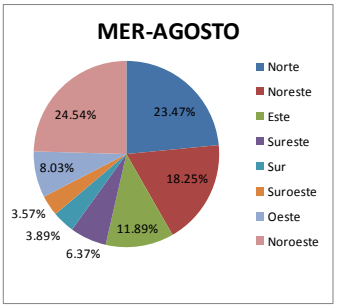

TAC-AGOSTO
31.39%
12.62%
9.34%
6.88%
3.22%
4.62%
10.07%
21.86%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

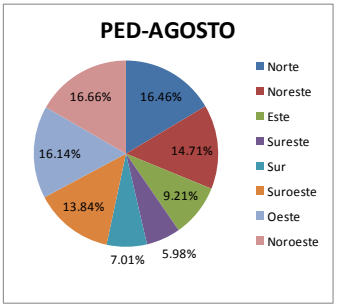

EAC-AGOSTO
24.69%
12.03%
8.34%
6.11%
5.33%
10.54%
12.44%
20.51%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

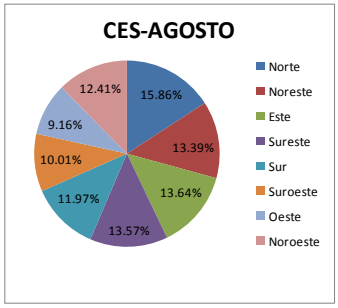

SAG-AGOSTO
46.84%
18.32%
9.90%
6.65%
4.93%
3.01%
2.56%
7.80%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

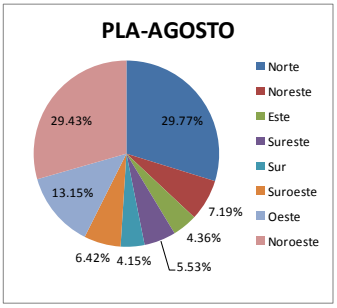

TLA-AGOSTO
48.45%
8.99%
2.64%
4.61%
2.74%
2.15%
5.55%
24.87%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

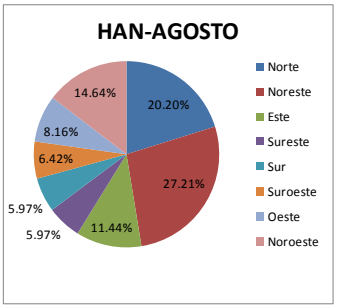

XAL-AGOSTO
29.36%
24.57%
8.01%
6.86%
6.57%
9.07%
7.63%
7.92%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

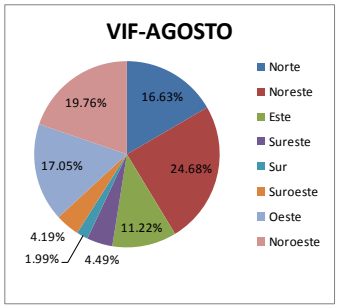

MER-AGOSTO
23.47%
18.25%
11.89%
6.37%
3.89%
3.57%
8.03%
24.54%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

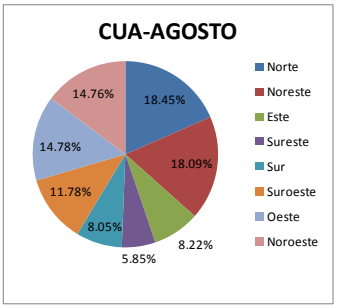

PED-AGOSTO
16.46%
14.71%
9.21%
5.98%
7.01%
13.84%
16.14%
16.66%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

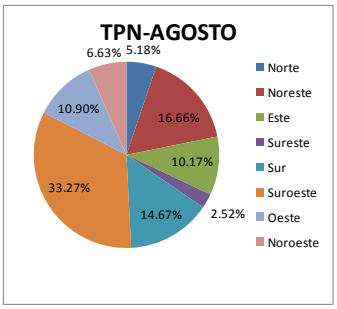

CES-AGOSTO
15.86%
13.39%
13.64%
13.57%
11.97%
10.01%
9.16%
12.41%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

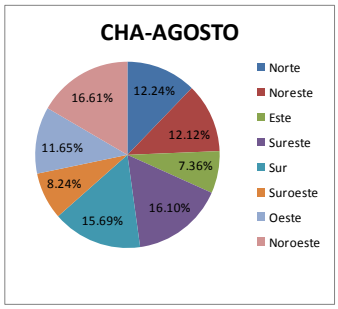

PLA-AGOSTO
29.77%
7.19%
4.36%
5.53%
4.15%
6.42%
13.15%
29.43%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

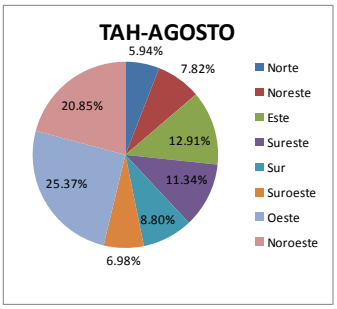

HAN-AGOSTO
20.20%
27.21%
11.44%
5.97%
5.97%
6.42%
8.16%
14.64%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

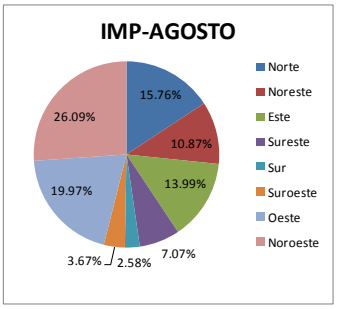

VIF-AGOSTO
16.63%
24.68%
11.22%
4.49%
1.99%
4.19%
17.05%
19.76%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

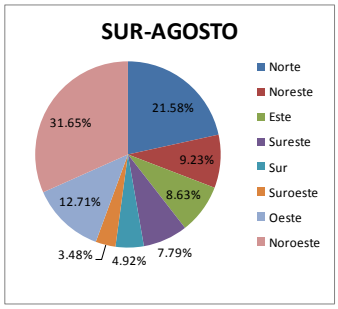

CUA-AGOSTO
18.45%
18.09%
8.22%
5.85%
8.05%
11.78%
14.78%
14.76%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-AGOSTO
5.18%
16.66%
10.17%
2.52%
14.67%
33.27%
10.90%
6.63%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

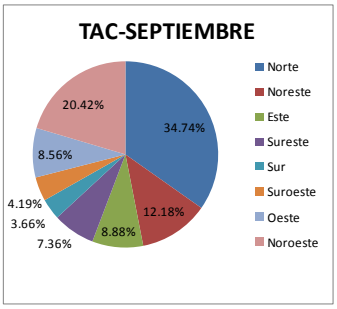

CHA-AGOSTO
12.24%
12.12%
7.36%
16.10%
15.69%
8.24%
11.65%
16.61%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

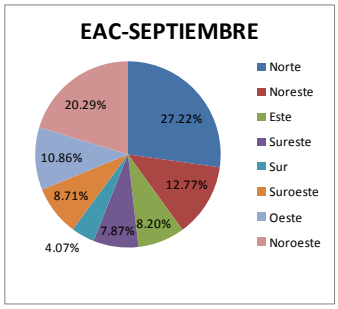

TAH-AGOSTO
5.94%
7.82%
12.91%
11.34%
8.80%
6.98%
25.37%
20.85%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

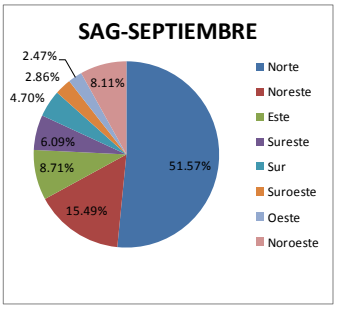

IMP-AGOSTO
15.76%
10.87%
13.99%
7.07%
2.58%
3.67%
19.97%
26.09%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

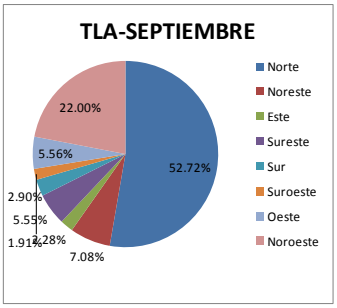

SUR-AGOSTO
21.58%
9.23%
8.63%
7.79%
4.92%
3.48%
12.71%
31.65%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

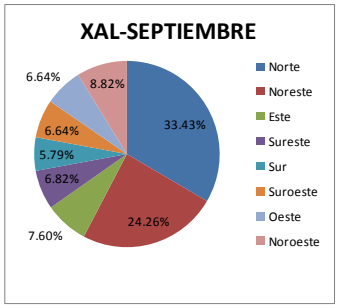
SEPTIEMBRE

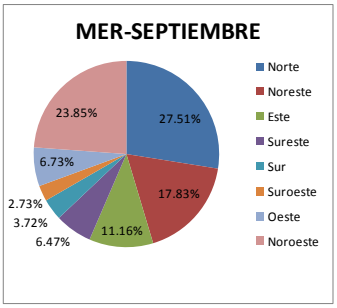

TAC-SEPTIEMBRE
34.74%
12.18%
8.88%
7.36%
3.66%
4.19%
8.56%
20.42%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

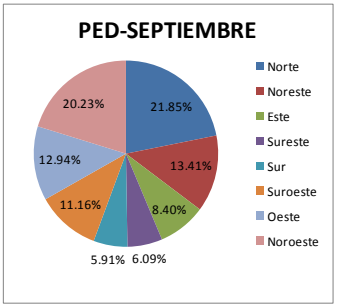

EAC-SEPTIEMBRE
27.22%
12.77%
8.20%
7.87%
4.07%
8.71%
10.86%
20.29%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

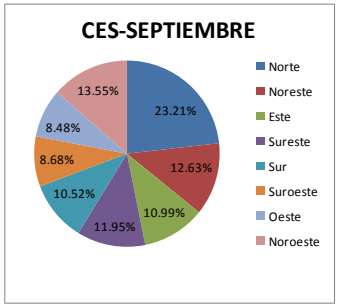

SAG-SEPTIEMBRE
51.57%
15.49%
8.71%
6.09%
4.70%
2.86%
2.47%
8.11%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

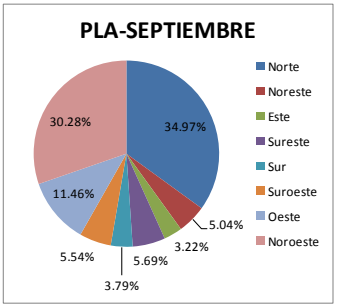

TLA-SEPTIEMBRE
52.72%
7.08%
1.91%
2.28%
5.55%
2.90%
5.56%
22.00%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

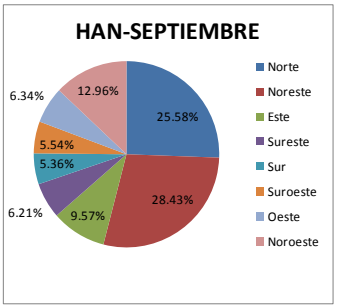

XAL-SEPTIEMBRE
33.43%
24.26%
7.60%
6.82%
5.79%
6.64%
6.64%
8.82%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

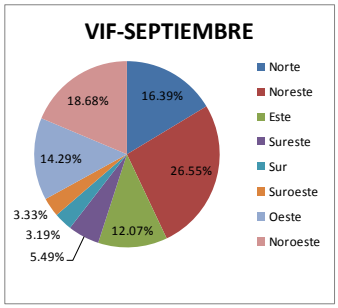

MER-SEPTIEMBRE
27.51%
17.83%
11.16%
6.47%
3.72%
2.73%
6.73%
23.85%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

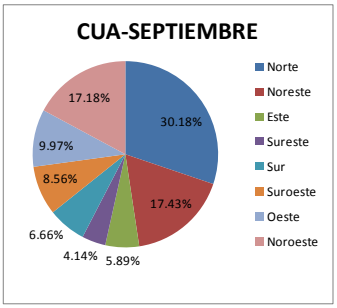

PED-SEPTIEMBRE
21.85%
13.41%
8.40%
6.09%
5.91%
11.16%
12.94%
20.23%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

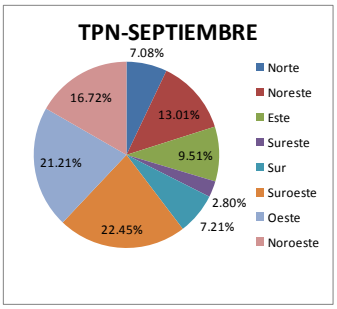

CES-SEPTIEMBRE
23.21%
12.63%
10.99%
11.95%
10.52%
8.68%
8.48%
13.55%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

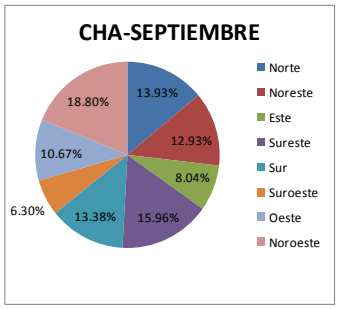

PLA-SEPTIEMBRE
34.97%
5.04%
3.22%
5.69%
3.79%
5.54%
11.46%
30.28%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

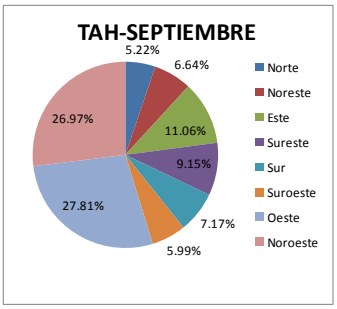

HAN-SEPTIEMBRE
25.58%
28.43%
9.57%
6.21%
5.36%
5.54%
6.34%
12.96%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

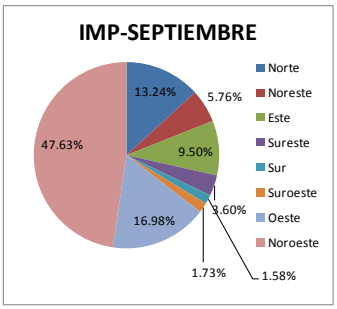

VIF-SEPTIEMBRE
16.39%
26.55%
12.07%
5.49%
3.19%
3.33%
14.29%
18.68%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

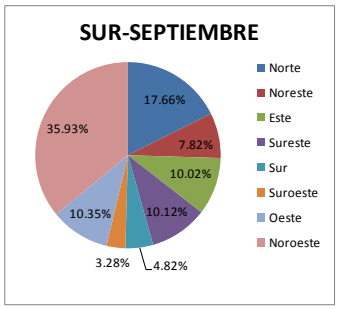

CUA-SEPTIEMBRE
30.18%
17.43%
5.89%
4.14%
6.66%
8.56%
9.97%
17.18%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-SEPTIEMBRE
7.08%
13.01%
9.51%
2.80%
7.21%
22.45%
21.21%
16.72%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

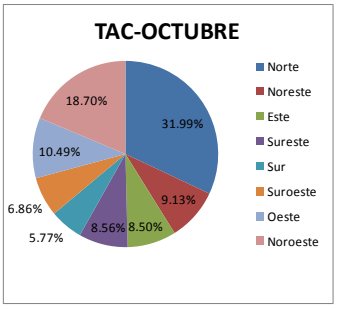

CHA-SEPTIEMBRE
13.93%
12.93%
8.04%
15.96%
13.38%
6.30%
10.67%
18.80%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

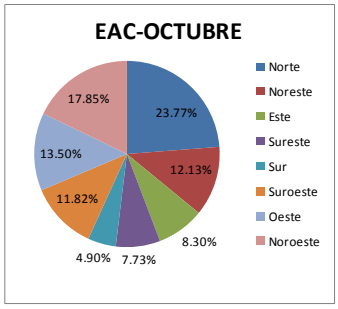

TAH-SEPTIEMBRE
5.22%
6.64%
11.06%
9.15%
7.17%
5.99%
27.81%
26.97%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

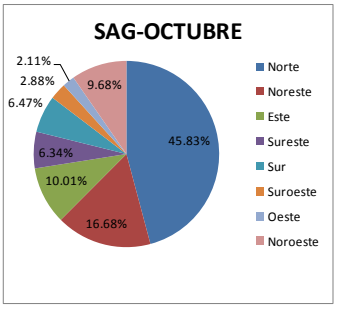

IMP-SEPTIEMBRE
13.24%
5.76%
9.50%
3.60%
1.58%
1.73%
16.98%
47.63%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

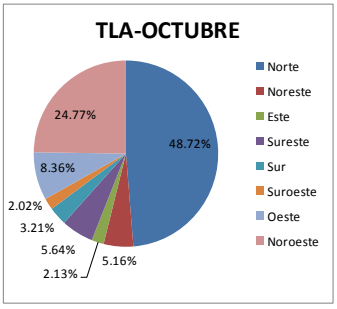

SUR-SEPTIEMBRE
17.66%
7.82%
10.02%
10.12%
4.82%
3.28%
10.35%
35.93%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

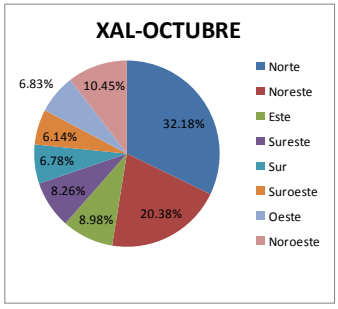
OCTUBRE

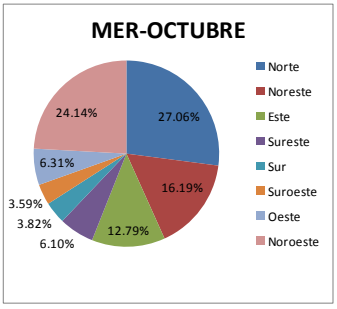

TAC-OCTUBRE
31.99%
9.13%
8.50%
8.56%
5.77%
6.86%
10.49%
18.70%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

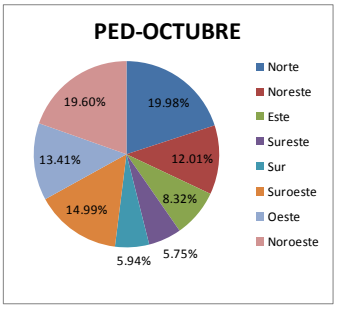

EAC-OCTUBRE
23.77%
12.13%
8.30%
7.73%
4.90%
11.82%
13.50%
17.85%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

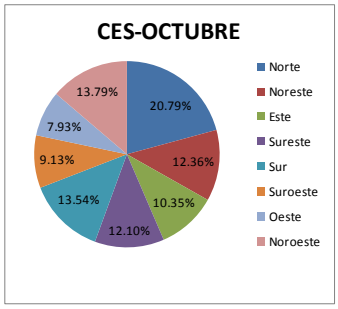

SAG-OCTUBRE
45.83%
16.68%
10.01%
6.34%
6.47%
2.88%
2.11%
9.68%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

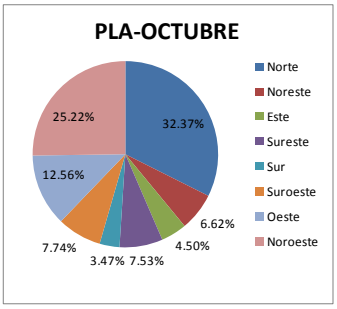

TLA-OCTUBRE
48.72%
5.16%
2.13%
5.64%
3.21%
2.02%
8.36%
24.77%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

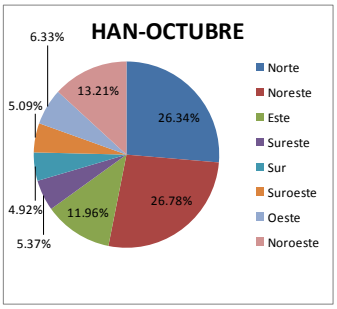

XAL-OCTUBRE
32.18%
20.38%
8.98%
8.26%
6.78%
6.14%
6.83%
10.45%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

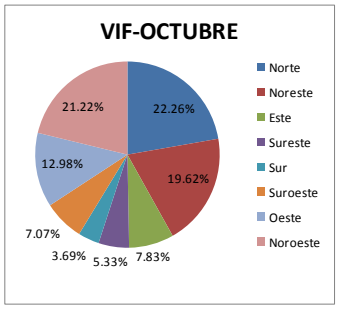

MER-OCTUBRE
27.06%
16.19%
12.79%
6.10%
3.82%
3.59%
6.31%
24.14%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

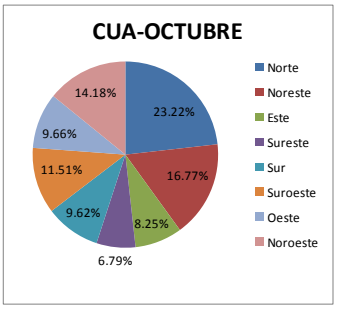

PED-OCTUBRE
19.98%
12.01%
8.32%
5.75%
5.94%
14.99%
13.41%
19.60%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

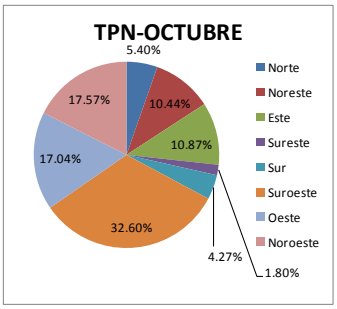

CES-OCTUBRE
20.79%
12.36%
10.35%
12.10%
13.54%
9.13%
7.93%
13.79%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

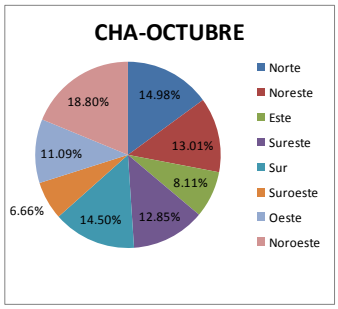

PLA-OCTUBRE
32.37%
6.62%
4.50%
7.53%
3.47%
7.74%
12.56%
25.22%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

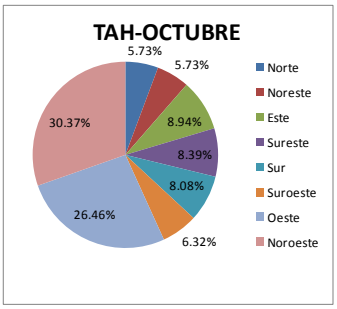

HAN-OCTUBRE
26.34%
26.78%
11.96%
5.37%
4.92%
5.09%
6.33%
13.21%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

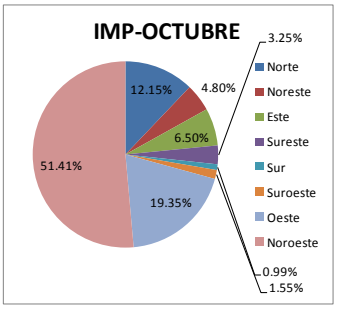

VIF-OCTUBRE
22.26%
19.62%
7.83%
5.33%
3.69%
7.07%
12.98%
21.22%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

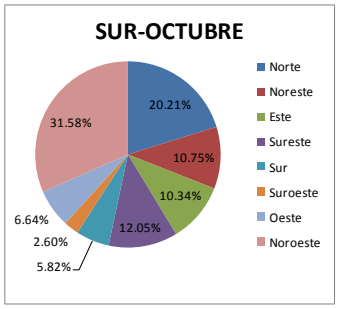

CUA-OCTUBRE
23.22%
16.77%
8.25%
6.79%
9.62%
11.51%
9.66%
14.18%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-OCTUBRE
5.40%
10.44%
10.87%
4.27%
1.80%
32.60%
17.04%
17.57%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

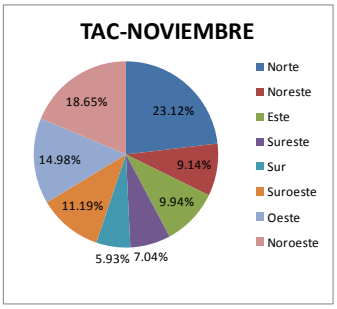

CHA-OCTUBRE
14.98%
13.01%
8.11%
12.85%
14.50%
6.66%
11.09%
18.80%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

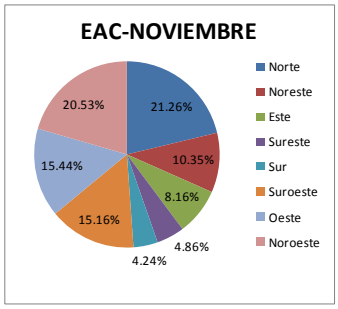

TAH-OCTUBRE
5.73%
5.73%
8.94%
8.39%
8.08%
6.32%
26.46%
30.37%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

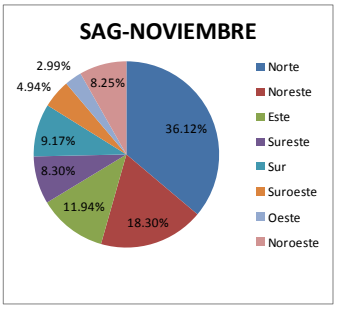

IMP-OCTUBRE
3.25%
12.15%
4.80%
6.50%
51.41%
19.35%
0.99%
1.55%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

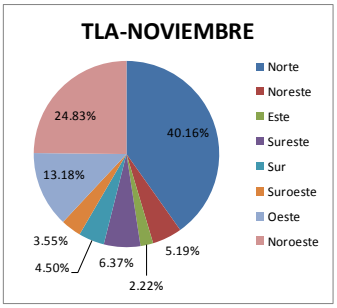

SUR-OCTUBRE
20.21%
10.75%
10.34%
12.05%
5.82%
2.60%
6.64%
31.58%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

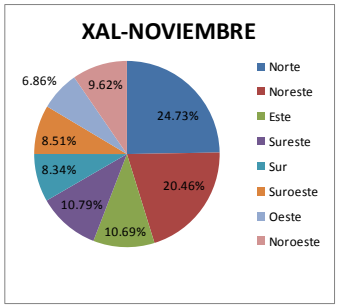
NOVIEMBRE

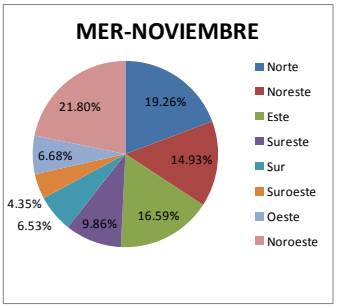

TAC-NOVIEMBRE
23.12%
9.14%
9.94%
7.04%
5.93%
11.19%
14.98%
18.65%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

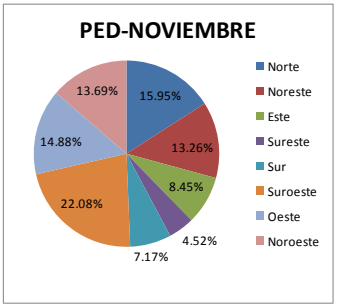

EAC-NOVIEMBRE
21.26%
10.35%
8.16%
4.86%
4.24%
15.16%
15.44%
20.53%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

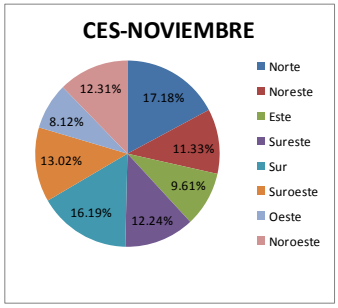

SAG-NOVIEMBRE
36.12%
18.30%
11.94%
8.30%
9.17%
4.94%
2.99%
8.25%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

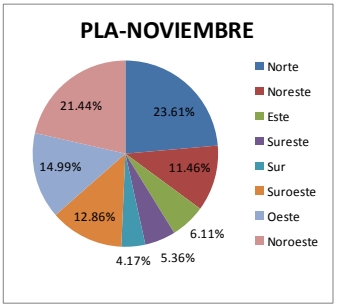

TLA-NOVIEMBRE
40.16%
5.19%
2.22%
6.37%
4.50%
3.55%
13.18%
24.83%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

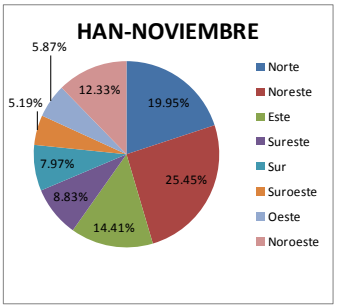

XAL-NOVIEMBRE
24.73%
20.46%
10.69%
10.79%
8.34%
8.51%
6.86%
9.62%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

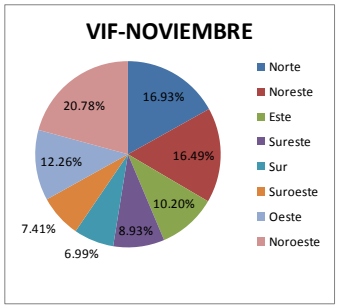

MER-NOVIEMBRE
19.26%
14.93%
16.59%
9.86%
6.53%
4.35%
6.68%
21.80%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

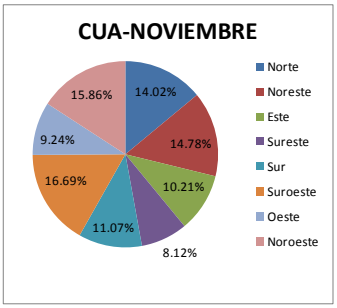

PED-NOVIEMBRE
15.95%
13.26%
8.45%
4.52%
7.17%
22.08%
14.88%
13.69%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

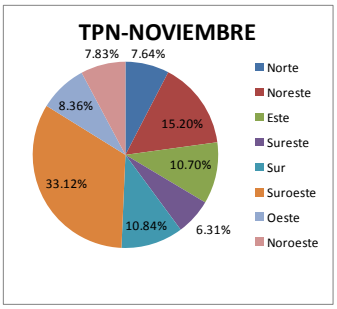

CES-NOVIEMBRE
17.18%
11.33%
9.61%
12.24%
16.19%
13.02%
8.12%
12.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

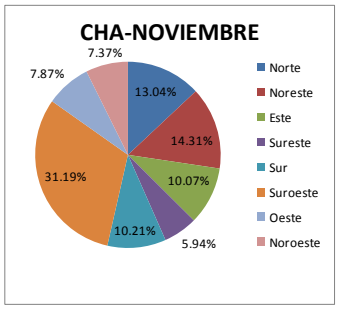

PLA-NOVIEMBRE
23.61%
11.46%
6.11%
5.36%
4.17%
12.86%
14.99%
21.44%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

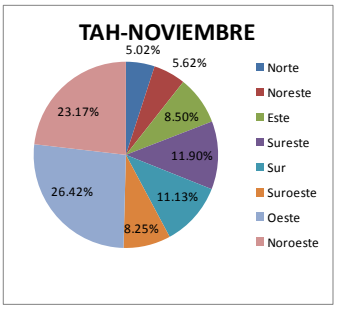

HAN-NOVIEMBRE
19.95%
25.45%
14.41%
8.83%
7.97%
5.19%
5.87%
12.33%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

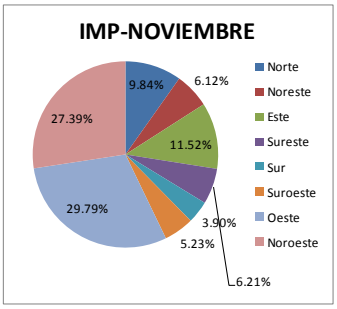

VIF-NOVIEMBRE
16.93%
16.49%
10.20%
8.93%
6.99%
7.41%
12.26%
20.78%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

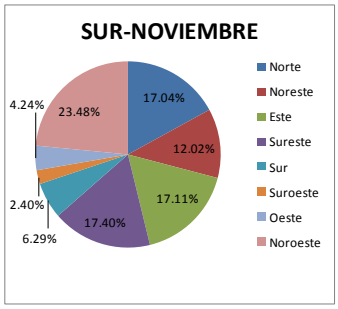

CUA-NOVIEMBRE
14.02%
14.78%
10.21%
8.12%
11.07%
16.69%
9.24%
15.86%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste


TPN-NOVIEMBRE
7.83%
7.64%
15.20%
10.70%
6.31%
10.84%
33.12%
8.36%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

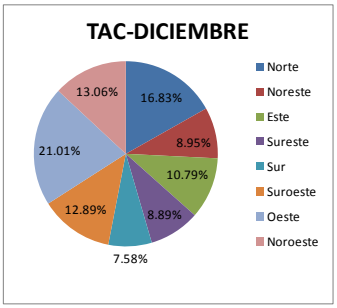

CHA-NOVIEMBRE
7.37%
7.87%
13.04%
14.31%
10.07%
5.94%
10.21%
31.19%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

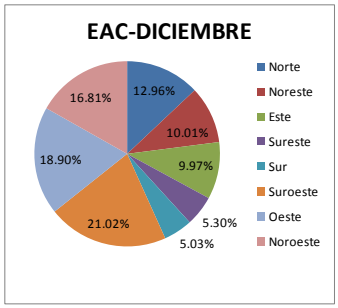

TAH-NOVIEMBRE
5.02%
5.62%
8.50%
11.90%
11.13%
8.25%
26.42%
23.17%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

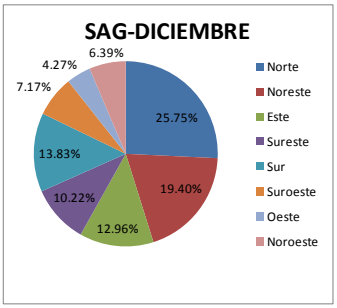

IMP-NOVIEMBRE
9.84%
6.12%
11.52%
3.90%
6.21%
5.23%
29.79%
27.39%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

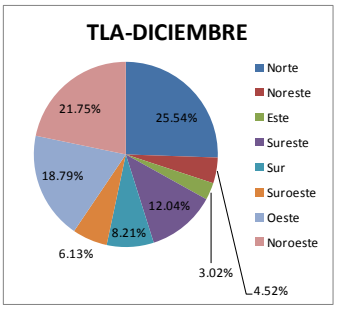

SUR-NOVIEMBRE
17.04%
12.02%
17.11%
17.40%
6.29%
2.40%
4.24%
23.48%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

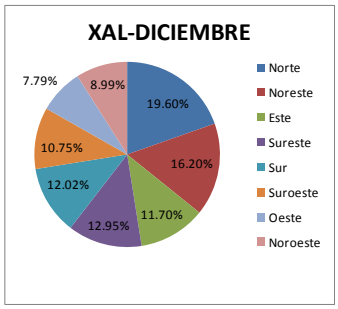
DICIEMBRE

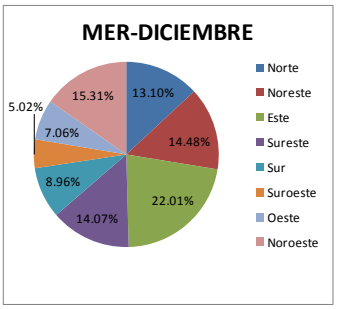

TAC-DICIEMBRE
16.83%
8.95%
10.79%
8.89%
7.58%
12.89%
21.01%
13.06%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

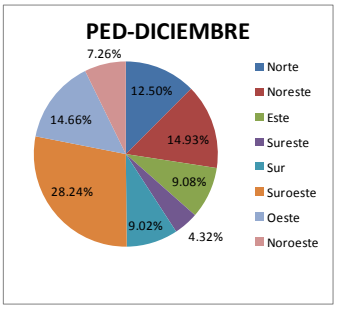

EAC-DICIEMBRE
12.96%
10.01%
9.97%
5.30%
5.03%
21.02%
18.90%
16.81%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

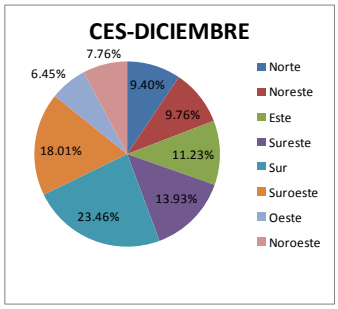

SAG-DICIEMBRE
25.75%
19.40%
12.96%
10.22%
13.83%
7.17%
4.27%
6.39%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

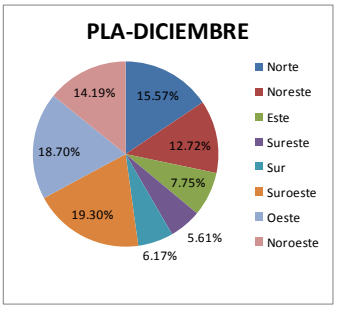

TLA-DICIEMBRE
25.54%
12.04%
8.21%
6.13%
18.79%
21.75%
3.02%
4.52%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

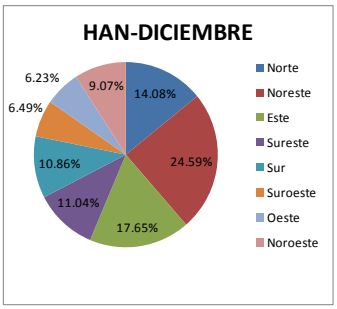

XAL-DICIEMBRE
19.60%
16.20%
11.70%
12.95%
12.02%
10.75%
7.79%
8.99%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

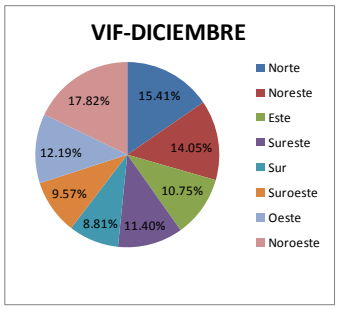

MER-DICIEMBRE
13.10%
14.48%
22.01%
14.07%
8.96%
7.06%
5.02%
15.31%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

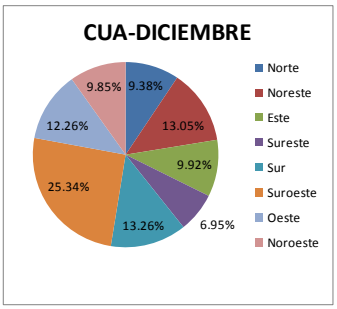

PED-DICIEMBRE
12.50%
14.93%
9.08%
4.32%
9.02%
28.24%
14.66%
7.26%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

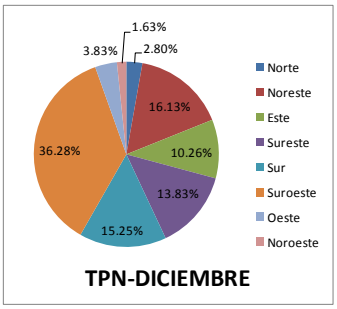

CES-DICIEMBRE
9.40%
9.76%
11.23%
13.93%
23.46%
18.01%
6.45%
7.76%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

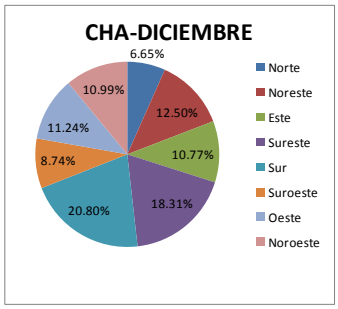

PLA-DICIEMBRE
15.57%
12.72%
7.75%
5.61%
6.17%
19.30%
18.70%
14.19%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

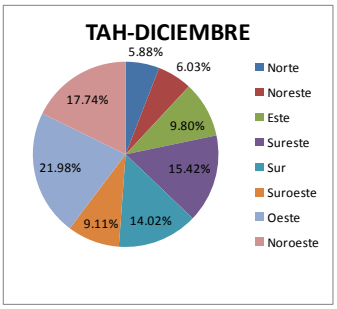

HAN-DICIEMBRE
14.08%
24.59%
17.65%
11.04%
10.86%
6.49%
6.23%
9.07%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

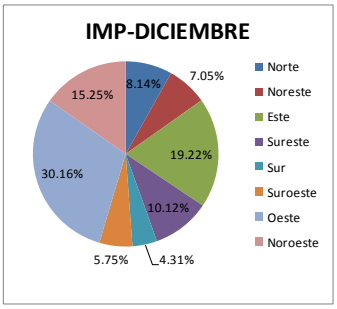

VIF-DICIEMBRE
15.41%
14.05%
10.75%
11.40%
8.81%
9.57%
12.19%
17.82%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste

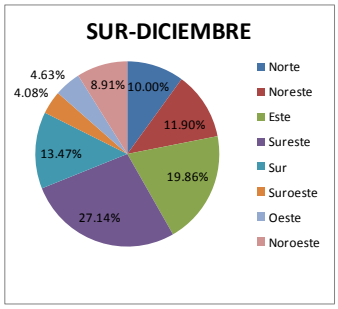

CUA-DICIEMBRE
9.38%
13.05%
9.92%
6.95%
13.26%
25.34%
12.26%
9.85%
Norte
Noreste
Este
Sureste
Sur
Suroeste
Oeste
Noroeste











Una vez calculados los patrones de dirección para cada estación y con ayuda de los polígonos de Thiessen para determinar las áreas de influencia de cada estación dentro de los límites de la delegación Álvaro Obregón, se generaron las diversas zonas con el viento dominante para los meses de febrero, marzo, abril y mayo; meses en que se presentan las mayores velocidades promedio de viento para el territorio delegacional.

Aunado a las áreas también se generaron las isolíneas de dirección para su representación como flechas hacia dónde se dirige el viento. Los resultados se presentan en las siguientes imágenes.

Figura 5.2.2.4 Dirección de viento en el mes de febrero.

Figura 5.2.2.5 Dirección de viento en el mes de marzo.

Figura 5.2.2.6 Dirección de viento en el mes de abril.

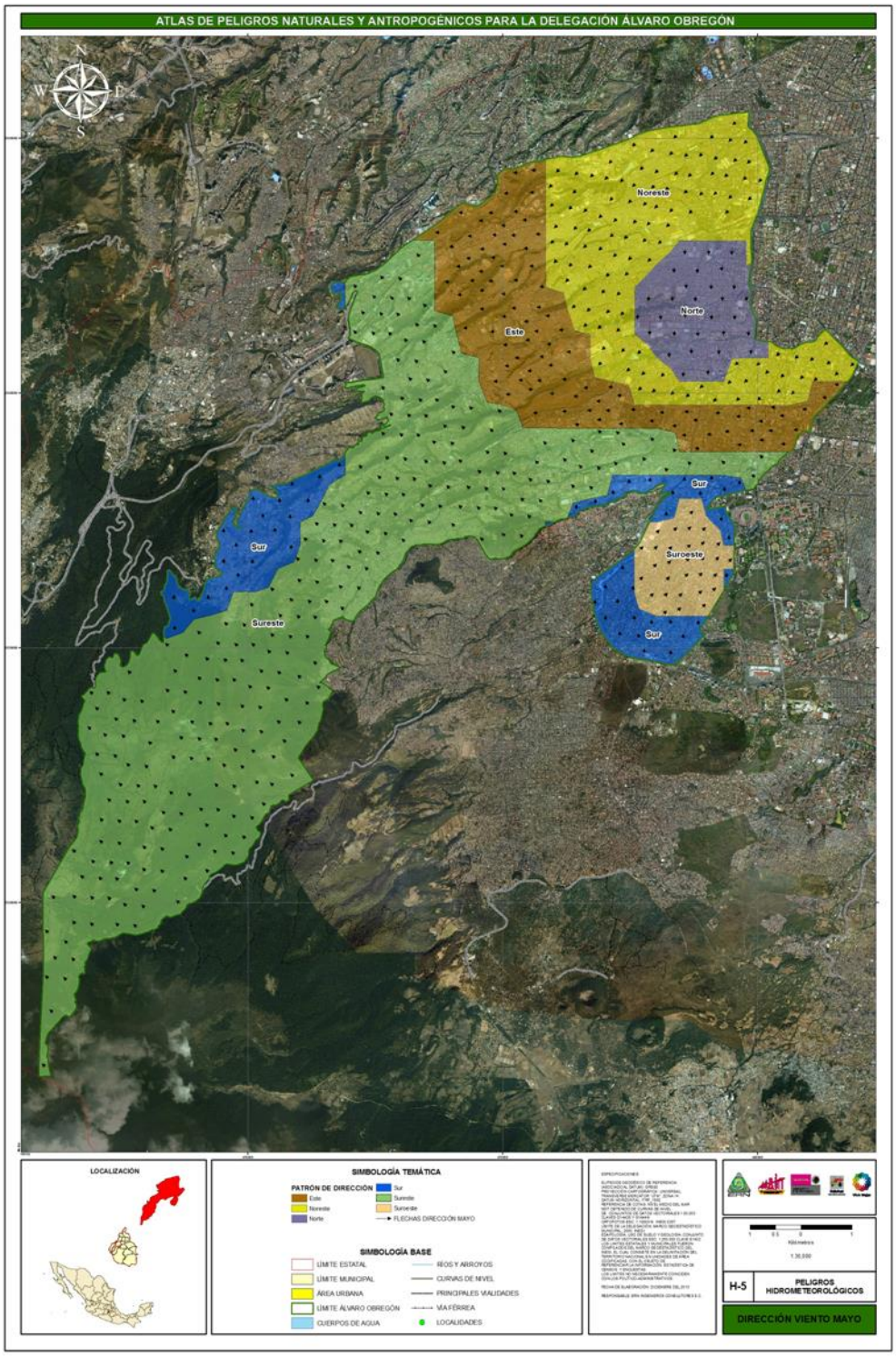


Figura 5.2.2.7 Dirección de viento en el mes de mayo.

5.2.2.2.2 Cálculo de Isotacas

Se entiende por "isotaca" aquella línea que une puntos encima de un mapa que comparten los mismos valores de velocidad de viento, sin determinar su dirección.

Para determinar el peligro por viento en el Atlas de la Delegación Álvaro Obregón, se generaron las isotacas a partir de los datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México "SIMAT" y específicamente de la base de datos "REDMET" que está integrada por 17 estaciones que registran velocidad del viento.

El análisis consistió en integrar un análisis estadístico del grueso de los datos y con esto determinar los datos máximos mensuales históricos, promedios máximos mensuales históricos y promedios mensuales históricos.

Con base en el análisis se determinó que los vientos máximos promedios históricos nos brindan una distribución de eventos máximos representativa de la zona de estudio, sin subestimar los posibles efectos del viento, ni sobrestimando valores para los escenarios que de manera promedio pueden presentarse en la zona de estudio.

A continuación se muestra la gráfica de valores máximos mensuales promedio históricos, la cual contiene los resultados del análisis para cada estación empleada.

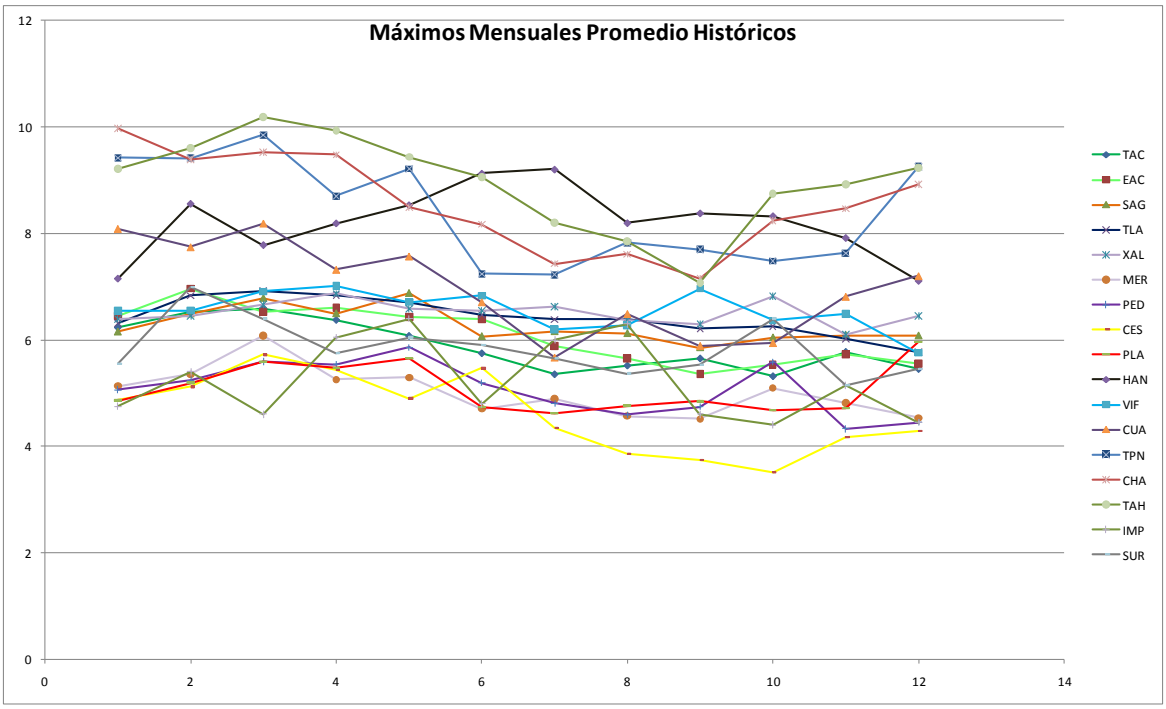


Figura 5.2.2.8 Velocidades Máximas Promedio.

Después del análisis y determinado un valor de velocidad mensual para cada estación, se generan las isotacas que se presentan en la siguiente figura:

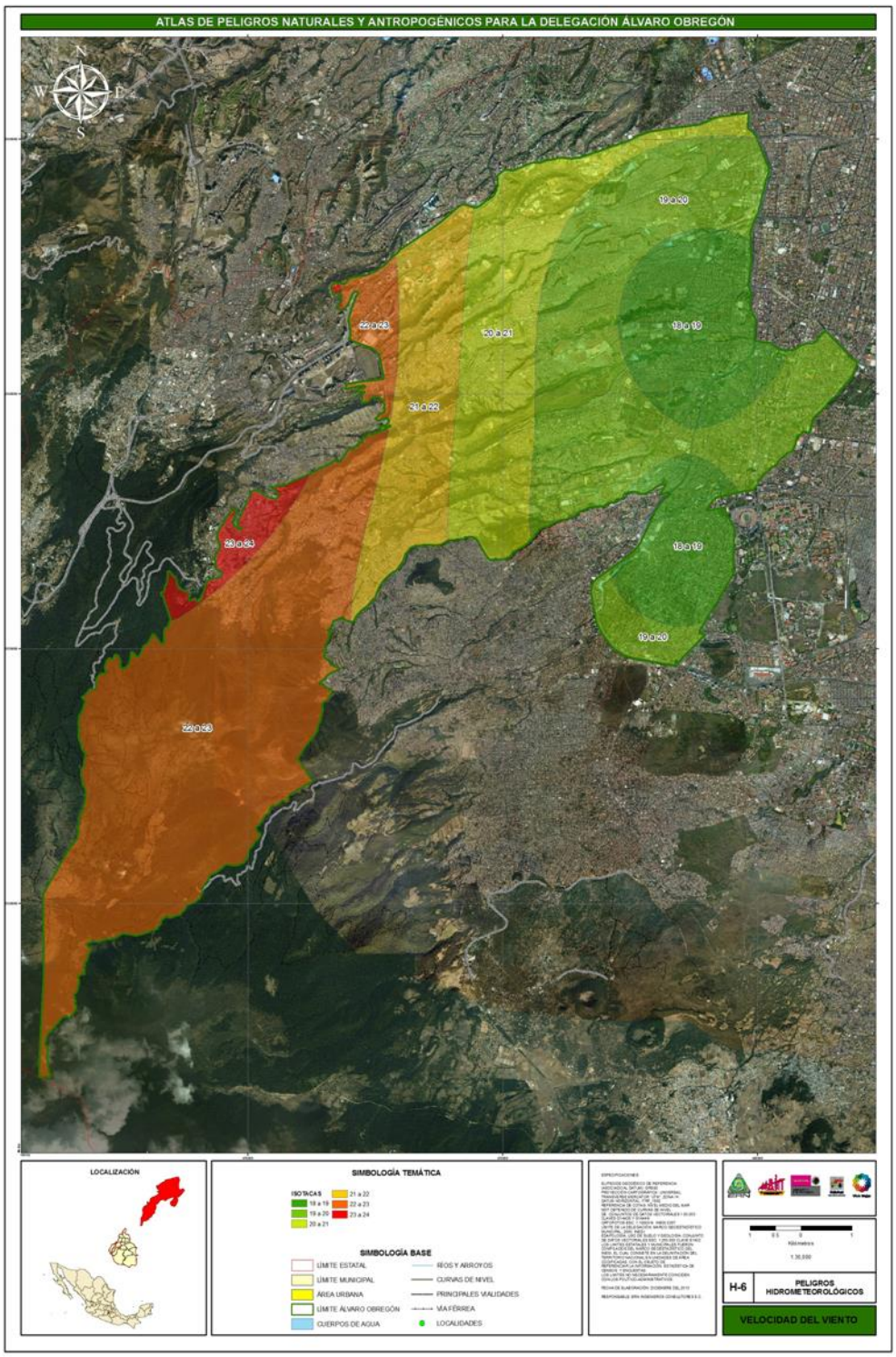


Figura 5.2.2.9 Isotacas de velocidad de viento para el territorio de la Delegación Álvaro Obregón.

5 Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen natural

5.3 Peligros Hidrometeorológicos

5.3.3 Tormentas Eléctricas

5.3.3.1 Introducción

La ocurrencia de tormentas eléctricas en nuestro país, así como la caída de rayos, sobre todo cerca de áreas urbanas, puede significar una amenaza para las personas y sus bienes.

La Tierra es afectada por aproximadamente 100 rayos cada segundo y hay alrededor de 2,000 tormentas eléctricas simultáneamente y 40,000 tormentas eléctricas diariamente.

Estas tormentas eléctricas se originan en un tipo de nube llamada cumulonimbus o nube de tormenta, de gran extensión vertical que puede superar los 10 Km de altura y que en su interior se producen fuertes corrientes ascendentes y descendentes de aire, turbulencias y zonas con temperaturas muy frías, cristales de hielo y granizos. Este movimiento interno genera partículas cargadas eléctricamente, cuando es muy grande la diferencia de potencial eléctrico entre la parte superior e inferior de la nube, entre una nube y otra o con la superficie terrestre se produce una descarga eléctrica.

La descarga eléctrica que llega a la tierra recibe el nombre de rayo, mientras que la descarga que va de una nube a otra se llama relámpago, aunque normalmente los dos son usados como sinónimo del mismo fenómeno. El calor producido por la descarga eléctrica es de unos 28,000 °C, esto calienta el aire y lo expande bruscamente dando lugar a ondas de presión que se propagan como ondas sonoras, convirtiéndose en un trueno.

El rayo puede desplazarse hasta 13 km, generando una temperatura tres veces superior a la superficie del sol, conduciendo 100 millones de voltios y 20,000 amperes de electricidad. La velocidad de un rayo puede llegar a los 140,000 km/seg, de tal forma que se percibe la luz y luego el sonido. Los rayos pueden tornarse peligrosos y letales para el ser humano, no obstante liberan parte del nitrógeno de la atmósfera que al combinarse con la lluvia produce ácido nítrico que fertiliza suelos.

Figura 5.2.3.1 Tormenta Eléctrica

5.3.3.1.1 Proceso de formación de las tormentas eléctricas

La formación de la tormenta se desarrolla según el siguiente proceso:

- El calentamiento de la tierra origina una corriente de aire ascendente, este aire se enfría progresivamente hasta condensarse con la consiguiente formación de pequeños “Cumulus”. A diferencia de las situaciones de buen tiempo, la corriente ascendente no se para y la nube crece rápidamente en sentido vertical.

- El “Cumulus” continúa creciendo en sentido vertical y está a punto de convertirse en una nube de tormenta. Cuando alcanza la isoterma, las cargas eléctricas que se han ido generando comienzan a ordenarse dentro de la nube. La parte superior será positiva y la inferior negativa. Además se comienzan a formar dentro de la nube grandes gotas o partículas de granizo. La fuerte corriente ascendente los mantiene en suspensión.

- El “Cumulus” se ha transformado ya en un “Cumulunimbus” que puede llegar a tener hasta 10 Km de altura. En su parte superior la temperatura puede ser muy baja (-20ºC o -30ºC). Esto favorece una intensa sobresaturación del aire que origina una gran cantidad de gotas de lluvia o de granizo, algunas de las cuales caerán en forma de precipitación.

- La nube de tormenta se desgasta al desaparecer la corriente ascendente que la alimentaba. La tierra ya se ha enfriado y fuertes corrientes descendentes de viento provocan chubascos de gran intensidad que acaban por deshacer la nube. La tormenta ha acabado y algunas capas de “Cirrus” o “Cirroestratus” serán los únicos restos de este extraordinario fenómeno de la naturaleza.

Las tormentas formadas por convección o por un frente frío suelen tener una duración corta ya que, cuando la tierra se enfría la tormenta se acaba.
Las depresiones también pueden formar tormentas cuya duración suele ser más larga dado que se acostumbran a formar numerosos “Cumulunimbus”.

En las zonas del litoral también se producen formaciones de tormentas que pueden llegar a ser muy virulentas ya que las corrientes ascendentes tardan mucho en pararse porque el agua del mar se enfría muy lentamente y eso hace que se formen nubes de tormenta durante varias horas.

5.3.3.1.2 Clasificación de las Tormentas

Existen dos tipos principales de tormentas eléctricas: ordinarias y severas. Las tormentas eléctricas ordinarias son las tormentas comunes de verano que normalmente duran alrededor de una hora. La precipitación asociada con estas tormentas incluye lluvia y a veces granizo menor. Con tormentas eléctricas ordinarias, las nubes cumulonimbus pueden crecer hasta 12 km de alto.

Las tormentas eléctricas severas son muy peligrosas, capaces de producir granizo del tamaño de pelotas de béisbol, fuertes vientos, intensa lluvia, inundaciones súbitas y tornados. Las tormentas eléctricas severas pueden durar varias horas y crecer hasta 18 km de altura. Varios fenómenos están asociados con estas tormentas severas, incluyendo mangas de viento, micro remolinos, tormentas de superceldas y las líneas de turbonada.

Figura 5.2.3.2 Tormenta Eléctrica Severa y Ordinaria.

5.3.3.1.3 El Rayo

El rayo es uno de los espectáculos más extraordinarios y peligrosos de la atmósfera. Es impronosticable y tiene una vida de pocos segundos. Siempre se presenta brillante, resplandeciente, pero casi nunca sigue una línea recta, sino que describe un camino tortuoso para llegar al suelo, como si se trataran de las raíces de un extraño árbol. Pero otras veces se presenta como una lámina de fuego y, en raras ocasiones, como una esfera intensamente iluminada que queda suspendida en el aire.

En realidad, el rayo es una enorme chispa o corriente eléctrica que circula entre dos nubes o entre una nube y la tierra. Es un efecto parecido al que observamos, en pequeña escala, cuando desenchufamos un artefacto eléctrico en funcionamiento. La diferencia más importante es que esa pequeña chispa sólo salta a través de una fracción de milímetro y que el rayo natural puede cruzar kilómetros de distancia. El rayo se origina en los cumulonimbus o nubes de tormenta.

Figura 5.2.3.3 Rayo impactando un árbol.

5.3.3.1.4 Cómo se produce el rayo

En general, no hay mucho acuerdo entre los científicos acerca de las causas que dan lugar a los rayos. Pero de todos modos, es un hecho innegable que el rayo representa una descarga o arco entre dos centros de distinta carga eléctrica. Cuando el gradiente de potencial eléctrico entre dos regiones de una nube, o entre una nube y el suelo, excede el valor crítico de unos 10,000 voltios por centímetro (la corriente doméstica moderna posee un voltaje de 220 voltios), se produce una chispa eléctrica de descarga.

Para la comprensión de la electricidad de las tormentas es necesario tener un conocimiento completo del proceso o procesos por los cuales pueden generarse las grandes magnitudes de carga eléctrica que originan los rayos. Existen varias teorías para explicar ese singular fenómeno, pero ninguna ha sido aceptada universalmente.

En principio, se sabe que las partes superiores de las nubes de tormenta poseen carga positiva, mientras que en las partes centrales predominan las negativas. Algunas veces, un pequeño centro cargado positivamente aparece en la lluvia, en la parte inferior de la nube. La región de máxima intensidad de campo eléctrico se halla entre las dos zonas principales de distinta polaridad.

Las teorías que intentan explicar la electrificación de las tormentas pueden dividirse en dos grupos, según que para su tesis requieran la presencia de cristalitos de hielo y precipitación o no. La mayor parte de los meteorólogos opinan que la primera clase de hipótesis es la correcta, puesto que las descargas no se observan, en general, hasta que las nubes no alcanzan un desarrollo bastante notable, con hielo en las capas superiores.

En experimentos de laboratorio se ha demostrado claramente el papel que desempeñan las partículas de hielo en la electrificación de las nubes. Se ha comprobado que cuando se congelan soluciones diluidas de agua, se originan grandes diferencias de potencial eléctrico entre el agua y el hielo. Mientras el hielo adquiere carga eléctrica negativa el agua retiene carga positiva.

Se cree que la formación de los centros de carga en las nubes de tormenta tiene lugar cuando el granizo recoge más agua líquida de la que puede ser congelada al instante. Una vez que se inicia la solidificación, parte del agua que no pasa inmediatamente al estado sólido es arrastrada por la corriente vertical de aire. Las pequeñas gotitas de agua,

llevadas hacia arriba, constituyen la porción de carga positiva que corona la nube, mientras que las partículas de hielo más grandes caen hacia alturas menores.

También se ha demostrado que la ruptura de una gota de agua en una fuerte corriente vertical de aire produce una separación de cargas eléctricas. En este proceso las grandes partículas de agua conservan el signo positivo, mientras que el aire adquiere signo negativo. Esta separación conduce a una polaridad opuesta a la que está asociada con los principales centros de carga de las tormentas, pero explica perfectamente el pequeño núcleo positivo cercano a la base de la nube.

Otros físicos sostienen la idea de que la precipitación y en particular los cristales de hielo, no son necesarios para la formación de los grandes centros de carga en las tormentas. Aunque sus teorías difieren en principio, ninguna de ellas requiere la presencia de partículas de hielo. Todas están basadas en la captura de iones, diminutas cargas eléctricas en el aire, por parte de las gotitas de nube.

Las variaciones de estas teorías, llamadas de "*captura de iones",* son muchas y existen evidencias de laboratorio que confirman la efectividad de algunas de ellas. Uno de los más fuertes argumentos de sus defensores es que dicen haber observado relámpagos en pequeñas nubes convectivas en las que no existía hielo. Si esas observaciones pueden ser corroboradas, es evidente que las partículas de hielo no son necesarias y que las teorías de captura de iones se harán más sostenibles.

5.3.3.1.5 Formas y clases de rayos

Como ya hemos dicho, el rayo no se presenta casi nunca como una línea recta que une dos nubes o una nube y tierra. Describe un camino sinuoso, buscando siempre el de menor resistencia para llegar a tierra. Partes de la atmósfera conducen mejor porque poseen mayor cantidad de gotitas de agua, las cuales pueden estar cargadas de electricidad, es decir, ionizadas. En este tipo de aire es muy buen conductor eléctrico y constituye el camino de menor resistencia para el rayo. La chispa se forma en una serie de pasos consecutivos. Después de algunos de estos pasos puede subdividirse, tomando así el aspecto ramificado que le conocemos.

Normalmente, la electricidad no viaja a través del aire, el cual, muchas veces, es utilizado como aislante, para interrumpir el flujo de electricidad. Se requiere una gran presión eléctrica o voltaje para superar la resistencia eléctrica de un volumen de aire y enviar una chispa a través. Ya se ha señalado que para cruzar un centímetro se requieren más de 10,000 voltios, pero para atravesar una distancia de kilómetros, entre una nube y tierra, por ejemplo, el voltaje ha de ser de millones de voltios.
Cuando el potencial eléctrico entre nube y tierra alcanza el valor disruptivo, se produce una repentina descarga descendente de electricidad. Primero avanza unos 50 metros a una velocidad aproximada de un sexto de la luz. Después de este primer paso hacia abajo, hay una pausa de aproximadamente 100 microsegundos y entonces se produce una segunda descarga. En una serie de pasos, el borde delantero de la región luminosa avanza hacia el suelo. Esta primera fase del rayo se denomina *"guía escalonada".* Puede seguirse con tipos especiales de cámaras fotográficas y se ha comprobado que no transporta cantidades muy grandes de carga eléctrica. En consecuencia, no es muy brillante.

Así que la *"guía escalonada"* llega a unos 15 ó 25 metros del suelo, hay una súbita irrupción de una enorme cantidad de energía que parece moverse hacia arriba, siguiendo el trazo de la guía. Se denomina *"descarga principal".* En menos de 10 microsegundos, la corriente eléctrica puede alcanzar una intensidad máxima de 200,000 amperes. El resultado es un brillante relámpago que, en ciertas circunstancias, puede verse a más de 150 km de distancia.

En algunos casos puede haber muchas descargas principales que ascienden por el mismo camino. En lugar de la guía escalonada que precedió a la primera descarga principal, cada una de las descargas principales que la siguen es precedida de una descarga guía secundaria o guías saeta. Se ha descubierto que algunos rayos excepcionales comprenden hasta más de treinta descargas principales individuales, separadas sólo por unas pocas centésimas de segundo.

El ojo humano responde lentamente a acontecimientos tan rápidos, por consiguiente es imposible ver la secuencia constituida por la guía escalonada y la descarga principal, guía secundaria, descarga principal y así sucesivamente. Cuando veamos un relámpago o rayo, el destello luminoso es casi enteramente el resultado de la descarga o descargas principales.

Algunas veces, las zonas inferiores de la nube de tormenta están ionizadas positivamente y la descarga se produce desde tierra. En este caso, las ramificaciones apuntan hacia la nube.

Las tormentas eléctricas se producen con mayor frecuencia en las regiones ecuatoriales, donde las corrientes ascendentes son más numerosas y la humedad es mayor. Los rayos también pueden originarse durante tormentas de nieve y aquellas cargas eléctricas son separadas por la fricción entre los cristales de hielo; o en las regiones desérticas, por la fricción entre las partículas de polvo y arenas.

5.3.3.1.6 El Pararrayos

Las nubes de tormenta llegan a cargarse, algunas veces, positivamente en su base. Sin embargo, generalmente son las cargas negativas las que se acumulan en esa zona de la nube. Esa carga negativa de la nube significa que se halla a una tensión negativa (presión eléctrica) con relación a la Tierra, que tiene carga positiva. La presión eléctrica tiende a impulsar las cargas hacia tierra, pero el aire que se interpone normalmente es un mal conductor de la electricidad. De ahí las grandes tensiones necesarias que hemos señalado para que pase una chispa o descarga entre una nube y el suelo.

El paso de la chispa eléctrica es facilitado por la circunstancia de que la tierra que se halla debajo de la nube llega a cargarse con cargas contrarias durante una tormenta. Así, lo hace positivamente si la nube lo está negativamente. Este proceso se denomina "inducción electrostática".

Las cargas eléctricas negativas se repelen entre sí, de manera que la nube rechaza las de este signo (electrones) existentes en la superficie del suelo, en la zona ubicada debajo de ella misma. El movimiento de electrones puede ser muy escaso, porque la Tierra se compone, en su mayor parte, de material aislante, pero siempre queda una carga positiva inducida sobre el suelo situado bajo la nube de tormenta, de la misma magnitud que la negativa de la nube. Como ambas se atraen, a medida que esta última avanza, descendiendo, también lo hace la zona de carga positiva del suelo, ascendiendo.

El pararrayos corriente es una varilla puntiaguda de metal buen conductor, instalada en la parte más elevada de un edificio y unida por un grueso cable de cobre a una plancha del mismo metal introducida profundamente en la tierra. Los electrones pueden trasladarse fácilmente por el pararrayos, ir desde la carga negativa de la nube que está encima y dejar cargas positivas en la punta del pararrayos, las cuales adquieren tal fuerza y cohesión que ionizan el aire que las rodea. A diferencia de las cargas de la punta, las del aire ionizado pueden ascender hacia la nube, rechazadas por las cargas positivas que quedan detrás del pararrayos y atraídas por las negativas de la nube. Por lo tanto, si el rayo se produce entonces, recorrerá el camino más corto y fácil, que es el que conduce al pararrayos y como éste está conectado al suelo, el rayo, al tocar la punta metálica, se descarga a tierra sin causar daños.

Esas moléculas cargadas que ascienden hacia la nube forman un "viento eléctrico" que si alcanza la nube neutraliza su carga negativa e impide que descienda la chispa eléctrica. Por eso la principal ventaja del pararrayos consiste en evitar la producción de la tan temida descarga eléctrica, por lo que su utilidad es doble.

Figura 5.2.3.4 Pararrayos

5.3.3.2 Determinación del peligro por tormentas eléctricas

Se estudiaron un total de 22 estaciones base con un periodo de datos del 1969-2000 con registro de tormentas eléctricas de la base datos climatológicos nacional a través de su extractor de base de datos ERIC III editado por el IMTA. De estas series de datos se obtuvieron el número de días con tormenta eléctrica al año para cada estación.

Tabla 5.2.3.1 Estaciones Base

Estación	Nombre

15242	SAN PEDRO ATLAPULCO,
15231	PSA.ITURBIDE,OTZOLOTEPEC
15222	COAXAPA, JALATLACO
15145	CAMTO. PLAN LAGO DE TEX.
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.
15094	SAN LUIS AMECA,
15059	MOLINO BLANCO, NAUCALPAN
15045	LA MARQUESA, LERMA
15014	CHAPULHUAC, OTZOLOTEPEC
9070	COYOACAN I.N.I.F.,COYOC.
9068	PUENTE LA LLAVE
9045	SANTA ANA (MILPA ALTA)
9043	COL. SAN JUAN DE ARAGON
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)
9032	MILPA ALTA, MILPA ALTA
9029	KM. 6+250 GRAN CANAL
9026	MORELOS 77 (IXTAPALAPA)
9025	HDA.LA PATERA G.A.MADERO
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL
9014	COL. SANTA URSULA COAPA
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA

Dadas las series de datos para cada estación base se ajustó una función de distribución de probabilidad mediante el programa AX, para luego extrapolar los valores a los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años.

Ya con los valores probables de tormenta eléctrica para cada Tr se construyeron mallas raster usando el método de “Inverse Distance Weighted” con ayuda de un Sistema de Información Geográfica. Una vez generadas las mallas se transformaron a formato shp.

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes figuras:

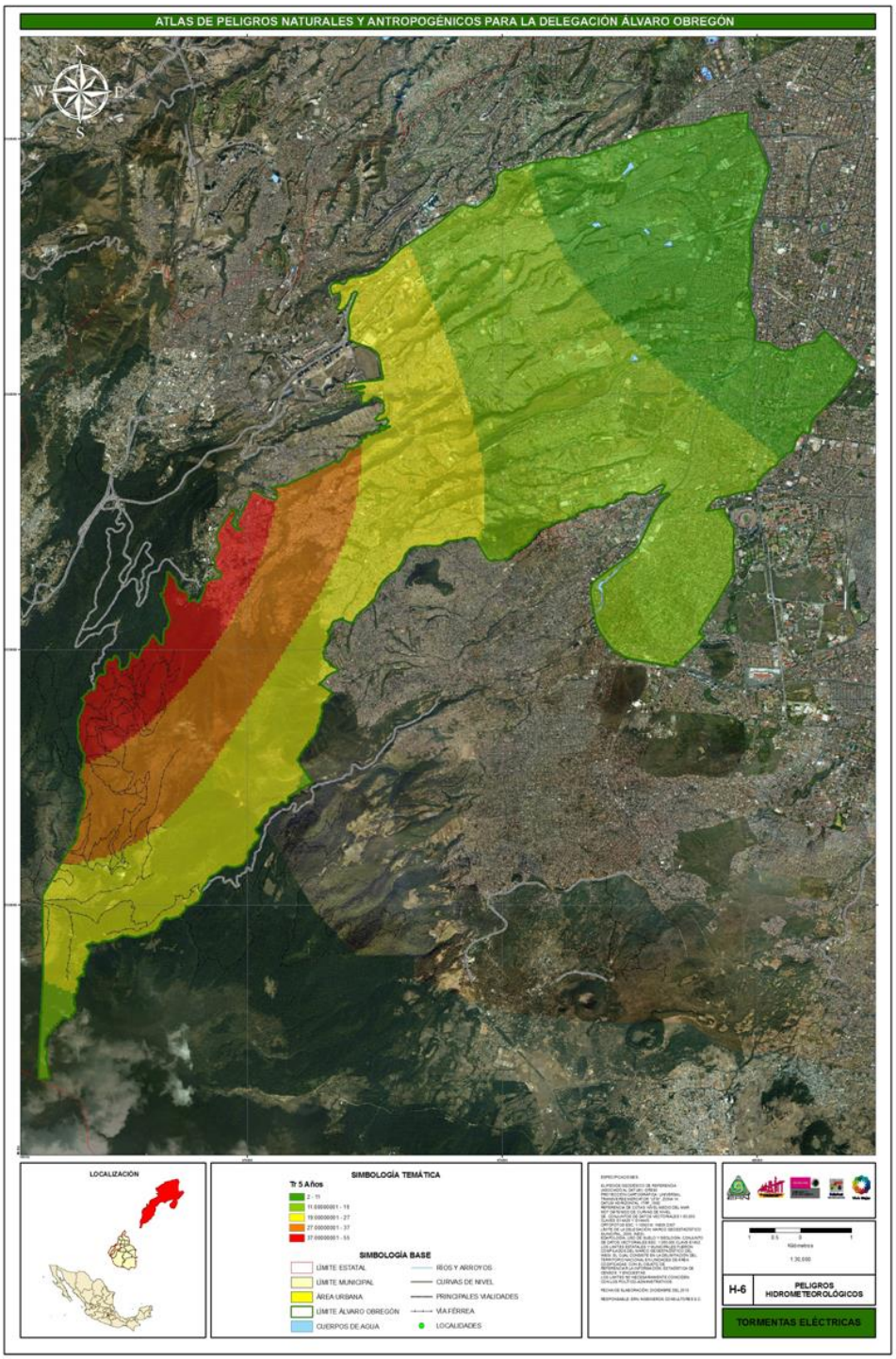


Figura 5.2.3.5 Tormentas Eléctricas, Tr 5 Años.

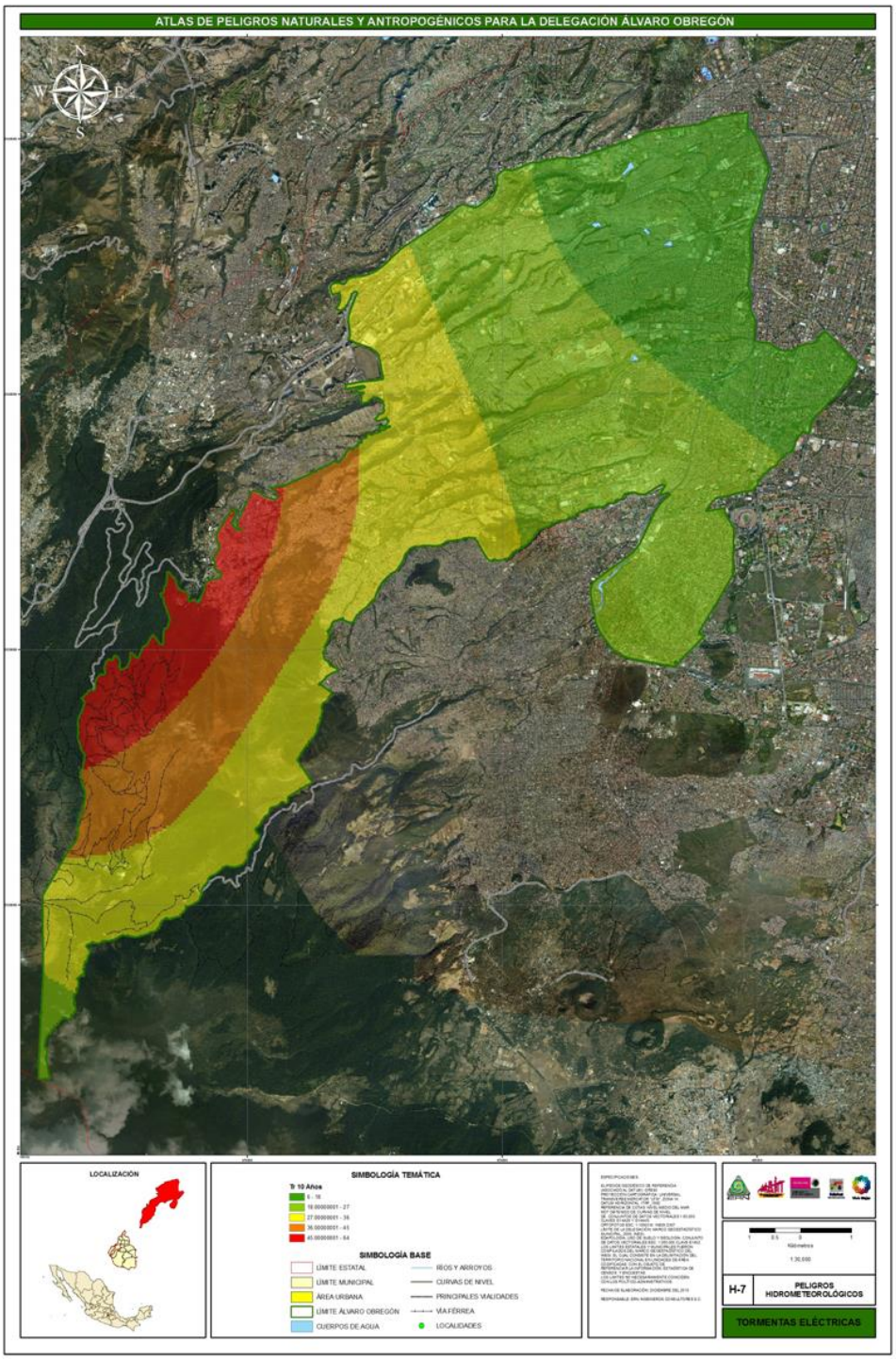


Figura 5.2.3.6 Tormentas Eléctricas, Tr 10 Años.

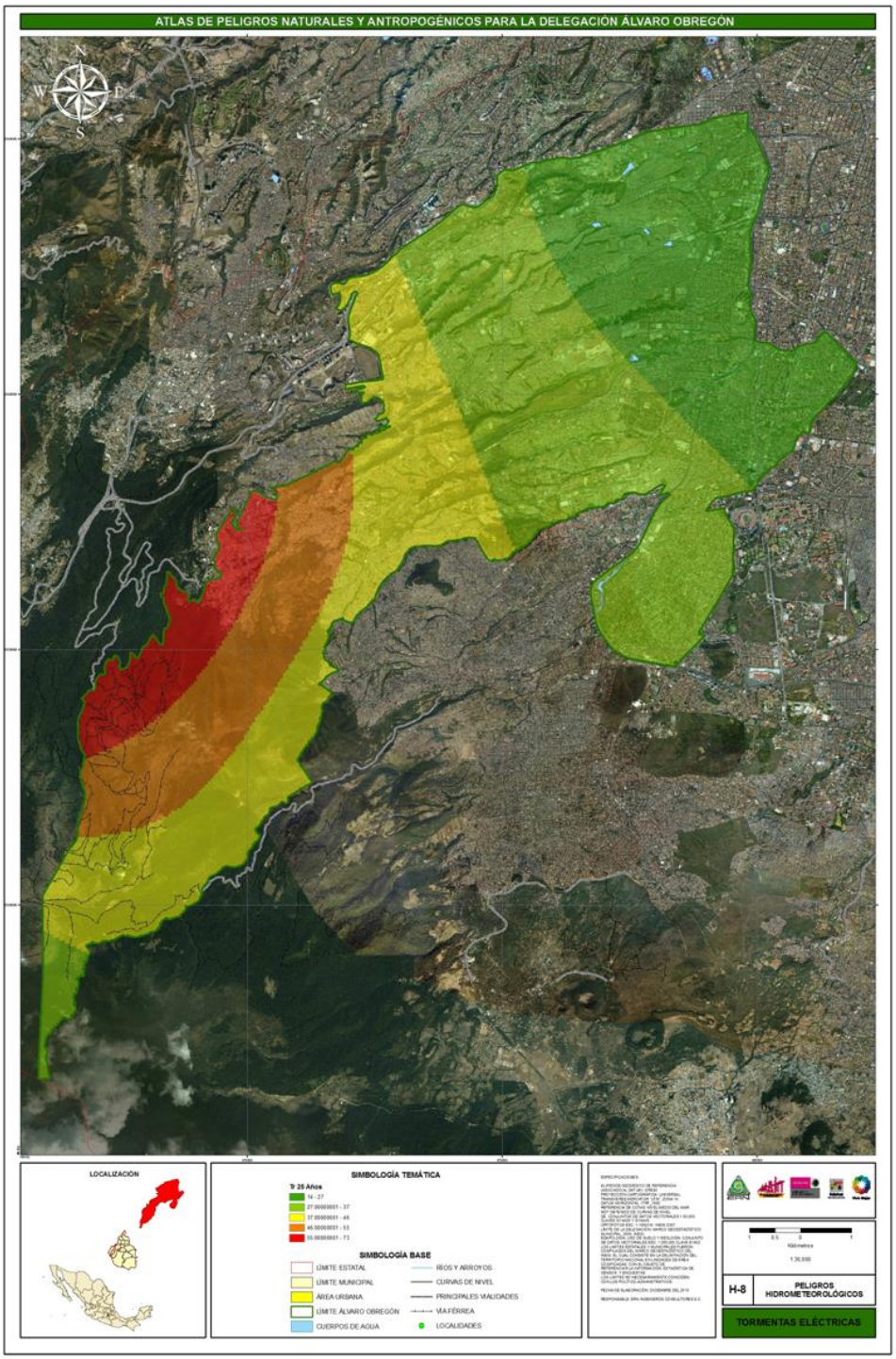


Figura 5.2.3.7 Tormentas Eléctricas, Tr 25 Años.

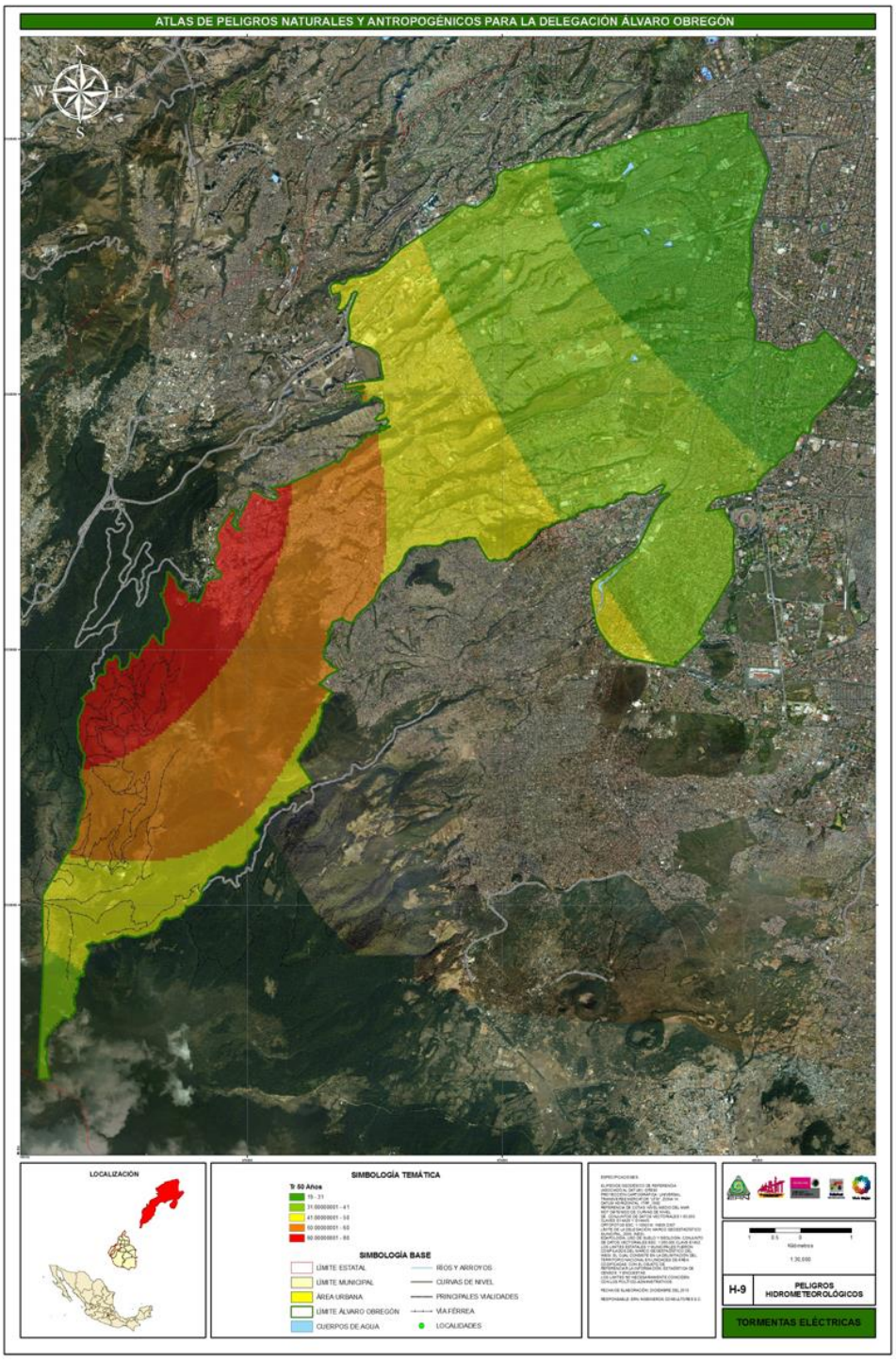


Figura 5.2.3.8 Tormentas Eléctricas. Tr 50 Años.

Al observar la distribución de valores dentro de los límites de la delegación, se definen las áreas de alto, medio y bajo peligro por tormentas eléctricas, partiendo de un mismo intervalo de valores equitativo de frecuencias anuales, los resultados se presentan a continuación:

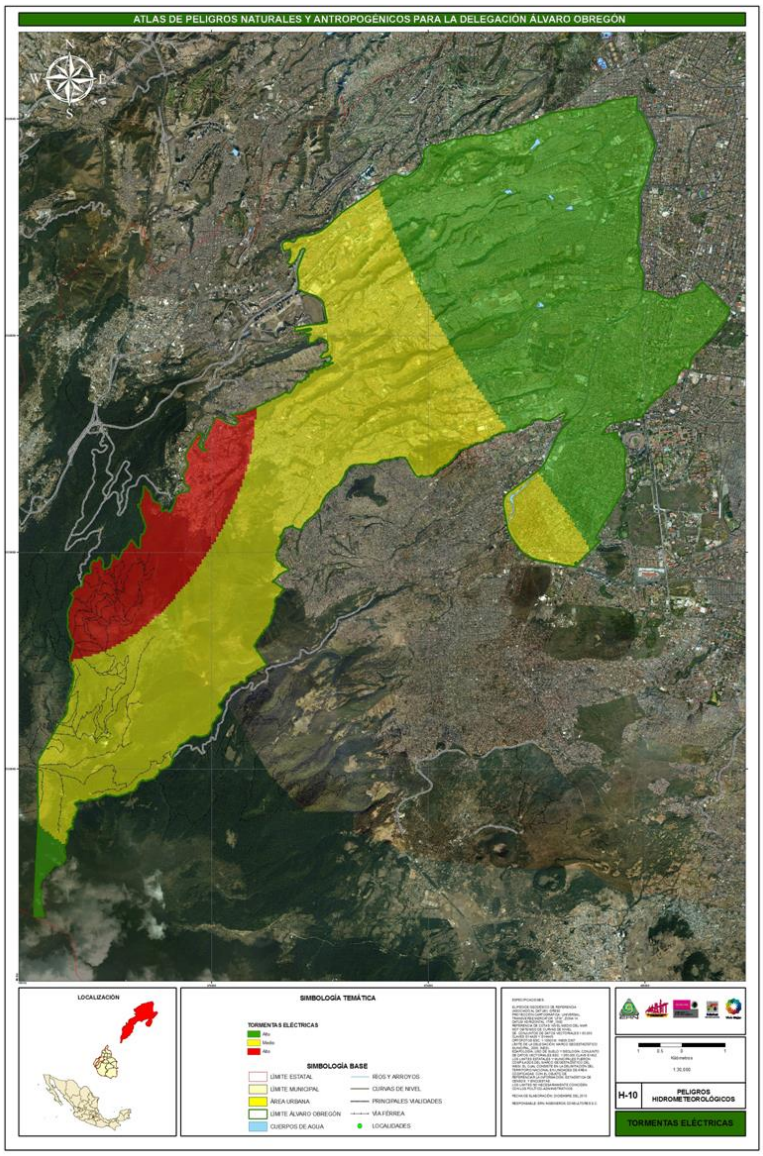


Figura 5.2.3.9 Nivel de Peligro por Tormentas Eléctricas.

6 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

6.2 Peligros Hidrometeorológicos

6.2.4 Temperaturas Máximas Extremas

6.2.4.1 Introducción

La ocurrencia de temperaturas máximas extremas constituye un peligro para la salud de la población (golpes de calor) así como también para las zonas forestales o de cultivo al provocar incendios además de que implica un mayor consumo de energía, etc.
Las temperaturas Máximas Extremas en una zona tan densamente poblada como lo es la Ciudad de México hacen del análisis de este peligro un elemento primordial en la constitución del "Atlas de Peligros Naturales y Antropogénicos para la Delegación Álvaro Obregón".

Se define a la Temperatura máxima como la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual). También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta). En condiciones normales y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde; las máximas mensuales suelen alcanzarse durante julio o agosto en la zona templada del hemisferio norte y en enero o febrero en el hemisferio sur. Las máximas absolutas dependen de muchos factores, sobre todo de la insolación, de la continentalidad, de la mayor o menor humedad, de los vientos entre otros.

En el presente estudio se analiza el peligro por temperaturas máximas extremas partiendo de las temperaturas obtenidas de la base de datos del Servicio Metereorológico Nacional a través de su manejador de base de datos climatológica "ERIC III", para un periodo de datos de 1977-2000. El objetivo de este análisis es reconocer las zonas en la delegación con mayores temperaturas máximas históricas y probables mediante la generación de isotermas y así establecer el peligro por la ocurrencia de temperaturas máximas extremas (Figura 5.2.4.1).

Figura 5.2.4.1 Aspecto de un día caluroso en el Distrito Federal.

6.2.4.2 Efectos en el Humano

6.2.4.2.1 Colapso por calor

Por lo general, los trastornos provocados por el exceso de calor en el organismo humano son frecuentes, pero de escasa gravedad. Suelen ser habituales los casos leves, que se caracterizan por calambres que aparecen en personas que realizan una actividad física prolongada en ambientes calurosos y húmedos. Más importancia tiene el denominado agotamiento o colapso por calor. Se produce un fallo en los mecanismos cardio-circulatorios de adaptación al calor, pero se mantiene una buena respuesta del centro termorregulador hipotalámico. Aparecen síntomas como debilidad, cansancio, dolor de cabeza, mareo, náuseas y vómitos. Esta situación puede progresar hasta la incoordinación muscular y pérdida más o menos completa de la conciencia.

6.2.4.2.2 Golpe de Calor: Fallo Multiorgánico

Si no se pone remedio a tiempo a un colapso por calor, cuando quien lo sufre es vulnerable o el calor es excesivo, se produce el cuadro más grave de la patología por calor: el golpe de calor. Los mecanismos termorreguladores fallan y si no se actúa con rapidez y de forma adecuada se origina un fallo multiorgánico que puede derivar en el fallecimiento del paciente. A diferencia de lo que ocurre en el colapso, en el golpe de calor la temperatura es muy elevada -mayor de 39-40 grados- la piel está seca y caliente, se va perdiendo la conciencia y se entra en coma.

6.2.4.3 Cálculo de Temperaturas Máximas Extremas

Dados los datos de temperatura de nuestras 22 estaciones climatológicas base (Tabla 5.2.4.1) de la delegación o próximos a sus límites, se siguieron los siguientes pasos.

Tabla 5.2.4.1 Estaciones Base

Estación	Nombre
15242	SAN PEDRO ATLAPULCO,
15231	PSA.ITURBIDE,OTZOLOTEPEC
15222	COAXAPA, JALATLACO
15145	CAMTO. PLAN LAGO DE TEX.
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.
15094	SAN LUIS AMECA,
15059	MOLINO BLANCO, NAUCALPAN
15045	LA MARQUESA, LERMA
15014	CHAPULHUAC, OTZOLOTEPEC
9070	COYOACAN I.N.I.F.,COYOC.
9068	PUENTE LA LLAVE
9045	SANTA ANA (MILPA ALTA)
9043	COL. SAN JUAN DE ARAGON
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)
9032	MILPA ALTA, MILPA ALTA
9029	KM. 6+250 GRAN CANAL
9026	MORELOS 77 (IXTAPALAPA)
9025	HDA.LA PATERA G.A.MADERO
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL
9014	COL. SANTA URSULA COAPA
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA

Identificadas las estaciones base, se procesa la información obteniendo las temperaturas máximas anuales y las máximas absolutas de cada estación.

Con los datos máximos anuales localizados para cada estación se le ajusta una función de distribución de probabilidad a la serie de datos de cada estación con el programa AX y de acuerdo con las funciones de este programa (Log-Normal, Normal, Gamma, Gumbel, doble Gumbel y Logarítmica), se escogió la que presentó un mejor ajuste, en la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis.

Tabla 5.2.4.2 Funciones con mejor ajuste.

Clave	Estación	Función Máximos	Función Promedios
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA	Normal	Normal
9014	COL. SANTA URSULA COAPA	Normal	Normal
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL	Log-Normal	Log-Normal
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA	Doble Gumbel	Doble Gumbel
9025	HDA.LA PATERA G.A.MADERO	Normal	Normal
9026	MORELOS 77 (IXTAPALAPA)	Normal	Normal
9029	KM. 6+250 GRAN CANAL	Normal	Normal

9032	MILPA ALTA, MILPA ALTA	Log-Normal	Normal
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)	Gumbel	Log-Normal
9043	COL. SAN JUAN DE ARAGON	Gumbel	Normal
9045	SANTA ANA (MILPA ALTA)	Doble Gumbel	Normal
9068	PUENTE LA LLAVE	Gumbel	Normal
9070	COYOACAN I.N.I.F.,COYOC.	Doble Gumbel	Log-Normal
15014	CHAPULHUAC, OTZOLOTEPEC	Gumbel	Doble Gumbel
15045	LA MARQUESA, LERMA	Normal	Normal
15059	MOLINO BLANCO, NAUCALPAN	Gamma	Normal
15094	SAN LUIS AMECA,	Doble Gumbel	Log-Normal
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.	Normal	Normal
15145	CAMTO. PLAN LAGO DE TEX.	Gumbel	Gamma
15222	COAXAPA, JALATLACO	Gumbel	Normal
15231	PSA.ITURBIDE,OTZOLOTEPEC	Gamma	Normal
15242	SAN PEDRO ATLAPULCO,	Normal	Normal

Con los datos extrapolados con la función de distribución de probabilidad óptima se generaron las isotermas para periodos de retornos de 5, 10, 25 y 50 años para las series de datos de máximos absolutos anuales y adicionalmente las de los series de temperaturas promedios anuales, todas ellas de nuestro periodo de datos analizados de 1977-2000.

Las isotermas del análisis de temperatura máxima absoluta se presentan a continuación:

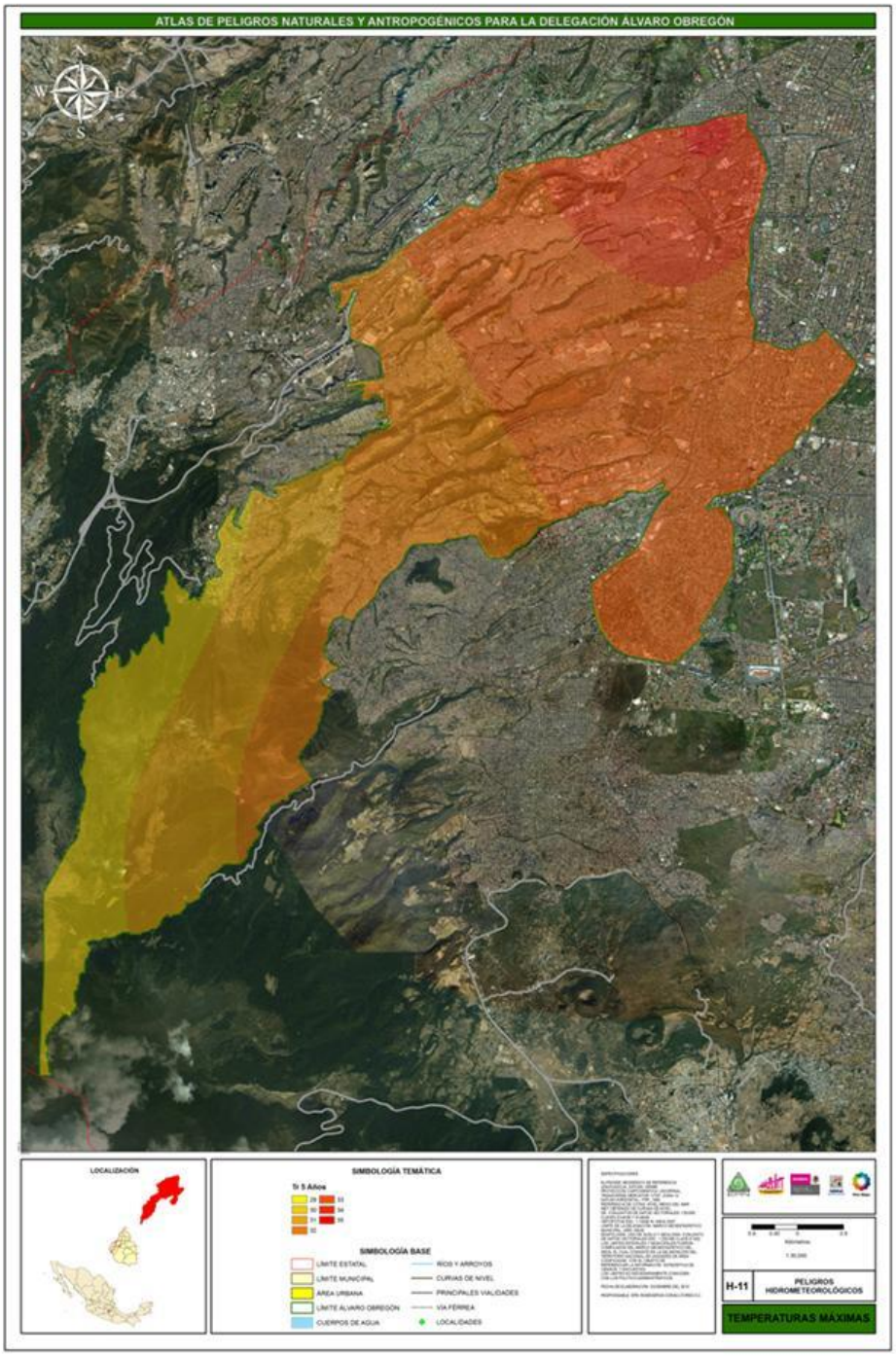


Figura 5.2.4.2 Temperaturas Máximas, Tr 5 años.

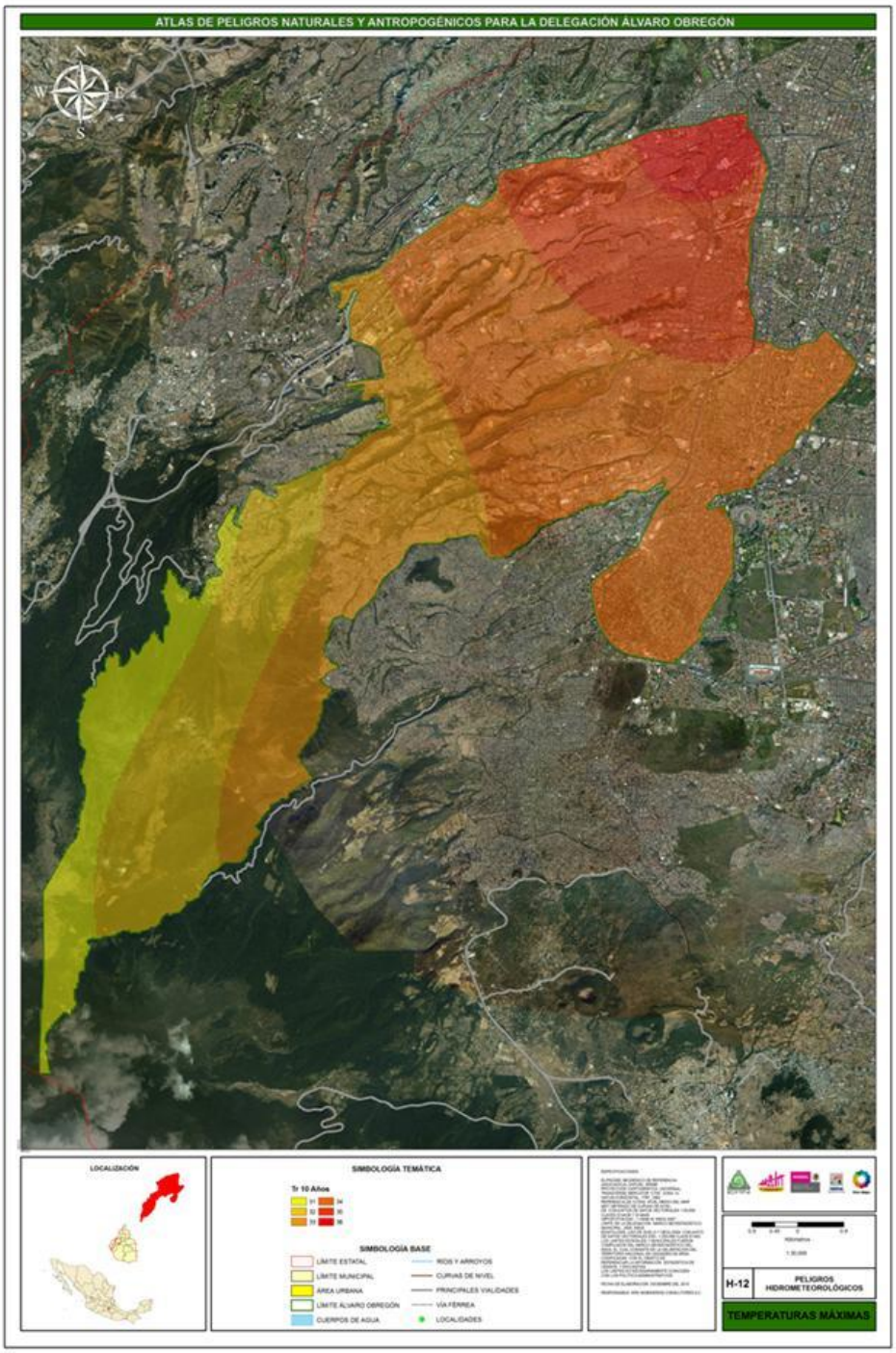


Figura 5.2.4.3 Temperaturas Máximas, Tr 10 años.

Figura 5.2.4.4 Temperaturas Máximas, Tr 25 años.

Figura 5.2.4.5 Temperaturas Máximas, Tr 50 años.

De los datos máximos absolutos en cada estación se generó una malla que representa la distribución de máximas temperaturas históricas en nuestra área de estudio para el periodo de 1977-2000. Con ayuda de la tabla incluida en la "Bases para la estandarización en la elaboración de atlas de riesgos y catalogo de

datos para representar el riesgo" editado por la SEDESOL, se tipifican los distintos rangos en Alto, Medio y Bajo peligro por temperaturas máximas extremas, tomando los primeros dos rangos como de bajo peligro, el tercero como de mediano peligro y el rango superior como de alto peligro.

Tabla 5.2.4.1.3 Efectos por altas temperaturas (SEDESOL).

28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1-33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1-35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Figura 5.2.4.6 Nivel de Intensidad de Peligro por Temperaturas Máximas.

7 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

7.2 Peligros Hidrometeorológicos

7.2.5 Heladas

7.2.5.1 Introducción

Las heladas son un fenómeno climatológico que consiste en el descenso de temperatura a niveles inferiores del punto de congelación del agua, ocasionando que el agua que se encuentra en el ambiente se deposite en las superficies en forma de hielo. Sus efectos se manifiestan en pérdidas de productividad laboral, siembras y plantaciones agrícolas, así como daños a la ganadería. Las heladas también causan daños y en ocasiones la muerte a personas de escasos recursos económicos en situación de calle; en las poblaciones urbanas es común que se presente la ruptura de tuberías de conducción de agua por congelamiento.

Para que se inicie una helada se requiere de una invasión de aire frío polar, corrientes de chorro y/o frentes fríos, acompañados de condiciones despejadas sin viento, durante las cuales la tierra y el aire en contacto con ellos descienden su temperatura por irradiación. La acumulación de hielo en las plantas durante una helada es consecuencia de la congelación del vapor de agua que se condensa en el follaje. Durante una helada debido a la falta de humedad, no llegan a producirse precipitaciones de cristales de hielo.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional, las heladas son un fenómeno que se presenta cuando la temperatura desciende por debajo de los 0°C (medida a una altura de 1.50 metros) durante un intervalo de tiempo mayor a cuatro horas. Una condición observada, consiste en que si a las 18:00 horas se tienen condiciones de cielo despejado y una temperatura ambiente igual o menor a 3°C, existe una alta probabilidad de que se presente una helada.

Desde el punto de vista agrometeorológico podría definirse una helada como la temperatura baja que afectan los cultivos, en un lapso que provoque daños irreversibles.

Figura 5.2.5.1 Efectos en Planta por Helada.

Puede considerarse una helada de **baja intensidad**, cuando la manifestación de la temperatura se presenta por un período breve de tiempo, ocasionando sólo afecciones leves en la salud de las personas, sin que represente un riesgo para la integridad de las mismas; de **media intensidad**, cuando además de afecciones en la salud, se presentan daños significativos en cultivos y animales, manifestando una situación de riesgo si el fenómeno se prolonga; de **alta intensidad**, cuando la manifestación de temperatura por su gradualidad y por el prolongado tiempo en que se presenta, causa graves daños sobre el entorno y bienes, poniendo en peligro vidas humanas.

7.2.5.2 *Elementos Meteorológicos*

Los principales elementos meteorológicos que influyen en la formación de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica y la radiación solar.

7.2.5.2.1 Viento

En el desarrollo de una helada el viento juega un papel fundamental, debido a que cuando se tiene ausencia de éste, se favorece la ocurrencia de heladas al no existir corrientes de aire que mezclen el aire frío que se encuentra cercano al suelo con el aire caliente localizado en niveles superiores.

7.2.5.2.2 Nubosidad

Las nubes son extensos conjuntos de pequeñas gotas de agua y cristales de hielo. Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor

del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la tierra.

7.2.5.2.3 Humedad Atmosférica

Al disminuir la temperatura a los 0°C o menos y con viento escaso, se presenta la condensación del vapor de agua existente en la atmosfera formándose niebla, sin embargo si se tiene poca humedad en el ambiente se formará una helada.

7.2.5.2.4 Radiación Solar

La atmósfera recibe energía proveniente del Sol en forma de radiación, una fracción de la energía es absorbida por la troposfera (capa de la atmósfera más cercana a la Tierra, donde se presentan los fenómenos meteorológicos), otra parte se dirige al exterior al ser difundida desde la atmósfera hacia el espacio y el resto llega a la superficie de la Tierra.

Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la Tierra y otra es devuelta desde su superficie a la atmósfera (radiación reflejada). Cuando de una región de la superficie terrestre se desprende una mayor cantidad de calor de la que recibe, ocurre un enfriamiento que favorece la formación de la helada.

Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta.

7.2.5.2.5 Laboreo del suelo y cubierta vegetal

El descenso térmico puede ser magnificado por el estado del suelo o por la presencia de cortinas forestales. Un suelo trabajado es más poroso que uno no trabajado y su conductividad térmica disminuye. Una vegetación uniforme juega un rol de aislante y se observa una disminución sensible de la temperatura del suelo.

Figura 5.2.5.2 Laboreo del suelo.

Las características más comunes de influencia del suelo son:

- Influencia de la textura
- Influencia del contenido de agua del suelo
- Influencia del suelo arado
- Influencia de la maleza y abonos verdes
- Influencia de la vecindad de campos incultos
- Influencia de trincheras forestales
- Influencia de los sistemas de conducción de viñedos y frutales

7.2.5.2.6 Topografía del terreno

La helada será más intensa en el fondo de un valle debido a la acumulación de aire frío (más denso). Por ejemplo, en la cima de una colina la temperatura puede ser de 1°C, mientras que a medida que se desciende, disminuye hasta –5°C en el fondo del valle, donde se acumula el aire frío.

7.2.5.3 Clasificación de las heladas

Las heladas se pueden clasificar de acuerdo a la época en que se presentan, el proceso físico que ocurre y por los efectos visuales.

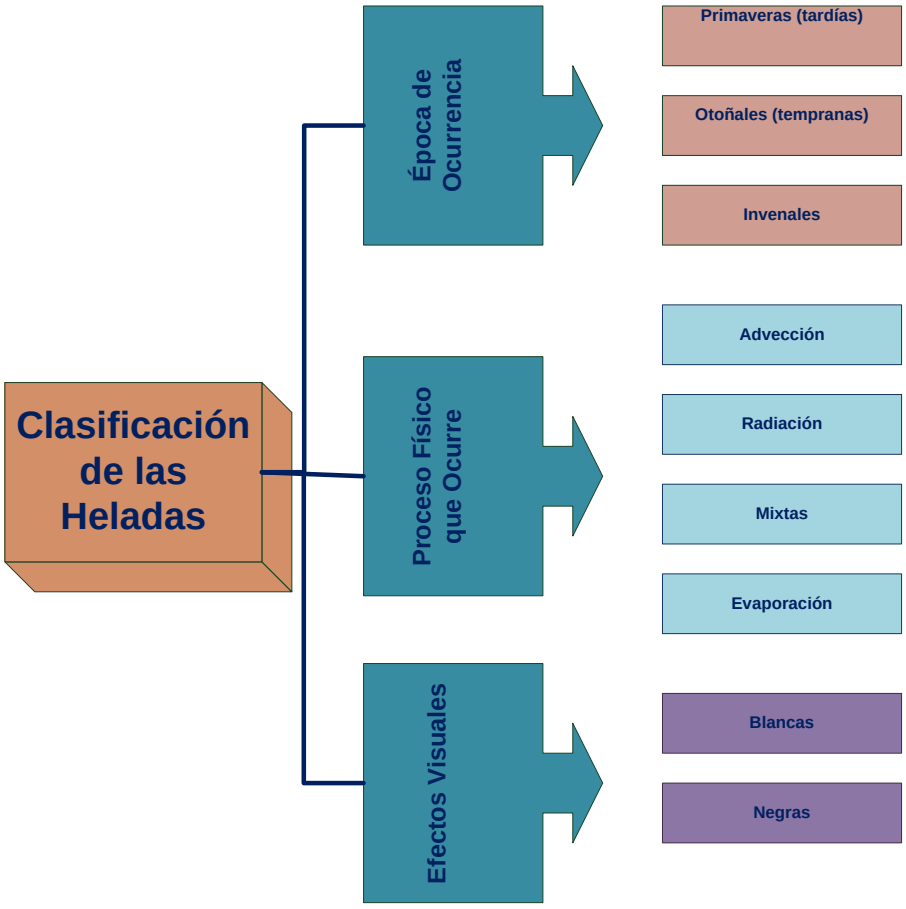


Figura 5.2.5.3 Clasificación de heladas.

En cuanto a la época en que se presentan, las **heladas primaverales** ocurren de abril y hasta principios de mayo, estas heladas son las más peligrosas por la época en que se presentan para los cultivos, ya que en los frutales puede matar las partes reproductivas y en los cultivos anuales puede inhibir el crecimiento o matar las plantas. Este tipo de helada afecta principalmente a cultivos como el maíz cuando se encuentra en la etapa de brotación de ramas o con pocos días de nacimiento.

Las heladas tardías (ó primaverales) representan un serio peligro para la producción y rentabilidad del cultivo. El final del invierno y los comienzos de la primavera coinciden normalmente, con el principio de la actividad vegetativa

de las especies frutales de zona templada. En esta época, el proceso de la floración y el desarrollo inicial de los frutos, con fases tan delicadas como la polinización y la fecundación, hacen al árbol frutal particularmente sensible a las condiciones climáticas, condiciones que son marcadamente variables en este período.

Figura 5.2.5.4 Maíz afectado por helada tardía o primaveral.

El daño en los cultivos se debe al continuo movimiento de aires fríos sobre ellos, por lo que resulta muy difícil protegerlos de las heladas.

Heladas otoñales son las que se presentan antes del invierno, por la llegada de las primeras masas de aire frio provenientes del Polo Norte a territorio Mexicano durante los meses de septiembre y octubre. Son también llamadas tempranas o primeras heladas, las cuales son también perjudiciales para los cultivos, ya que en esta etapa pueden llegar a afectar el proceso de maduración y la formación de frutos.

Las **heladas invernales** se presentan de noviembre a febrero, estas heladas llegan a afectar a los árboles perennes con frutos y especies forestales. Ocurren en un periodo en el cual las plantas disponen de mayores posibilidades de soportar bajas temperaturas.

En cuanto al proceso físico que ocurre, las **heladas por advección** se presentan cuando una masa de aire frío se posa sobre las partes bajas de las montañas, cañadas o en valles. Se presentan por el desplazamiento de frentes fríos provenientes del polo norte, caracterizado por la presencia de vientos con velocidades iguales o superiores a 15 km/h y la variación de la temperatura con

la altura en negativo, sin inversión térmica y ocurren indistintamente en el día o la noche.

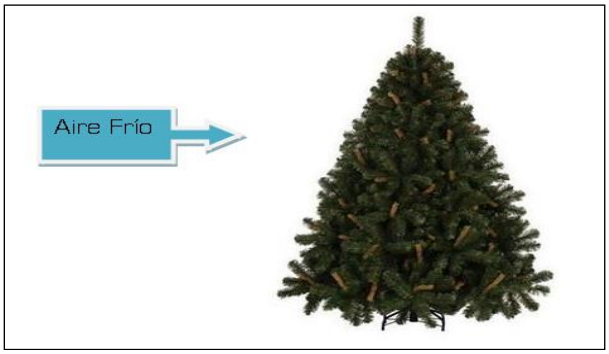


Figura 5.2.5.5 Helada por Advección.

Las **heladas por radiación** se deben al descenso de la temperatura de las capas de aire que están en contacto con el suelo, debido al enfriamiento nocturno de la superficie terrestre. Se presentan cuando el día está nublado y en la noche se despeja el cielo y existe poca humedad en el aire. La pérdida de calor es mayor cuando las noches son más largas y el contenido de aire menor.

En este tipo de heladas, existen algunos factores importantes como que la radiación atmosférica está prácticamente regida por la nubosidad. La radiación neta con el cielo despejado es siete veces mayor que con cielo cubierto. La radiación del suelo es la responsable del calentamiento y enfriamiento del aire. El tiempo influye sobre la inversión térmica a través del viento.

Figura 5.2.5.6 Helada por Radiación.

Los lugares más propensos para la formación de heladas por radiación, son tanto los valles como las cuencas y hondonadas cercanas a las montañas, esto se debe a la acumulación del aire frío que desciende durante la noche.

Durante el día, el suelo retiene calor pero al anochecer el suelo lo pierde por radiación, dependiendo del viento y de la nubosidad existente, ya que durante el invierno es la época del año donde las noches son más largas que los días y se presenta un aumento de las heladas, pues habrá un mayor tiempo para que se transmita el calor al aire.

Las **heladas mixtas** son una combinación de las heladas por advección y radiación, donde además del vuelco de aire frío, existe simultáneamente un enfriamiento por pérdida de calor del suelo. Son muy peligrosas, ya que este tipo de heladas no se pueden controlar.

Las **heladas por evaporación** se presentan cuando el aire está muy seco, así que el daño va directo a los tejidos de las plantas, causando su muerte. El paso de un frente frío y seco, suele estar antecedido de precipitaciones. La vegetación intercepta parte de la precipitación, reteniendo el agua en el follaje y troncos, cuando llega el frente se produce una intensa evaporación y en consecuencia la temperatura de algunos órganos vegetales desciende a límites que ocasionan daños.

En cuanto a los efectos visuales, los agricultores dividen las heladas en blancas y negras, por el aspecto que presenta el paisaje. Las **heladas blancas** causan que la parte superficial de la planta se vea blanquecina, son comunes cuando la temperatura del aire disminuye en un ambiente con humedad.

En éste fenómeno, la humedad absoluta del aire debe ser lo suficientemente elevada para que al descender la temperatura alcance el punto de rocío y condense el exceso de humedad sobre las plantas, objetos y suelo. Para que se forme este tipo de helada tanto el aire que existe cercano al follaje como las plantas deben presentar temperaturas iguales o menores a 0 °C alcanzando así el aire el punto de rocío.

Figura 5.2.5.7 Helada Blanca.

Finalmente, las **heladas negras** hacen parecer las plantas negruzcas, cuando la temperatura disminuye por debajo de cero grados sin alcanzar el punto de saturación y no hay humedad en el aire para proteger las plantas. Este tipo de heladas causan daños más severos que las heladas blancas.

Figura 5.2.5.8 Helada Negra.

7.2.5.4 Efecto de las bajas temperaturas en la agricultura

Inicialmente se consideraba que el daño a las plantas era producido por un aumento de la concentración de las sustancias al interior de las células, debido a perdidas de agua, posteriormente se estableció que este era producido por la formación de cristales de hielo al interior de las células, los cuales crecen como agujas y perforan las membranas celulares.

Generalmente el daño que sufren las plantas dependerá del estado vegetativo en que se encuentren y del tipo de especie a la que pertenezca. Los brotes jóvenes

primaverales y las flores son los más sensibles a las heladas por su alto contenido de agua.

Con relación al daño que llegan a presentar los cultivos a consecuencia de las heladas, estos se pueden clasificar en: internos, externos, inmediatos, acumulativos, reversibles e irreversibles.

- **Internos.** Ruptura de las membranas de las células por el crecimiento de cristales de hielo dentro del protoplasma (deshidratación).

- **Externos.** Muerte de hojas y tallos tiernos, destrucción de un gran porcentaje de flores y frutos pequeños, e incluso la muerte total de la planta. La resistencia del cultivo a la helada depende de la etapa de desarrollo, ya que es más resistente cuando se encuentra en el periodo de germinación, mientras que en la floración es mayor el daño que sufre.

- **Inmediatos.** Sus efectos son la deshidratación y el rompimiento de la membrana.

- **Acumulativos.** Si bien son causados por temperaturas bajas, no necesariamente a 0° C a lo largo de periodos prolongados, provocando así el efecto de deshidratación en un tiempo de tres a cuatro días. Comúnmente se manifiesta con la intoxicación de la planta por las sales minerales cuando el fenómeno se repite.

- **Reversibles.** Estos pueden llegar a ser la interrupción del crecimiento, una depresión transitoria de la fotosíntesis y la respiración, paralización de la absorción.

- **Daños irreversibles.** Reducción irreversible de la capacidad fotosintética, la senescencia prematura de las hojas, defectos en el desarrollo y pérdida de fertilidad.

De acuerdo a la resistencia que presentan las plantas a las temperaturas mínimas, estas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Plantas sensibles al frío. Sufren daños severos aún a temperaturas positivas de 10 a 15 °C.
- Plantas sensibles a las heladas. Mueren por efecto de congelamiento.
- Plantas tolerantes a las heladas. Son capaces de sobrevivir en estado congelado mientras no se alcance un límite específico característico de resistencia.

A continuación se presenta una tabla con las temperaturas que son perjudiciales para ciertos tipos de cultivo, dependiendo de la etapa de crecimiento en la que se encuentre.

Tabla 5.2.5.1 Resistencia de cultivos a las heladas en diferentes fases de desarrollo (Ventskevich, 1958).

Tipo de Cultivo	Temperaturas perjudiciales (°C)		
	Germinación	Floración	Fructificación
Los más resistentes			
Trigo	-9 a -10	-1 a -2	-2 a -4
Avena	-8 a -9	-1 a -2	-2 a -4
Cebada	-7 a -8	-1 a -2	-2 a -4
Lentejas	-7 a -8	-2 a -3	-2 a -4
Arvejas	-7 a -8	-2 a -3	-3 a -4
Resistentes			
Lupino	-6 a -8	-3 a -4	-3 a -4
Vicia	-6 a -7	-3 a -4	-2 a -4
Poroto	-5 a -6	-2 a -3	-3 a -4
Girasol	-5 a -6	-2 a -3	-2 a -3
Mostaza Blanca	-4 a -6	-2 a -3	-3 a -4
Lino	-5 a -7	-2 a -3	-2 a -4
Remolacha Forrajera	-6 a -7	*	*
Remolacha Azucarera	-6 a -7	-2 a -3	*
Nabo	-6 a -7	*	*
Zanahoria	-6 a -7	*	*
Medianamente Resistentes			
Repollo	-5 a -7	-2 a -3	-6 a -9
Soja	-3 a -4	-2 a -3	-2 a-3
Baja Resistencia			
Maíz	-2 a -3	-1 a -2	-2 a -3

Tipo de Cultivo	Temperaturas perjudiciales (°C)		
	Germinación	Floración	Fructificación
Sudangrass	-2 a -3	-1 a -2	-2 a -3
Sorgo	-2 a -3	-1 a -2	-2 a -3
Papa	-2 a -3	*	*
No Resistentes			
Algodón	-1 a -2	-1 a -2	-2 a -3
Melón	-0.5 a -1	-0.5 a -1	-1
Arroz	-0.5 a -1	-0.5 a -1	-0.5 a -1
Maní	-0.5 a -1	*	*
Pepino	0 a -1	*	*
Tomate	0 a -1	0 a -1	0 a -1
Tabaco	0 a -1	0 a -1	0 a -1

7.2.5.5 *Información histórica de heladas*

Por la situación geográfica en la que se encuentra la República Mexicana se ve afectada por diversos sistemas meteorológicos, tanto provenientes de las regiones tropicales y su desarrollo durante los ciclos primavera-verano, como los de la zona polar (frentes fríos) que se manifiestan durante la estación invernal, lo que puede ocasionar bajas temperaturas, tormentas de granizo, nevadas y heladas.

Las heladas que se presentan en el país tienen su origen en las masas de aire provenientes del Ártico de Alaska y de la región noroeste de Canadá. Esto ocurre cuando las condiciones de temperatura y presión referidas a la altitud de un lugar y al cambio de humedad del ambiente, se conjugan para propiciar el fenómeno meteorológico.

En el norte y centro de la República Mexicana, durante los meses fríos del año (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C, debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos.

Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

Las heladas que ocurren en México durante los meses del verano causan fuertes daños a la agricultura. Las regiones más afectadas están localizadas en la Mesa Central del Altiplano, en la Sierra Madre Occidental, en los estados de

Chihuahua y Durango, así como en las Sierras Tarahumara, de Durango y Tepehuanes. Además, en las partes altas del Sistema Volcánico Transversal sobre el paralelo 19°N, esencialmente en los estados de México, Puebla y Tlaxcala, se registran temporadas con más de 100 días al año con heladas.

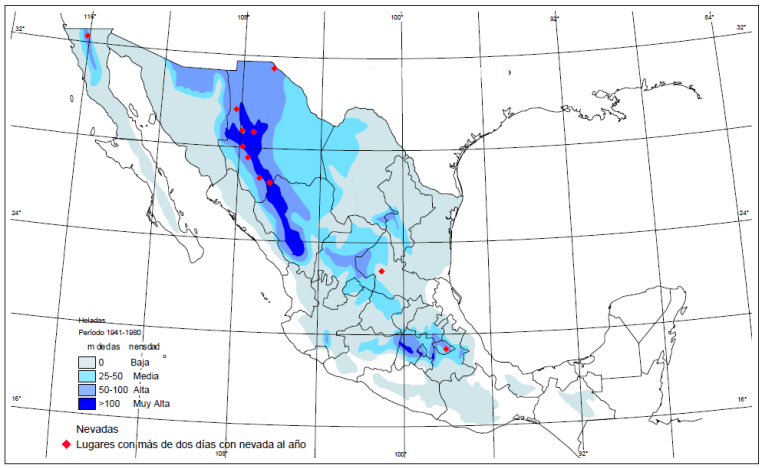


Figura 5.2.5.9 Numero de días con heladas en el periodo de 1941 a 1980 en la República Mexicana (CENAPRED, 2001).

7.2.5.6 Zonificación de Peligro por Heladas en la Delegación Álvaro Obregón

Existen varias definiciones de una helada, pero de manera general se puede decir que una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol. La Figura 5.2.5.10 muestra el comportamiento horario de la temperatura.

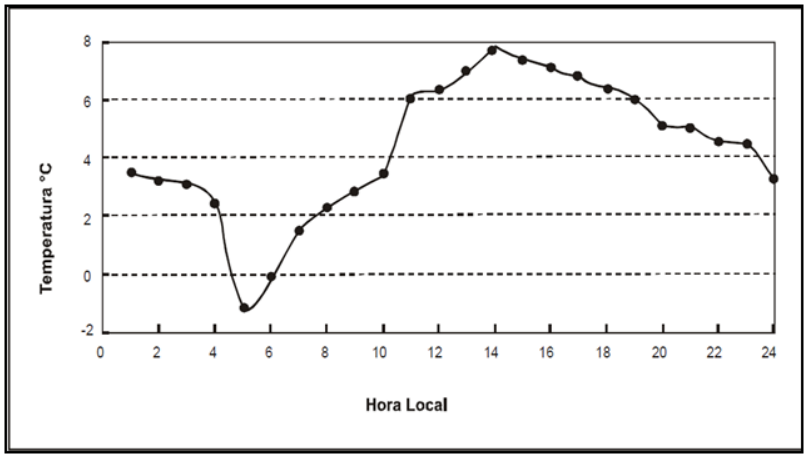


Figura 5.2.5.10 Comportamiento Horario de la temperatura.

Partiendo de la definición anterior y tomando como base la información de temperaturas mínimas diarias recabada de 22 estaciones climatológicas base con el programa ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica) editado por el IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) en un periodo homogéneo de 1977-2000, se obtuvo el número de días con helada promedio para cada estación.

Tabla 5.2.5.2 Estaciones Base.

Estación	Nombre
15242	SAN PEDRO ATLAPULCO,
15231	PSA.ITURBIDE,OTZOLOTEPEC
15222	COAXAPA, JALATLACO
15145	CAMTO. PLAN LAGO DE TEX.
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.
15094	SAN LUIS AMECA,
15059	MOLINO BLANCO, NAUCALPAN
15045	LA MARQUESA, LERMA
15014	CHAPULHUAC, OTZOLOTEPEC
9070	COYOACAN I.N.I.F.
9068	PUENTE LA LLAVE
9045	SANTA ANA (MILPA ALTA)
9043	COL. SAN JUAN DE ARAGON
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)
9032	MILPA ALTA, MILPA ALTA
9029	KM. 6+250 GRAN CANAL
9026	MORELOS 77 (IXTAPALAPA)
9025	HDA.LA PATERA G.A.MADERO
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL
9014	COL. SANTA URSULA COAPA
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA

Con los valores medios de heladas anuales en nuestro periodo de datos se construyó una malla Raster con el método de "Inverse Distance to a Power" y así extrapolar los valores promedio en la delegación Álvaro Obregón.

A continuación se presenta el mapa de peligro por heladas en la que se tipifican las áreas con Peligro Alto como las que registran más de 50 heladas al año, las de Peligro Medio con 25 a 50 heladas al año y las de Peligro Bajo como las que registran menos de 25 heladas anuales (CENAPRED, 2001).

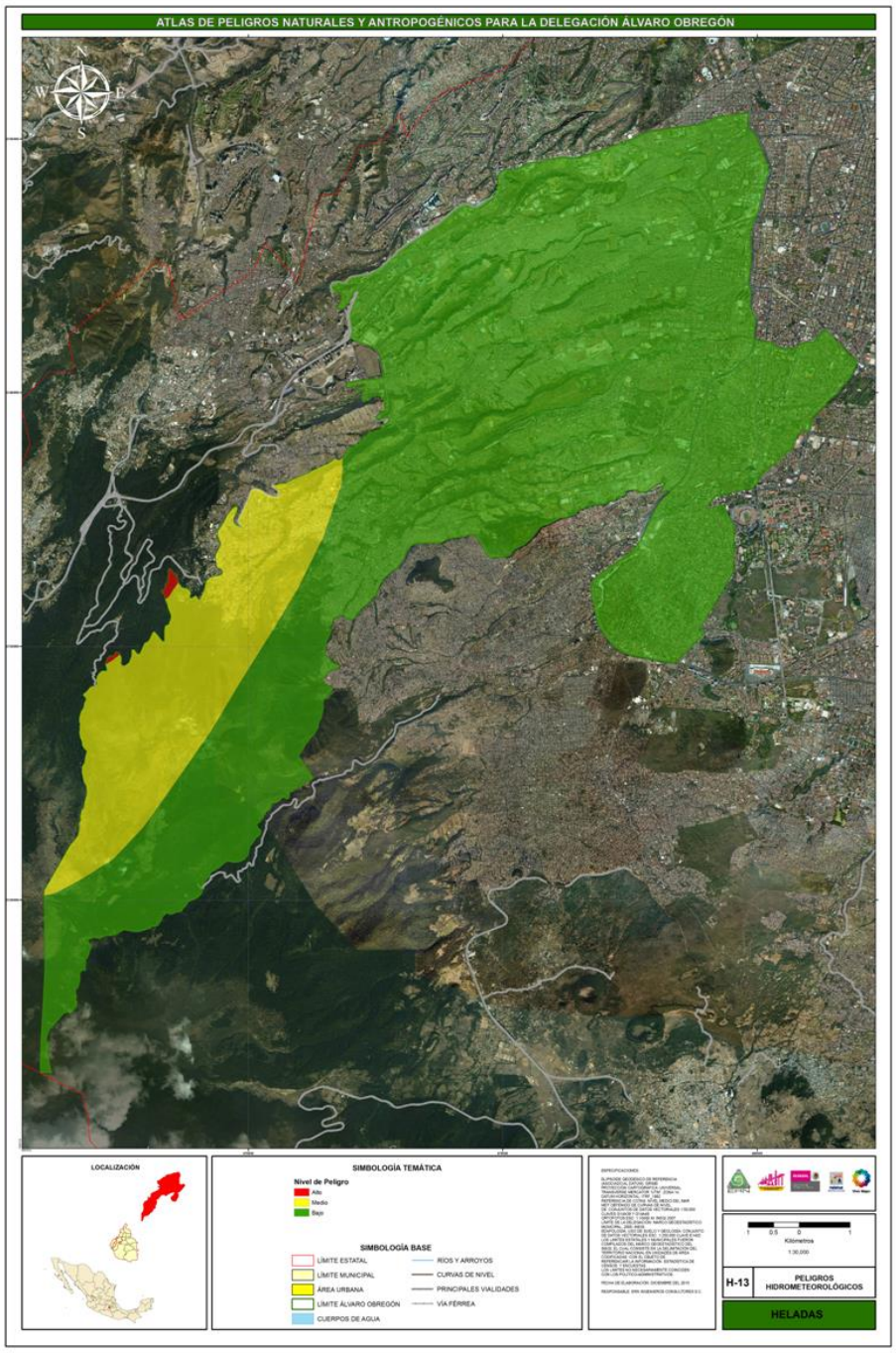


Figura 5.2.5.11 Mapa de Peligro por Heladas.

7.2.5.7 *Bibliografía*

CENAPRED, 2001. Atlas Nacional de Riesgos, Zonificación de Heladas.

Ventskevich G. l., 1958. Agrometeorology. Translated from russian by the Israel Program for Scientific National Science Foundation OTS 60-51044, 1961.

8 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

8.2 Peligros Hidrometeorológicos

8.2.6 Nevadas

8.2.6.1 Introducción

Las nevadas son una de las manifestaciones en que puede ocurrir una precipitación y se presentan cuando la temperatura en la atmósfera, al nivel superficial, es igual o menor de los 0° centígrados, además de otros factores, como es el viento, principalmente su componente vertical así como la humedad, entre otras. Su estructura consiste en cristales de hielo que se unen para formar los copos de nieve, los cuales sufren transformaciones desde su precipitación hasta su fusión, por lo que las características tanto físicas como químicas de la nieve varían con respecto al tiempo.

Debido a la situación geográfica de nuestro país son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo más acentuado este fenómeno en regiones altas, como montañas o sierras, principalmente durante el invierno. Un caso extraordinario ocurrió en el invierno de 1967, donde aproximadamente el 50% del territorio nacional resultó afectado por una nevada, incluso en la cuenca de México.

Figura 5.2.6.1 Relieve del País.

Históricamente las zonas donde su ocurrencia es más frecuente son los volcanes del Pico de Orizaba, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, así como en las sierras de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León, y en menor frecuencia en la zona del Bajío (Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco), así como en las faldas del Nevado de Toluca y las partes altas de la cuenca de México.

En las ciudades, los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras: por el entorpecimiento del tránsito, apagones y taponamiento de drenajes; por los daños a estructuras endebles y derrumbes de techos. Se pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frio, especialmente indigentes o personas de bajos recursos económicos.

En las zonas rurales, si el fenómeno es de poca intensidad, no llega a dañar la agricultura, en cambio si la nevada es fuerte, la afectación puede ser extensa, dependiendo del tipo de cultivo y de su etapa de crecimiento.

8.2.6.2 Características de las nevadas

Una nevada es una precipitación consistente en partículas de hielo formadas por sublimación del agua de las nubes.

La ocurrencia de las nevadas depende tanto de condiciones atmosféricas como del terreno donde se presentan, a continuación se describen algunas de las más importantes.

8.2.6.2.1 Radiación y capacidad térmica del suelo

El término "albedo" (del latín albedo, blancura) se utiliza para medir la capacidad de reflexión de la luz de una superficie y puede tomar valores entre cero (no hay reflexión) y uno (todo se refleja). Depende de muchos factores como el ángulo de la radiación o la temperatura y humedad del material. El albedo también es un factor importante en lo que se refiere al tema de las nubes.

El agua tiene un albedo muy pequeño, es decir, su capacidad para reflejar la luz es baja, por eso absorbe una gran cantidad de la radiación solar que la toca, por lo que su capacidad térmica es alta. Es por ello que la superficie del mar tarda mucho tiempo en calentarse, en comparación con la superficie de la tierra. Por consiguiente, la pérdida de calor del mar en invierno tarda más que la de la tierra. Esto se debe a la alta capacidad de conducción calórica del agua, así el calor llega hacia capas más profundas.

La nieve también es un material con características térmicas muy interesantes, su albedo es muy alto, es decir, gran parte de la radiación solar es reflejada, Además, por su capacidad de conducción calórica relativamente alta, la radiación solar que absorbe la nieve está repartida en una capa gruesa, por esta razón la superficie de la nieve está muy fría. Si la temperatura en la atmósfera se incrementa hasta más de 0° centígrados, la superficie de la nieve permanece a 0° C hasta que toda la nieve se derrite.

Existe una correlación entre la presencia de nieve y las bajas temperaturas en una región. Antes de una nevada las temperaturas bajan, por el albedo alto de la nieve se refleja gran parte de la radiación solar, lo que provoca que las temperaturas desciendan más, favoreciendo la caída de más nieve.

Cuando la temperatura aumenta, la nieve se funde, entonces baja el albedo del suelo, así que una mayor parte de la radiación solar es absorbida, lo que conduce a un incremento de la temperatura.

Tabla 5.2.6.1 Albedos y Capacidades térmicas (CENAPRED, 2006).

Superficie	Albedo	Capacidad térmica [J / kg K]
Bosque	0.05 – 0.18	
Hierba	0.05 – 0.30	
Granito	0.30 – 0.35	710
Arena	0.20 – 0.40	920
Nieve	0.80 – 0.90	2090
Agua	0.03 – 0.22 (agua del mar: 0.35)	4180

8.2.6.2.2 Radiación solar

La radiación solar sobre la superficie de la tierra está en función de la latitud. En los trópicos, donde el Sol está en el cenit (intersección entre la vertical del observador y la esfera celeste), la Tierra recibe más radiación que en las regiones situadas hacia los polos, sobre todo, la intensidad de la radiación es más alta hacia los trópicos.

La cantidad de horas con sol es casi igual en los trópicos aunque cambia hacia los polos. En la zona polar existe el día y la noche polares, es decir el Sol no se pone durante varios meses en verano y no aparece durante varios meses en invierno; sin embargo, las temperaturas siempre son muy bajas y sólo cambia la intensidad del frío.

Para determinar la temperatura es más importante la intensidad de la radiación. Por eso, las regiones cercanas a los trópicos reciben más calor que otras partes del mundo. Sin la influencia del mar la distribución de las temperaturas sería paralela con las líneas de la misma latitud, las temperaturas altas hacia los trópicos y las temperaturas bajas hacia los polos. Pero con los dos factores (mar y tierra) juntos se forma un esquema más complejo.

En invierno ocurren las temperaturas más altas en el suroeste de los continentes y las más bajas en el noreste, en la zona de los vientos del oeste, por ejemplo, las líneas de misma temperatura son diagonales, inclinadas del noroeste al sureste en invierno y del suroeste al noreste en verano. En una zona de vientos del Este

sería al revés, estas condiciones cambiarían si hubiera hielo en el mar, ya que al estar el agua aislada de la tierra (por la capa de hielo) dejaría de calentar el agua a la tierra.

Podría concluirse que la temperatura está en función de la latitud y de la distancia al mar, aunque existen otros factores que también tienen una influencia importante.

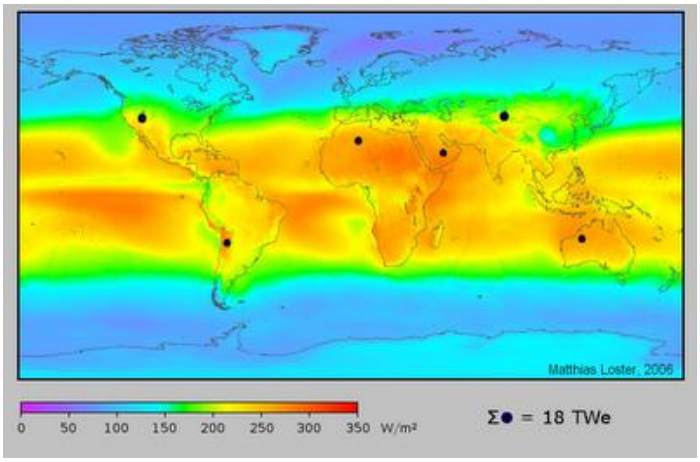


Figura 5.2.6.2 Radiación solar promedio mundial (Fuente: http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/).

8.2.6.2.3 Altura sobre el nivel del mar

La altura sobre el nivel del mar es un factor importante, ya que al disminuir la densidad del aire con la altura provoca la disminución de la temperatura (aproximadamente 5° centígrados por un kilómetro de altura). A medida que aumenta la elevación sobre el nivel del mar, al aire le cuesta más trabajo expandirse por lo que se va enfriando al perder energía en forma de calor, por este efecto hay nieve en las montañas más altas, incluso dentro de la zona tropical.

A continuación se muestran las temperaturas promedio de algunos puntos en la República Mexicana.

Tabla 5.2.6.2 Temperaturas Promedio (CENAPRED, 2006).

Ciudad	Altura [m]	Latitud [° N]	Temperatura [° C]
Oaxaca	1,563	17.1	+20.5
Puebla	2,150	19.0	+16.3
Veracruz	13	19.2	+25.3
Ciudad de México	2,308	19.2	+16.5
Guadalajara	1,589	20.7	+19.5
Monterrey	534	25.7	+22.0

8.2.6.2.4 Precipitación de la nieve

Las formas en que se presentan las sublimaciones de nieve hacia la superficie terrestre son muy variadas, estas se describen a continuación:

Nevasca: Es una tormenta de nieve y hielo, que se produce generalmente en alta montaña o altas latitudes, cuando está acompañada de fuertes vientos puede llamarse ventisca o ventisca de nieve.

Ráfaga: Es una nieve ligera, generalmente con poca acumulación, con nevadas moderadas ocasionales. Es fácil verlas en lugares como en zonas templadas.

Lluvia congelada: Es un tipo de lluvia que cae del cielo y que se congela a su paso por la atmósfera.

Gránulos de nieve: También conocidos como cinarra, son granos de hielo blancos y opacos, aplanados, con diámetros inferiores a 1 mm.

Granos de hielo: También conocidos como granizo menudo, son un tipo de granizo muy fino, formados por la precipitación de bolitas de hielo transparentes de forma irregular, cuyo diámetro es de 5 mm o menor.
Perdigones de hielo: Son una forma de precipitación consistente en agua parcialmente congelada, pero no en forma de cristales.

Prismas de hielo: Son constituidos por cristales de hielo, con forma de agujas o láminas, tan menudos que parecen suspendidos en el aire.

Graupel: También se les llama pelotitas de nieve. Son más grandes que los granos de hielo y más pequeños que el granizo.

Ventisca de nieve: Ocurre cuando un viento fuerte conduce nieve ya caída para crear derivas.

Granizo: consiste en gotas de agua sobre-enfriadas por la baja temperatura que hay cuando se precipita la nube.

Hailstorm: Una tormenta de granizo. Si el granizo es muy grande, puede dañar a los coches e incluso a la gente.

Efecto de la nieve del lago: se produce cuando los vientos fríos se mueven a través de extensiones grandes de agua caliente.

Aguanieve: Es una forma de precipitación consistente en nieve parcialmente fundida al tocar el suelo.

Nevadas: Son intensas y pueden estar acompañadas de viento, pero son mucho menos fuertes que el Hailstorm.

Las nevadas varían dependiendo del temporal y la localización, incluyendo latitud geográfica, la elevación y otros factores que afectan al clima en general, en latitudes más cercanas al ecuador, hay menos probabilidades de la caída de nieve. Las costas occidentales de los continentes principales siguen siendo lugares sin nieve en latitudes mucho más altas.

Aunque la densidad de la nieve varía extensamente, una guía es que la profundidad de las nevadas es 10 veces mayor que la de las precipitaciones pluviales que contienen la misma masa de agua.

Las nevadas inesperadas a veces deterioran las infraestructuras e interrumpen los servicios, incluso en las regiones que están acostumbradas a ellas, el tráfico se puede ver entorpecido o incluso detenido totalmente. Las infraestructuras básicas tales como electricidad, teléfono y gas natural pueden ser interrumpidas. Un día nevado es frecuentemente un día en el cual la escuela u otros servicios son cancelados debido a la precipitación, esto puede suceder incluso en las áreas que tienen por lo general muy poca precipitación de nieve con una acumulación ligera. Cuando la acumulación de nieve es excesiva, a menudo tarda tiempo en fundirse, haciéndose así neveros.

La precipitación acumulativa más alta de nieve en el mundo fue medida en Mount Baker, Washington, EE.UU., durante la estación 1998–1999, en la que se recibieron 1140 pulgadas (28.96 metros); esta medida sobrepasó el récord anterior, en Mount Rainier, Washington, EE.UU., en el que durante la estación 1971–1972 se recibieron 1122 pulgadas (28.50 metros) de nieve. La precipitación diaria más alta en el mundo fue registrada en Silver Lake, Colorado, EE.UU., en 1921, con 76 pulgadas (1.93 metros) de altura.

Figura 5.2.6.3 Nevada en México (Fuente: http://www.e-consulta.com).

8.2.6.2.5 Geometría

Una pregunta interesante es por qué los brazos de los copos de nieve son simétricos, y por qué ningún par de copos de nieve parecen ser idénticos. Se cree que la respuesta es por el hecho de que las distancias longitudinales de los copos de nieve son mucho mayores que las distancias transversales de éstos.
La simetría de los brazos de los copos siempre es de seis brazos, basada en la estructura hexagonal de los cristales de hielo ordinario (conocido como "hielo Ih") junto con su plano básico.

Existen dos explicaciones posibles ampliamente conocidas sobre la simetría de los copos de nieve, en primer lugar, podría haber comunicación (transferencia de información) entre los brazos, por lo que el crecimiento en cada brazo afecta al crecimiento de su extremo opuesto, la tensión de la superficie o los fonones es una de las maneras en la que tal comunicación podría ocurrir. La otra explicación, que parece ser una versión prevaleciente, es que los brazos de un copo de nieve crecen independientemente en un ambiente que se piensa que varía rápidamente en cuanto a su temperatura, humedad, etcétera. Se cree que este ambiente es relativamente homogéneo espacialmente en la escala de un solo copo, provocando el crecimiento de los brazos en un alto nivel de semejanza visual, respondiendo de una misma manera a unas condiciones ambientales idénticas, de la misma manera que los árboles sin relación aparente responden a los cambios ambientales generando anillos muy similares en sus troncos. La diferencia en el ambiente a escalas mayores que un copo de nieve conduce a la observada carencia de correlación entre las formas de diversos copos de nieve.

Sin embargo, el concepto de que no hay dos copos de nieve idénticos es incorrecto: es enteramente posible, aunque inverosímil, que un par de copos de nieve puedan ser visualmente idénticos si sus ambientes son suficientemente similares, ya sea porque crecen muy cerca uno del otro, o simplemente por una cuestión de probabilidad. La Sociedad Meteorológica Americana (American Meteorological Society) ha divulgado que fueron descubiertos cristales de nieve idénticos por Nancy Knight, del Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (National Center for Atmospheric Research). Los cristales no eran escamas en el sentido general, sino prismas hexagonales huecos

Figura 5.2.6.4 Copos de Nieve

8.2.6.2.6 Física de la fusión de la nieve

El calor necesario para el derretimiento de la nieve proviene de diversas fuentes, la más natural es la radiación solar directa. La cantidad de radiación efectiva necesaria para la fusión de la nieve depende del poder de reflexión o albedo de la propia nieve, casi el 90 por ciento de la radiación que incide sobre la nieve nueva, recién caída y limpia, es reflejada sin provocar fusión. La nieve sucia, caída hace algún tiempo y que ha acumulado polvo en su superficie, reflejará menor cantidad de radiación solar y por lo tanto, la misma cantidad de radiación solar la derretirá más.

El calor del aire es otro factor importante para el derretimiento natural de la nieve, debido a la baja conductividad térmica del aire quieto, una pequeña cantidad de nieve es derretida por el calor del aire si no hay presencia de brisa o viento. En efecto, las turbulencias provocadas por el viento ponen gran cantidad de aire en contacto con la nieve, lo que incrementa considerablemente

su derretimiento, si la presión de vapor del aire es más elevada que la del hielo a 0° C, la turbulencia contribuye también con el aporte de humedad del aire que puede condensarse en la superficie de la nieve. Como el calor necesario para la condensación del agua a 0°C es de 596 cal/g y para la fusión del hielo es de apenas 80 cal/g, la condensación de 25,4 mm de agua en la superficie provocaría el derretimiento de aproximadamente 190 mm de agua proveniente de la nieve. Como la fusión por convección del aire caliente y por condensación, dependen de la turbulencia, la velocidad del viento es un factor muy importante en la determinación de la velocidad de derretimiento de la nieve.

También la lluvia aporta calor a la nieve, ya que el agua de lluvia tiene temperatura superior al punto de congelamiento. La cantidad de agua "Ms" derretida, en mm de agua, a consecuencia de una precipitación de "P" mm, puede ser calculada por una expresión calorimétrica simple:

$$M_s = \frac{P.T_w}{80}$$

Donde Tw = temperatura del termómetro húmedo en grados centígrados, admitida como la temperatura del agua de lluvia.

Si Tw= 10 °C, entonces 10 mm de lluvia derretirán apenas 1,25 mm de agua de nieve.

Como se ve, la precipitación es menos importante como agente de fusión de la nieve de lo que generalmente se piensa. En realidad, los factores responsables del rápido derretimiento de la nieve durante las lluvias son el aire caliente, los vientos fuertes y el alto tenor de humedad que acompaña a las lluvias.

8.2.6.2.7 Fusión rápida de la nieve

La nieve acumulada en las laderas de los volcanes activos, como lo son la mayoría de los volcanes en América del Sur, puede derretirse en forma muy rápida a causa de una variación de la actividad del volcán, provocando avalanchas de agua y lodo muy peligrosas para las poblaciones ubicadas en las laderas del volcán denominadas lahares.

8.2.6.2.8 La nieve desde el punto de vista hidrológico

Desde el punto de vista hidrológico, la nieve constituye una reserva de agua, acumulada en la superficie de la cuenca hidrográfica y que se hará disponible para su uso en un tiempo posterior al de la precipitación, en la medida en que se derrita. Así, un determinado volumen de agua que ha precipitado en forma de nieve en el invierno se hace disponible, para los usos no recreativos, en primavera.

8.2.6.3 Generación de función de peligro por ocurrencia de nevadas.

Una función de peligro permite conocer la probabilidad de presentación de nevadas en una zona dada, donde la precisión de los resultados dependerá de la calidad y la cantidad de datos que se tengan para el área de estudio.

La metodología para la obtención de la función de peligro toma como base la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", en su apartado de Riesgos Hidrometeorológicos en el capítulo III "Análisis del Peligro y Vulnerabilidad por Bajas Temperaturas y Nevadas", editado por el CENAPRED en el 2006, que es única en su tipo, debido a la escasez de análisis de Nevada.

Para la definición de las funciones de peligro se utilizara el único parámetro medido en México respecto al tema, que es el número de días con nevada.

8.2.6.3.1 Obtención de los datos

La variable de días con nevada, que se mide en las estaciones climatológicas tiene el inconveniente de que no se encuentra integrado en formato digital en la Base de Datos Climatológica Nacional (BDCN), por lo cual es necesario solicitar al Servicio Meteorológico Nacional tal parámetro de nuestras estaciones base, que serán las mismas que se utilizaron para el análisis de Heladas, Temperaturas Máximas Extremas, Heladas y de Precipitaciones.

Tabla 5.2.6.3 Estaciones Base

Estación	Nombre
15242	SAN PEDRO ATLAPULCO,
15231	PSA.ITURBIDE,OTZOLOTEPEC
15222	COAXAPA, JALATLACO
15145	CAMTO. PLAN LAGO DE TEX.
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.
15094	SAN LUIS AMECA,
15059	MOLINO BLANCO, NAUCALPAN
15045	LA MARQUESA, LERMA
15014	CHAPULHUAC, OTZOLOTEPEC
9070	COYOACAN I.N.I.F.
9068	PUENTE LA LLAVE
9045	SANTA ANA (MILPA ALTA)
9043	COL. SAN JUAN DE ARAGON
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)
9032	MILPA ALTA, MILPA ALTA

9029	KM. 6+250 GRAN CANAL
9026	MORELOS 77 (IXTAPALAPA)
9025	HDA.LA PATERA G.A.MADERO
9022	KM.39.5 A CUERNAVACA
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL
9014	COL. SANTA URSULA COAPA
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA

La información de días con nevada en nuestras estaciones base se solicitó al encargado de la información Histórica de Normales Climatológicas y ésta nos fue proporcionada por medio de tarjetas formato 15-231.

Figura 5.2.6.5 Tarjeta de datos de nevada Estación 9014.

8.2.6.3.2 Análisis de los datos

Después de la integración a formato digital de los datos de días con nevada se hizo una depuración tomando como filtro los rangos de datos disponibles.

Se tomaron un total de 11 estaciones climatológicas en un periodo de datos homogéneo de 1962-1980, este rango de datos se seleccionó debido a la escasez de datos en las tarjetas.

Tabla 5.2.6.4 Estaciones finales para el análisis

Estación	Nombre
9020	DESV. ALTA AL PEDREGAL
9025	HDA.LA PATERA G.A.MADERO
9026	MORELOS 77 (IXTAPALAPA)
9029	KM. 6+250 GRAN CANAL
9032	MILPA ALTA, MILPA ALTA
9041	SAN FCO. TLALNE.(XOCHI)
9043	COL. SAN JUAN DE ARAGON

15045	LA MARQUESA, LERMA
15059	MOLINO BLANCO, NAUCALPAN
15094	SAN LUIS AMECA,
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.

8.2.6.3.3 Análisis estadístico

Debido a los pocos datos de nevadas se propone utilizar la distribución discreta de probabilidad de Poisson (1838), la cual se expresa con la ecuación:

$$p(x;\lambda) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad (\text{para } x = 0, 1, 2, \ldots \text{ y } \lambda>0)$$

Donde:

p = Probabilidad de que no nieve,

q = Probabilidad de que nieve (se debe cumplir que $p + q = 1$),

λ = Es el parámetro de la distribución de Poisson que representa el número promedio de
ocurrencias del evento aleatorio por unidad de tiempo.

X = Número de eventos que ocurren sobre el tiempo o el espacio.

Se formaron grupos de estaciones climatológicas en 3 clases, la primera de 2000-2500 msnm, la segunda de 2501-3000 msnm y la tercera de alturas mayores a 3001 msnm.

Para cada una de estas se generaron las funciones de peligro que quedaron de la siguiente manera.

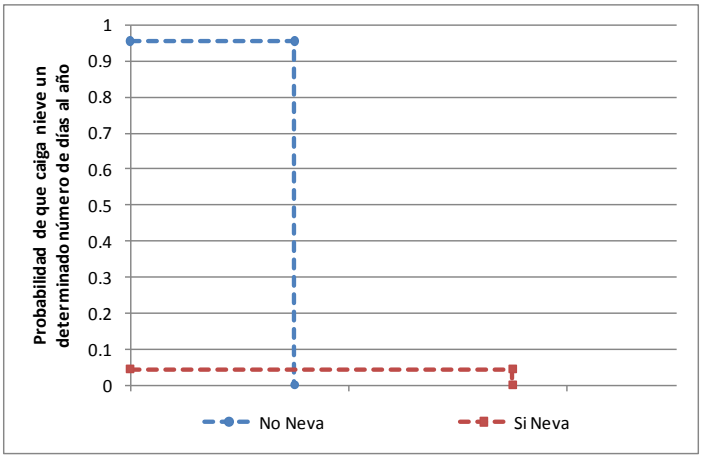


Figura 5.2.6.6 Función de Peligro para alturas de 2000 a 2500 msnm.

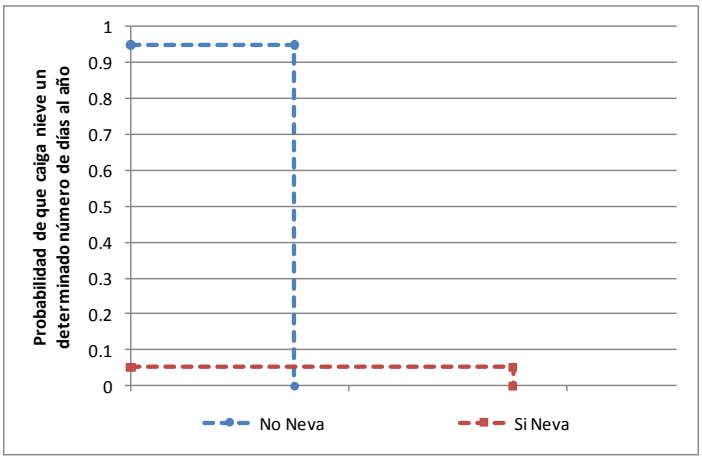


Figura 5.2.6.7 Función de Peligro para alturas de 2501 a 3000 msnm.

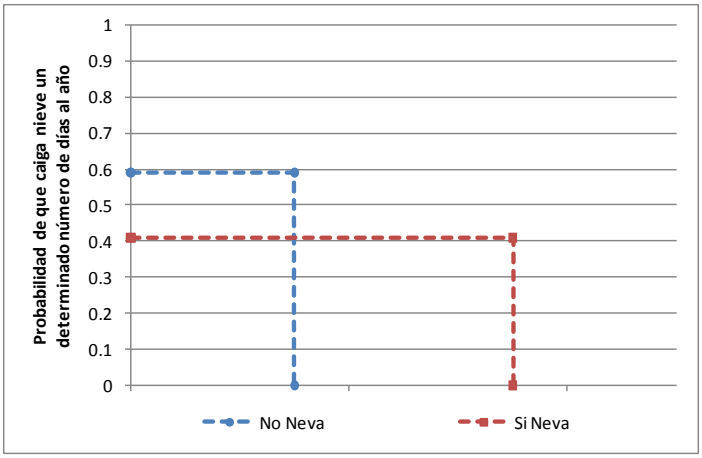


Figura 5.2.6.8 Función de Peligro para alturas mayores a 3000 msnm.

8.2.6.3.4 Zonificación del peligro en la Delegación Álvaro Obregón

Conocidas las funciones de peligro para cada clase, estas se agrupan directo del modelo digital del terreno y se les asigna el peligro por ocurrencia de nevada un determinado número de días al año.

A las zonas agrupadas en clases por altitud se les asigna su función de peligro y se tipifica como zonas de alta, media y baja intensidad de peligro por nevada.

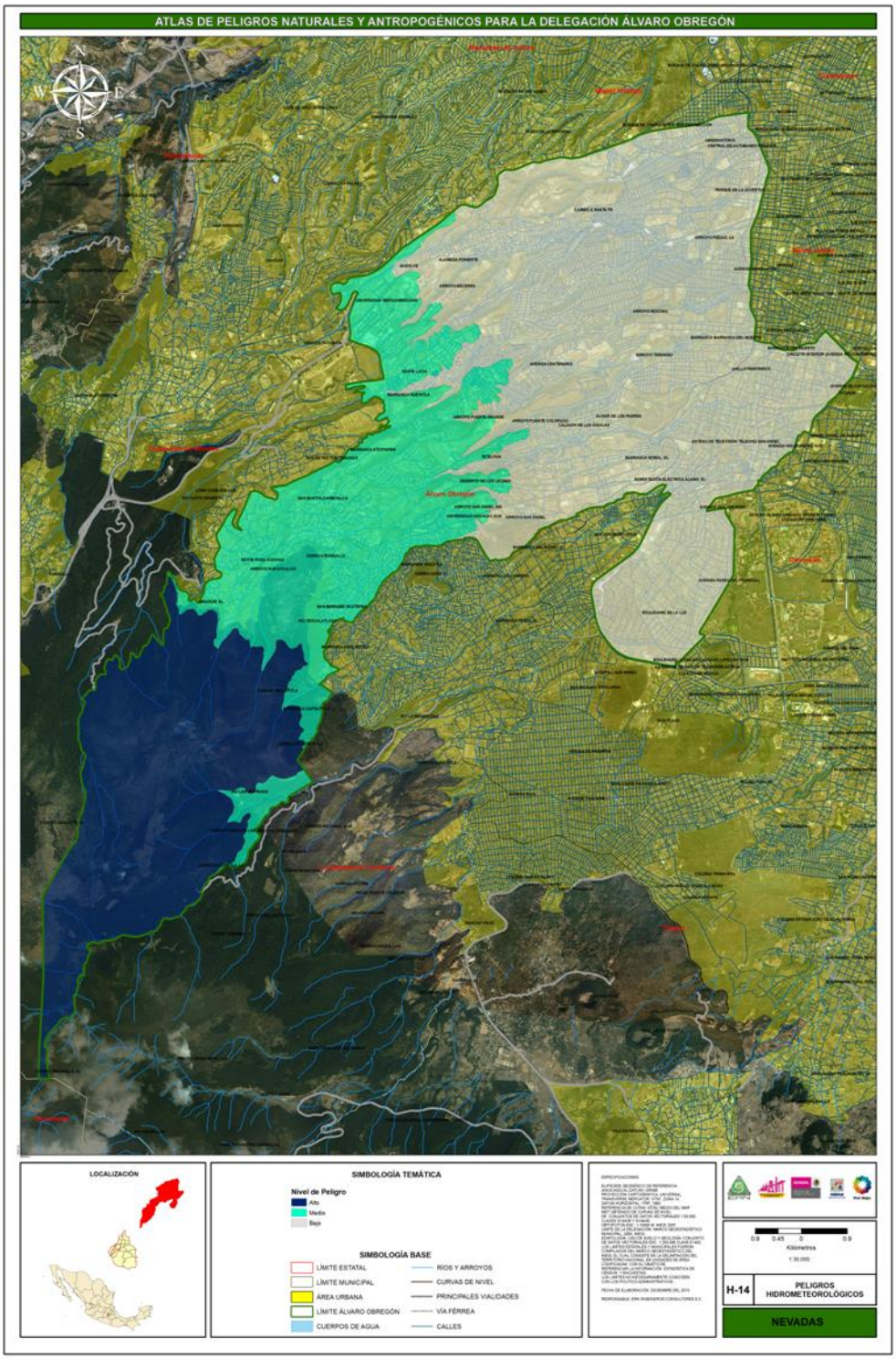


Figura 5.2.6.9 Mapa de Peligros por Nevada.

8.2.6.4 *Bibliografía*

CENAPRED, 2006. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos, pp:295-396.

6 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO

El desarrollo tecnológico y social ha permitido el mejoramiento en la calidad de vida de la sociedad, sin embargo con el paso del tiempo también se han originado nuevos peligros y riesgos a los que se encuentra expuesta la población, los cuales pueden causar accidentes con impactos importantes no sólo a la población sino también al medio ambiente. Este tipo de peligros están presentes cada vez que el hombre interactúa con sustancias químicas durante la elaboración y consumo de productos o con la utilización de nuevas tecnologías.

Los Peligros y Riesgos Antropogénicos son el resultado de las actividades humanas, los cuales dependiendo del agente perturbador involucrado se pueden clasificar en: químico-tecnológicos, sanitario-ambientales y socio-organizativos. Para el caso específico de la Delegación Álvaro Obregón, se busca identificar los peligros químico-tecnológicos y socio-organizativos.

6.1 Peligros Químico-Tecnológicos

6.1.1 Introducción

Los accidentes mayores relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas se presentan con poca frecuencia, sin embargo una vez que ocurren, el costo social, ambiental y económico es elevado.

De acuerdo con la definición del CENAPRED, los agentes perturbadores de tipo químico-tecnológico son las propias sustancias químicas que cambian de estado físico, se transfieren o transforman, esto a consecuencia del cambio de presión y temperatura a los que son sometidos los recipientes que las contienen o las tuberías que las conducen. A su vez los sistemas afectables son los conjuntos sociales y el medio ambiente (Figura 6.1.1).

Figura 6.1.1 **Peligros y Riesgos Químico-Tecnológicos. Elaboración de ERN.**

Las instalaciones industriales son sitios donde la actividad productiva generalmente implica el manejo y almacenamiento de sustancias químicas, así como su transporte por las vías de comunicación que llevan a las instalaciones o mediante tuberías, por lo que son sitios propensos a la generación de peligros químico-tecnológicos.

Ahora bien, el peligro que una sustancia puede representar para una localidad depende no sólo de las propiedades químicas de la misma (inflamables, corrosivas, reactivas, explosivas o tóxicas), sino también del volumen o cantidad almacenada y de su ubicación. El manejo y transporte inadecuado de estas sustancias puede originar distintos tipos de eventos, los cuales de acuerdo con la dimensión que presenten, generará distintos tipos de daños a la población y a la infraestructura. Los escenarios de mayor ocurrencia son:

Liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas.
Liberación de líquidos o sólidos peligrosos (contaminación por sustancias químicas peligrosas o residuos peligrosos).
Incendios (radiación térmica).
Explosiones (ondas de sobrepresión).

De acuerdo con las características de las sustancias y su forma de liberación, se pueden presentar diferentes tipos de eventos como:

Derrame. Descarga accidental de sustancias tóxicas en estado líquido, originado por el escape, evacuación, desborde, emisión o vaciamiento de hidrocarburos o sustancias nocivas capaces de modificar las condiciones naturales del medio ambiente y dañando los recursos naturales.

Fuga. Es la pérdida de sustancias (en estado gaseoso) al existir un cambio de presión debido a una ruptura en el recipiente que lo contiene o conduce, como tanques o tuberías.

Incendio de charco (pool fire). Es una ignición fija del líquido de un charco, que se produce en un recinto descubierto.

Dardo de fuego (jet fire). Llama estacionaria y alargada provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles, se presenta regularmente en tuberías.

Llamarada (flash fire). Llama creciente de propagación, de baja velocidad. Suele estar asociada a la dispersión de vapores inflamables a ras de suelo.

BLEVE. Este escenario se refiere a la Bola de Fuego que se produce por el estallido súbito y total, por calentamiento externo, de un recipiente que contiene un gas inflamable licuado a presión, cuando el material de la pared pierde resistencia mecánica y no puede resistir la presión interior. Dos ejemplos de sustancias químicas que se han visto involucradas en muchos accidentes de este tipo son: el Butano y Propano (componentes principales del gas LP).

Explosión de una nube de vapor inflamable no confinada. Explosión química que involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior, la cantidad de gas deberá superar el valor de algunas toneladas. Este tipo de accidentes están asociados al escape masivo de gases licuados, gases refrigerados y líquidos inflamables muy volátiles, que son capaces de generar gran cantidad de vapores inflamables en poco tiempo.

Explosión de vapor confinado. Explosión química que involucra gases inflamables en condiciones de confinamiento (total o parcial). Normalmente se asocia a explosiones derivadas de la combustión en recintos cerrados de vapor inflamable (naves industriales, salas de trascolamiento, sistemas de drenaje contaminados por productos volátiles, etc.).

Dispersión atmosférica. Se presenta cuando se involucra una sustancia que no es inflamable ni combustible, pero sí tóxica, lo que llevará a la formación de una nube y que en función de las condiciones meteorológicas, se extiende y se desplaza mientras se va diluyendo. Las áreas de terreno que quedan bajo el efecto de esta nube sufrirán las consecuencias del producto contaminante.

Los accidentes antes mencionados ocasionalmente no se presentan solos, sino son una concatenación de eventos también conocida como efecto dominó, en el cual al generarse un evento primario que se sale de control conlleva a eventos sucesivos que dejarán un mayor impacto como la pérdida de vidas humanas, daños a la infraestructura e inclusive al medio ambiente.

Dependiendo del tipo de evento que acontezca, sus consecuencias se medirán en función de la cantidad de energía liberada: radiación térmica cuando se presenta un incendio, sobrepresión si ocurrió una explosión o en su caso la expansión de gases tóxicos cuando las sustancias liberadas no son inflables pero sí tienen la capacidad de viajar en el ambiente y causar algún tipo de afectación al ser humano y al medio ambiente.

Además de los eventos señalados anteriormente, existen otras situaciones que dañan al medio ambiente y a la salud de la población y estos son a través de la liberación a la atmósfera de residuos peligrosos, producto de la actividad diaria de las instalaciones industriales que manejan sustancias químicas peligrosas. El medio ambiente puede ser afectado por descargas de residuos peligrosos al agua, al suelo o al aire, creando sitios contaminados por residuos peligrosos y que con el tiempo llegan hasta el ser humano, siendo la causa de la aparición de problemas de salud pública.

El peligro por contaminación de residuos peligrosos tiene lugar en algunas instalaciones industriales, inclusive en lugares donde únicamente se realiza el almacenamiento de las sustancias como es el caso de las estaciones de servicio o gasolineras, en los cuales se generan residuos con características físico-químicas y/o biológicas que los hacen peligrosos e incluso difíciles de eliminar.

Los residuos peligrosos han sido definidos como residuos sólidos, líquidos, gaseosos, o una combinación de ellos, los cuales debido a su cantidad, concentración, disposición inadecuada y características físicas, químicas o infecciosas pueden causar o contribuir a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias e irreversibles en el ser humano. Este tipo de residuos poseen alguna de las características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Infeccioso o Biológico).

El centro del país es el mayor generador de residuos peligrosos, tales como lodos, residuos de aceites y solventes. El Instituto Nacional de Ecología (INE) estima que en esta zona se generan 6,667,191 toneladas al año, el 52.37% de todo el país. Desafortunadamente a comparación de las cantidades generadas, la capacidad instalada en el país para su adecuada disposición aún es muy limitada puesto que se cuenta únicamente con un Sitio de Confinamiento de Residuos Peligrosos acreditado por la SEMARNAT, lo que ocasiona que una gran cantidad de éstos se disponga en basureros de manera clandestina.

6.1.2 Metodología para la identificación de peligros químico-tecnológicos

En la determinación de los peligros químico-tecnológicos en la Delegación Álvaro Obregón, se identificaron los sitios donde se realizan actividades que son consideradas peligrosas por el tipo de sustancias químicas, tales como instalaciones industriales o de servicios donde se manejan y/o almacenan grandes volúmenes de sustancias químicas peligrosas, así como las carreteras y los ductos por donde se transportan las sustancias o materiales peligrosos. Para cada uno de estos sitios se identificó su ubicación geográfica, el tipo de accidente que potencialmente se puede presentar y las posibles consecuencias a la población.

Para la identificación de los sitios que potencialmente presentan peligros químico-tecnológicos se pretende:

Localizar las instalaciones industriales y de servicios donde se manejan sustancias químicas peligrosas.
Identificar la trayectoria, longitud y diámetro de las tuberías que atraviesan la Delegación y que transportan sustancias peligrosas.
Identificar las rutas terrestres de transporte y distribución de sustancias y materiales peligrosos.
Identificar la naturaleza de los peligros asociados.
Conocer la naturaleza de los efectos más probables en caso de un accidente con las sustancias químicas.

6.1.3 Modelos para la caracterización del peligro

Para la determinación de los peligros y la estimación del nivel de riesgo generado por Agentes Químico-Tecnológicos en sitios de la Delegación Álvaro Obregón se ha propuesto el siguiente Tren Metodológico (Figura 6.1.2).

> Análisis histórico, el cual consiste en el estudio de los accidentes ocurridos previamente en sistemas que presentaban similitudes con el que se está analizando. El análisis histórico, es llevado a cabo de forma rápida y simple mediante la consulta de bancos de datos, el cual permite indicar de forma directa los peligros más esperados.
> Una vez identificados los peligros, se buscará analizar y jerarquizar los escenarios de riesgo, haciendo uso del árbol de fallos, herramienta que ayudará a encontrar los escenarios de riesgo.
> La última etapa es jerarquizar o determinar el nivel de riesgo con el método Mosler, esto lo haremos de manera representativa para los casos de gasolineras, gaseras y ductos.

La metodología mencionada previamente se basa en las Guías Metodológicas Básicas, publicadas por el CENAPRED (2006) para la evaluación de peligros y riesgos químico-tecnológicos.

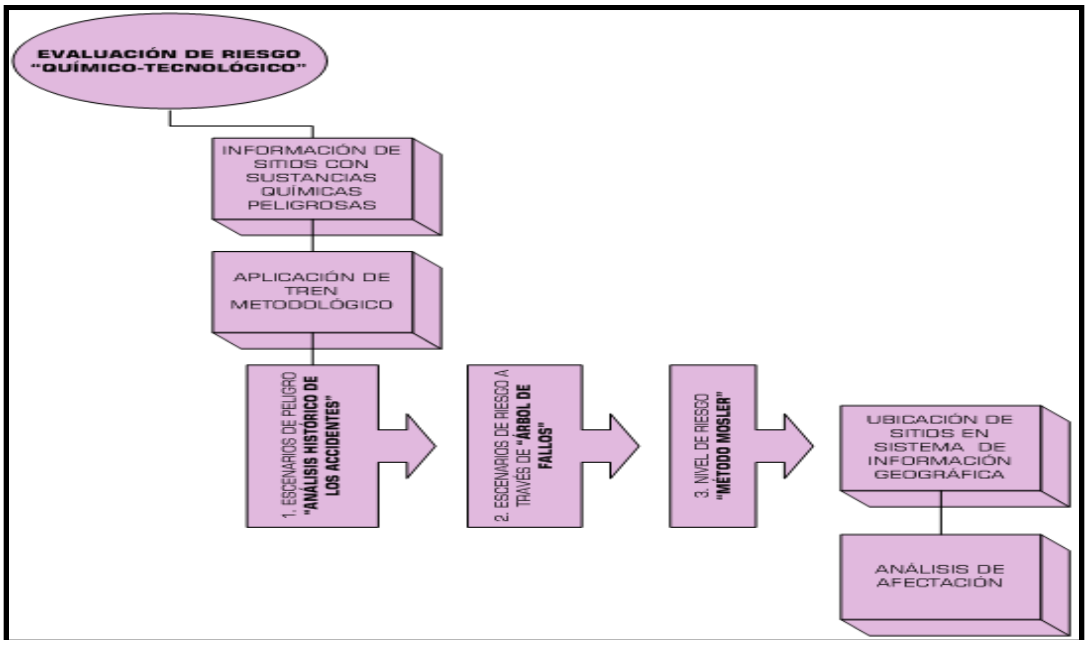


Figura 6.1.2 **Tren Metodológico para Peligros y Riesgos Químico-Tecnológicos.**

A continuación se da un panorama general de cada una de las etapas del tren metodológico:

Análisis Histórico de los Accidentes

El análisis histórico de los accidentes es una técnica identificativa esencialmente cualitativa orientada a la búsqueda de información de accidentes industriales ocurridos en el pasado. Dicha búsqueda se realiza en bancos de datos donde se encuentra almacenada la información concreta sobre una determinada situación, equipo u operación. Los resultados permiten contar con una idea general del peligro potencial en la instalación a evaluar.

De forma general, estos bancos de datos contienen la siguiente información por cada uno de los accidentes registrados:

- Identificación de la actividad.
- Tipo de actividad (transporte, proceso, carga, etc.).
- Tipo de industria (petroquímica, farmacéutica, etc.).
- Tipo de proceso (producción de acrilonitrilo, etc.).
- Principales sustancias implicadas.
- Tipo de accidente: incendio, explosión, nube tóxica, etc.
- Identificación del accidente: fecha y hora, causa o suceso inicial, secuencia, sistemas implicados en la secuencia, etc.
- Identificación de las consecuencias sobre la población interna y externa, sobre la planta y sobre el medio ambiente.
- Medidas adoptadas para evitar nuevos accidentes.

Árbol de fallos

El árbol de fallos es un esquema de las secuencias o concatenaciones de sucesos que deben producirse para que tenga lugar un suceso no deseado o accidente. Mediante este árbol es posible "descender" desde el accidente hipotético hasta acontecimientos mucho más simples, que comúnmente suceden en cualquier instalación industrial.

La ventaja principal de esta técnica es su representación gráfica, la cual facilita la comprensión de la causalidad, de hecho, un árbol de fallos como tal es un modelo gráfico en forma de árbol invertido que ilustra la combinación lógica de fallos parciales que conducen al fallo del sistema.

Un árbol de fallos se comprende de:

Accidente o fallo del sistema (denominado también suceso no deseado o evento tope), que es la situación excepcional objeto de estudio mediante la elaboración y análisis de árboles de fallos.

Los fallos que pueden ser de dos tipos, primarios o secundarios:

Fallos primarios: aquellos atribuibles a defectos de los componentes y no a la interacción con el exterior (por ejemplo, una soldadura mal hecha, etc.).

Fallos secundarios: aquellos atribuibles a la interacción del exterior con los componentes (por ejemplo, la rotura de un motor eléctrico por giro inverso al conectar las fases al revés, etc.). Estos siempre son el resultado de condiciones anómalas de funcionamiento y tienen una causa bien definida.

Para la elaboración de un árbol de fallos se realiza un estudio previo del sistema o proceso que se quiere analizar, con el fin de determinar los incidentes susceptibles de ser analizados y evaluados, es decir se requiere determinar el accidente que se pretende desarrollar. El accidente que se desarrollará con esta técnica será el obtenido en el análisis histórico de los accidentes.

De manera secuencial, es necesario identificar los fallos de los elementos y las relaciones lógicas que conducen al accidente. La identificación de los sucesos y las cadenas de sucesos se hace partiendo de la eventualidad no deseada y deduciendo la combinación lógica de incidentes que lo pueden desencadenar de forma recurrente. El primer paso es la determinación de los sucesos más inmediatos necesarios y suficientes para que se produzca el fallo del sistema. Con esta forma de operar, para cada nuevo hecho planteado, se generan los árboles de fallos. El proceso finaliza cuando todos los fallos identificados son primarios.

Método Mosler

Este método se desarrolla en cuatro fases concatenadas:

Fase 1: Definición del riesgo.

Se requiere definir a qué riesgos está expuesta el área ó sitio de estudio:

Riesgo de incendio.

Riesgo de explosión.

Riesgo de fuga y/o derrame de algún insumo químico peligroso.

Esta fase es definida con la realización del árbol de fallos por lo que se procederá con las siguientes tres fases que consisten en:

Fase 2: Análisis de riesgo.
Para este análisis se utilizan una serie de criterios:

Criterio de Función (F). Está referido a las consecuencias negativas o daños que pueden alterar o afectar a la propia actividad de la empresa.

Criterio de Sustitución (S). Está referido a las dificultades que pueden tenerse para sustituir los productos o los bienes una vez ocurrido el evento.

Criterios de Extensión (E). Está referido al alcance de los daños o pérdidas que se pueden presentar cuando ocurre el evento.

Criterios de Vulnerabilidad (V). Está referido a la posibilidad de que realmente se produzcan daños o pérdidas a las instalaciones aledañas.

Criterios de Profundidad (Pr). Está referido a los efectos psicológicos que se podrían producir como consecuencias en la propia imagen de la empresa.

Criterios de Agresión (A). Está referido a la posibilidad o probabilidad de que el riesgo se manifieste.

Fase 3: Evaluación del riesgo.
Esta tercera etapa tiene por objeto cuantificar el riesgo previamente definido y analizado. Para esta evaluación el procedimiento considera tres aspectos:

Calculo del Carácter del Riesgo (C).
Está referido al resultado de sumar la importancia del suceso (I) = (F x S), más los daños ocasionados (D)= (Pr x E).

$C = I + D = (F \times S) + (Pr \times E)$

Calculo de la probabilidad (P).

Esta referido al resultado obtenido de multiplicar el criterio de Agresión (A) por el criterio de Vulnerabilidad (V).

$P = A \times V$
Cuantificación del riesgo considerado (ER).

Está referido al resultado obtenido de multiplicar los datos resultantes en el cálculo del carácter de riesgo (C) por los datos resultantes en el cálculo de la probabilidad (P).

ER=C x P

Fase 4: Clasificación de riesgo.
Esta cuarta fase tiene por objeto clasificar el riesgo en función del valor obtenido en su evaluación.

VALOR	CLASE DE RIESGO	NIVEL
ENTRE 2 Y 250	MUY REDUCIDO	BAJO
ENTRE 251 Y 500	REDUCIDO	
ENTRE 501 Y 750	NORMAL	
ENTRE 751 Y 1,000	ELEVADO	MEDIO
ENTRE 1,001 Y 1,250	MUY ELEVADO	ALTO

Metodología para el mapeo de riesgos en **fuentes fijas** en la delegación Álvaro Obregón

La primera etapa consiste en identificar las fuentes fijas que almacenan y manejan sustancias químicas y/o materiales peligrosos en la Delegación, obteniendo su dirección o en su caso la ubicación geográfica (latitud y longitud), datos indispensables para geo-referenciar las industrias en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La siguiente etapa consiste en identificar aquellas sustancias que se tienen almacenadas en las instalaciones industriales o de servicios. De acuerdo con sus características de peligrosidad a la salud, de inflamación, de reactividad y al giro de la empresa se seleccionan los sitios de mayor interés para este estudio.

Una vez identificados los sitios de interés por manejo de sustancias químicas, se continúa con el tren metodológico para clasificar los sitios de acuerdo a su nivel de riesgo. El proceso concluye con la representación y ubicación de los sitios analizados, en un sistema de información geográfica, como se observa en los resultados de peligros químico-tecnológicos.

Metodología para el mapeo de riesgos en **ductos** en la delegación Álvaro Obregón

La primera etapa consiste en la identificación y ubicación de la trayectoria de tuberías superficiales y subterráneas que conducen sustancias peligrosas dentro

del territorio delegacional. Para llevar a cabo estos análisis de riesgo, se requiere contar con información detallada del diámetro y longitud de ductos, así como de las características físico-químicas de las sustancias transportadas, información que no fue posible obtener para los análisis realizados, por lo que su estimación de riesgo se lleva a cabo de una manera cualitativa empleando el tren metodológico.

Cabe señalar que la identificación y mapeo del riesgo en ductos presenta una serie de limitaciones como:

Carencia de registros sobre accidentes en ductos que transportan sustancias peligrosas.
No disponer de información sobre la ubicación y trayectoria exacta de los diferentes ductos.
No disponer de información sobre las características de diseño y condiciones de operación de los diferentes ductos.
Carencia de información sobre el estado de conservación de los ductos que transportan sustancias químicas.

6.1.4 Identificación de sitios industriales con actividades peligrosas

La identificación y localización de las instalaciones industriales con potencial de generar peligros químico-tecnológicos por el tipo de actividades realizadas en el territorio de la Delegación Álvaro Obregón, se basó en la clasificación que sugiere la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, en su apartado de Fenómenos Químicos del CENAPRED (2006).

Los ramos industriales de mayor interés de acuerdo con la Guía del CENAPRED (2006) son: minería, petroquímica, fabricación de sustancias químicas, agroquímicos, pinturas, industria del hule, productos plásticos, vidrio, cemento, industria metal-mecánica, recubrimiento de metales (galvanoplastia), almacenamiento de sustancias químicas, inflamables, tóxicas y corrosivas (Tabla 6.1.1).

Tabla 6.1.1 **Sectores, sub-sectores y ramas industriales de interés por peligros químico-tecnológicos. Fuente: CENAPRED, 2006.**

SECTOR	SUB-SECTOR	RAMA
Minería	Minería metálica	Minería de hierro
		Minería de metales no ferrosos
Industria Manufacturera	Productos alimenticios	Carne
		Lácteos
		Aceites y grasas comestibles
		Azucarera
		Bebidas
	Papel y productos de papel	Manufactura de papel, imprenta y editorial
	Sustancias químicas	Petroquímica básica
		Fabricación de sustancias químicas básicas
		Industria de fibras artificiales y/o sintéticas
		Agroquímicos Pinturas
		Refinación de petróleo
		Industria del hule
		Elaboración de productos plásticos
	Productos minerales no metálicos	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
		Fabricación de cemento, cal y otros productos minerales
	Metal-Mecánica	Fundición, moldeo de piezas metálicas ferrosas y no ferrosas
		Fabricación de estructuras metálicas, tanques y calderas industriales
		Industria Automotriz
		Fabricación y/o ensamble de artículos de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos
		Fabricación y/o ensamble de aparatos y

SECTOR	SUB-SECTOR	RAMA
		accesorios de uso doméstico
		Fabricación y/o ensamble de equipo de transporte y sus partes
		Fabricación y/o ensamble de equipo de radios, televisión, comunicación y de uso médico
		Recubrimiento de metales
Almacenamiento de sustancias químicas	Almacenamiento y distribución	Almacenamiento de sustancias químicas
		Almacenamiento de Amoniaco Anhidro
		Terminal de almacenamiento y distribución de combustibles

La Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, en la sección de Fenómenos Químicos del CENAPRED (2006), hace referencia a las sustancias peligrosas más comunes de acuerdo al giro de cada industria (Tabla 6.1.2). Es importante identificar aquellas industrias que almacenen alguna de estas sustancias en el territorio de la Delegación, ya que en caso de una falla en sus sistemas de almacenamiento o conducción, podrían ocasionarse daños importantes a la población.

Tabla 6.1.2 **Sustancias químicas de interés de acuerdo al sector y rama industrial.**

Fuente: CENAPRED, 2006.

Sustancia	SUB-SECTORES						RAMAS INDUSTRIALES						
	Sustancias Químicas	Almac y Distribución	Metal-Mecánica	Alimentos	Minería, Metálica	Papel y Celulosa	Química	Petro-química	Fibras y Resinas Sintéticas	Farma-céutica	Pinturas y Barnices	Agro-Química	Plástico
Acetato de Etilo	X	X	X	X			X	X		X	X	X	
Acetato de Butilo	X	X					X				X		
Acetato de Vinilo	X	X					X	X	X		X		
Acetona	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
Acrilato de Etilo	X	X					X		X		X	X	
Ácido Cianhídrico	X	X	X		X		X		X		X	X	
Ácido Clorhídrico	X	X	X	X	X	X	X	X					

Sustancia	SUB-SECTORES						RAMAS INDUSTRIALES						
	Sustancias Químicas	Almac y Distribución	Metal-Mecánica	Alimentos	Minería, Metálica	Papel y Celulosa	Química	Petro-química	Fibras y Resinas Sintéticas	Farma-céutica	Pinturas y Barnices	Agro-Química	Plástico
Ácido Fluorhídrico	X						X						
Ácido Nítrico	X	X	X	X			X	X		X			
Ácido Sulfúrico	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Alcohol Butílico	X	X					X	X	X		X		
Alcohol Etílico	X	X	X	X			X			X		X	X
Alcohol Iso Propílico	X	X					X	X		X	X		
Alcohol Metílico	X		X				X	X	X	X		X	
Amoniaco	X	X		X	X		X	X				X	
Benceno	X	X					X	X		X		X	
Bromuro de Metilo												X	

Sustancia	SUB-SECTORES						RAMAS INDUSTRIALES						
	Sustancias Químicas	Almac y Distribución	Metal-Mecánica	Alimentos	Minería, Metálica	Papel y Celulosa	Química	Petro-química	Fibras y Resinas Sintéticas	Farma-céutica	Pinturas y Barnices	Agro-Química	Plástico
Cianuro de Sodio	X	X	X		X		X						
Cloro	X		X	X	X	X	X	X	X	X			
Cloruro de Vinilo	X						X	X					
Dimetilamina	X	X				X	X	X		X		X	
Dióxido de Azufre					X	X							
Disulfuro de Carbono	X				X	X	X					X	
Estireno	X	X					X	X	X				X
Fenol	X	X					X		X		X		
Formal dehído	X	X					X		X	X		X	X
Gas L.P.	X		X	X	X	X	X	X					
Gasolina	X	X						X					
Hexano	X	X		X			X	X	X	X	X		

Sustancia	SUB-SECTORES						RAMAS INDUSTRIALES						
	Sustancias Químicas	Almac y Distribución	Metal-Mecánica	Alimentos	Minería, Metálica	Papel y Celulosa	Química	Petro-química	Fibras y Resinas Sintéticas	Farma-céutica	Pinturas y Barnices	Agro-Química	Plástico
Heptano	X	X	X		X		X		X	X	X	X	
Hidrógeno	X	X	X	X		X	X			X	X		
Hidróxido de Sodio	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	
Metil Etil Cetona	X						X	X			X		
Metil Isobutil Cetona	X	X					X		X	X	X		
Metil Metacrilato	X						X				X		
Monometilamina	X	X					X	X	X	X			
Óxido De Etileno	X						X	X	X				
Óxido De Propileno	X	X					X		X				

Sustancia	SUB-SECTORES						RAMAS INDUSTRIALES						
	Sustancias Químicas	Almac y Distribución	Metal-Mecánica	Alimentos	Minería, Metálica	Papel y Celulosa	Química	Petro-química	Fibras y Resinas Sintéticas	Farma-céutica	Pinturas y Barnices	Agro-Química	Plástico
Peróxido De Hidrógeno	X	X				X	X		X	X		X	
Propano	X	X	X		X		X	X	X				X
Tolueno	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
Xileno	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X

Adicional a las instalaciones industriales, otros sitios de interés por su potencial para generar peligros químicos-tecnológicos, son aquellos en los cuales se almacenan y comercializan sustancias químicas principalmente hidrocarburos tales como:

Estaciones de Servicio de Pemex (gasolineras).
Estaciones de Carburación y Autoconsumo (gaseras).
Sitios donde se almacenan grandes cantidades de Gas LP y otras sustancias químicas peligrosas.

Asimismo es importante tener en cuenta aquellas colonias que cuentan con el suministro de Gas Natural a través de la red de distribución de ductos dentro del territorio delegacional, ya que la población se encuentra expuesta a un peligro antropogénico de tipo químico-tecnológico.

Las estadísticas de accidentes por el manejo de sustancias químicas a nivel mundial muestran que las principales sustancias involucradas son los derivados del petróleo o hidrocarburos, así como el amoniaco, cloro y los explosivos.

Generalmente los accidentes en las estaciones de servicio se encuentran relacionados con los derrames de gasolina y diesel, los cuales provocan la contaminación del suelo y de los mantos acuíferos, así como incendios cuando las instalaciones se encuentran en mal estado. Por su parte los accidentes en las estaciones de carburación se encuentran ligadas a la fuga del gas LP, sustancia altamente inflamable que genera incendios, explosiones o la combinación de los anteriores a lo que se denomina BLEVE.

6.1.5 Incidentes relacionados con sustancias químicas atendidos por el cuerpo de bomberos en la Delegación Álvaro Obregón

Las estadísticas publicadas por la Dirección General del Heroico Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal, sobre los eventos que han atendido y que están relacionados con sustancias químicas, muestran que en los últimos tres años el incidente que mayor número de veces aconteció en la Delegación son las fugas de gas con 1,389 registros, lo que equivale al 35.8% de los accidentes. Le siguen los incendios con 1,196 incidentes, representando el 32% de todos los eventos registrados, cabe destacar que el primer trimestre del 2009 tuvo un gran impacto por este tipo de eventos, puesto que se registraron 198 incidentes tan sólo en ese periodo, casi el 45% del total. Mientras que el evento que se presentó en un

menor número de ocasiones fueron las explosiones, con 6 eventos de este tipo en los últimos 3 años.

Un incidente que presenta severas consecuencias en el medio ambiente son los derrames de sustancias peligrosas, puesto que algunas veces las sustancias derramadas consiguen migrar al subsuelo, dependiendo de si fue realizada o no una limpieza especial del lugar afectado, la sustancia podrá inclusive contaminar a los mantos acuíferos. La cantidad de accidentes de este tipo en los últimos tres años no ha sido nada despreciable ya que se contabilizaron 445 eventos.

En cuanto a los accidentes carreteros ya sea por choque o por volcadura se registraron 454 sucesos en los últimos 3 años. En la siguiente tabla y figura se muestra el panorama general de los accidentes ocurridos con sustancias químicas en la Delegación, los cuales fueron atendidos por el cuerpo de bomberos.

Tabla 6.1.3 **Eventos Atendidos en la Delegación Álvaro Obregón por el Cuerpo de Bomberos.**

Fuente: Ventanilla Única de Transparencia del D.F. (www.transparencia.df.gob.mx), 2010.

TIPO DE EVENTO	2008				2009				2010		
	Ene. a Mar.	Abr. a Jun.	Jul. a Sept.	Oct. a Dic.	Ene. a Mar.	Abr. a Jun.	Jul. a Sept.	Oct. a Dic.	Ene. a Mar.	Abr. a Jun.	Jul. a Sept.
Incendios	181	92	49	96	198	141	38	68	159	143	31
Fuga de Gas	134	113	138	123	108	134	125	138	134	128	114
Choque/ Volcadura	46	42	44	53	41	35	44	46	33	29	41
Flamazos	6	7	2	8	3	1	2	3	5	3	6
Explosiones	--	1	1	--	--	--	--	1	1	1	1
Derrame de Fluidos	26	22	29	36	47	58	53	74	49	24	27
Incidentes Relacionados con Sustancias Peligrosas no Inflamables	7	1	3	4	3	1	--	2	--	2	--
Mezclas Inflamables	30	37	25	28	25	39	30	26	25	20	35
Servicio Preventivo De Incendio	2	--	1	--	--	--	1	--	--	--	1

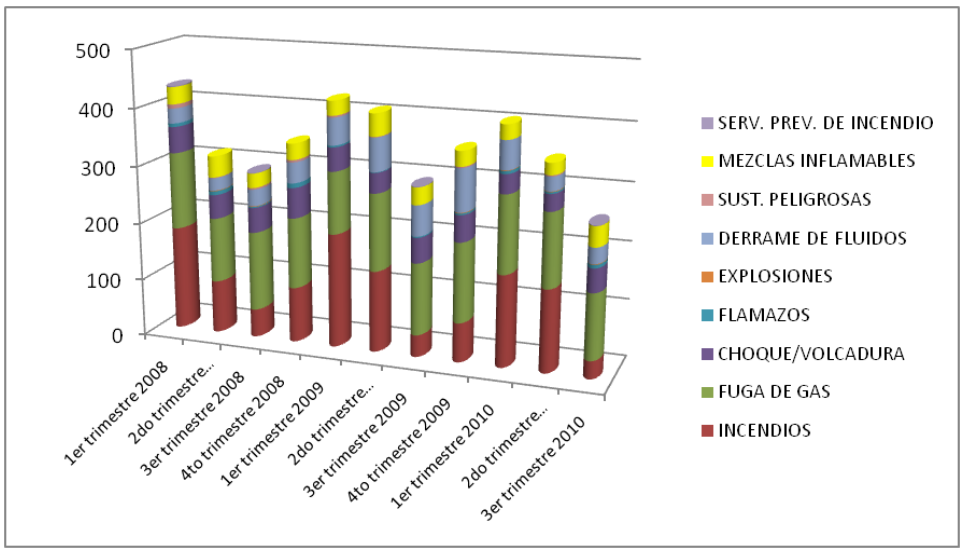


Figura 6.1.3 **Eventos atendidos en la Delegación Álvaro Obregón por el Cuerpo de Bomberos. Fuente: Ventanilla Única de Transparencia del D.F. (www.transparencia.df.gob.mx), 2010.**

A continuación se presenta un listado de eventos ocurridos durante el periodo de Enero a Octubre del 2010 –Tabla 6.1.4- y que fueron reportados por la dirección de Protección Civil de la Delegación Álvaro Obregón. Tales eventos son accidentes que estuvieron relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas.

De dichos registros destacan los accidentes e incidentes ocurridos con el manejo del gas tanto LP como gas natural, puesto que representan más del 90% de los eventos relacionados con sustancias químicas reportados en ese periodo.

Los eventos ocurridos van desde una fuga de gas, hasta incendios y explosiones, aunque como en años anteriores el evento que mayores registros presentó fue la fuga de gas ya sea en tanques estacionarios, móviles o en ductos.

Tabla 6.1.4 **Accidentes en la Delegación Álvaro Obregón Relacionados con el Manejo de Sustancias Químicas.**

Fuente: Protección Civil de la Delegación Álvaro Obregón, 2010.

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
01/01/10	INCENDIO DE CASA	ALFONSO XIII	RETIRO DE 5 TANQUES: 1 DE OXIGENO, 2 DE 30 Kg Y 2 DE 20 Kg de Gas LP
03/01/10	COMBUSTIBLE DERRAMADO	TORRES DE MIXCOAC	ATIENDEN 7 BOMBEROS
04/01/10	EXPLOSIÓN	LAS ÁGUILAS	FLAMAZO POR ACUMULACIÓN DE GAS, ATIENDEN BOMBEROS A.O.
07/01/10	INCENDIO	LOMAS DE CAPULA	EXPLOTÓ UN TANQUE DE 20 KILOS DAÑO TECHO DE ASBESTO DE UN DEPTO. DE APROXIMADAMENTE 10 X 5 M. NO HUBO LESIONADOS
10/01/10	VOLCADURA	PERIFÉRICO Y BARRANCA DEL MUERTO LAS FLORES	BOMBEROS DE A.O. REALIZARON LAVADO DE COMBUSTIBLE
11/01/10	CHOQUE CON LESIONADOS	BARRANCA DEL MUERTO Y PERIFÉRICO	LAVADO DE COMBUSTIBLE CON LA BOMBA 0057
14/01/10	FUGA DE GAS	LOS CEDROS	INCIDENTE EN TANQUE DE 20 Kg, ATENDIDO POR 6 VULCANOS
20/01/10	EXPLOSIÓN DE TANQUE	PRESIDENTES	HUBO LESIONADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA
22/01/10	OLOR A GAS	MOLINA DE ROSAS	ES ATENDIDO POR 6 BOMBEROS
22/01/	FUGA DE GAS	OLIVAR DEL CONDE 1ra	SE RETIRO UN TANQUE DE 20 KILOGRAMOS PICADO DEL FONDO

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
10		SECC.	
25/01/10	FUGA DE GAS	AMPLIACIÓN LAS ÁGUILAS	SE CANALIZA BOMBEROS ACUDE C/6 DE PERSONAL
27/01/10	DERRAME DE DIESEL	COLINA DEL SUR	TUVO LUGAR EN LA VÍA PÚBLICA Y FUE CANALIZADO A VULCANOS
31/01/10	INTOXICADO POR PVC	PALMAS	SIN COMENTARIOS
01/02/10	FUGA DE GAS	LOMAS DE STA. FE	OCURRIÓ EN DENTRO DE UN ESTABLECIMIENTO DE COMIDA RÁPIDA
02/02/10	FUGA DE GAS	OLIVAR DEL CONDE	RETIRO UN TANQUE DE 300 Kg POR ESTAR PICADO
04/02/10	FUGA DE GAS	OLIVAR DE LOS PADRES	SE RETIRA UN TANQUE DE 20 Kg PICADO DEL FONDO
05/02/10	FUGA DE GAS	U.H. BELEM	ES ATENDIDO POR 6 BOMBEROS
09/02/10	INCENDIO	BARRIO NORTE	FUGA DE GAS EN UN TANQUE DE 20 Kg
09/02/10	FUGA DE GAS	DESARROLLO URBANO	FUGA DE GAS EN CILINDRO DE 20 Kg EL EVENTO ES CANALIZADO A BOMBEROS
12/02/10	FUGA DE GAS	ALFONSO XIII	FUE RETIRADO UN TANQUE DE 20 Kg POR FALLA EN LA VÁLVULA
12/02/10	FUGA DE GAS	BELLAVISTA	SIN COMENTARIOS

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
21/02/10	FUGA DE GAS	TETELPAN	ES RETIRADO UN TANQUE DE 20 Kg QUE SE ENCONTRÓ EN MAL ESTADO
21/02/10	FUGA DE GAS	PUERTA GRANDE	LA FUGA PROVENÍA DE UN TANQUE DE GAS DE 500 Kg
21/02/10	EXPLOSIÓN	CORPUS CRISTI	AL CARGAR EL TANQUE SE QUEDÓ PEGADA LA VÁLVULA CHECK
22/02/10	BATERÍA DE TELMEX CONTAMINANDO	OLIVAR DEL CONDE	ES CANALIZADO EL INCIDENTE A TELMEX
27/02/10	FUGA DE GAS	CHIMALISTAC	SIN COMENTARIOS
27/02/10	EXPLOSIÓN	DANIEL GARZA	EXPLOSIÓN DE 2 CILINDROS DE 20 Kg Y 1 DE 40 Kg, FUERON DESALOJADAS 14 VIVIENDAS
27/02/10	FUGA DE GAS	LA OTRA BANDA	SE RETIRO UN TANQUE DE 20 Kg
27/02/10	INCENDIO	BELÉN DE FLORES	SE INCENDIARON APROXIMADAMENTE 300 METROS DE INSTALACIONES DE LA PFP QUE INCLUYEN AL COMEDOR Y LOS TALLERES
02/04/10	INCENDIO DE LLANTAS	CARLOS A MADRAZO Y PROLONGACIÓN REFORMA	QUEMA DE LLANTAS
06/04/10	VENTA DE GAS EN CAMIÓN EN MAL ESTADO	MOLINO DE ROSAS	CAMIÓN REPARTIDOR DE GAS SE ENCUENTRA EN MAL ESTADO POR LO QUE FUE QUITADO DE SERVICIO

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
06/04/10	EXPLOSIÓN DE TANQUE DE GAS	SAN BARTOLO AMEYALCO	FLAMAZO POR ACUMULACIÓN DE GAS
12/04/10	FUGA DE GAS NATURAL	ALPES	SE CANALIZA A COMPAÑÍA DE GAS NATURAL
13/04/10	FUGA DE GAS	SANTA FE	SE RETIRO UN TANQUE ESTACIONARIO DE 30 KILOGRAMOS EN MAL ESTADO DE LA LLAVE
17/04/10	FUGA DE GAS	OLIVAR CONDE	SIN COMENTARIOS
19/04/10	FUGA DE GAS	ALFONSO XIII	LA FUGA PROVENÍA DE UN TANQUE DE GAS DE 20 Kg
23/04/10	FLAMAZO	LOMAS DE LA HERA	FLAMAZO EN UN LOCAL DE ROPA, SIN LESIONADOS Y SIN DAÑOS A LA ESTRUCTURA
25/04/10	INCENDIO DE FABRICA	TOLTECA	SE QUEMAN 4 VEHÍCULOS
25/04/10	INCENDIO DE TANQUE	DANIEL GARZA	EXPLOTARON 4 TANQUES DE 20 Kg Y 1 DE 5 Kg
26/04/10	FUGA DE GAS	LA CASCADA	ES ATENDIDO POR BOMBEROS
27/04/10	INCENDIO DE AUTO	COVE	ES ATENDIDO POR EL CUERPO DE BOMBEROS
12.40	FUGA DE GAS	FLORIDA	ES ATENDIDO POR 4 BOMBEROS
30/04/10	INCENDIO	SANTA FE	ACUDEN 5 BOMBEROS PARA ATENDER EL INCIDENTE

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
03/04/10	FUGA EN TANQUE ESTACIONARIO	PRIMERA VICTORIA	TANQUE ESTACIONARIO DE 300 LITROS ABANDONADO CON FUGA DE GAS, EL INCIDENTE ES ATENDIDO POR LOS BOMBEROS. SE RETIRA EL TANQUE.
04/05/10	CHOQUE VEHÍCULO/ PIPA DE GAS	BELLAVISTA	UNO DE LOS VEHÍCULOS INVOLUCRADOS FUE UNA PIPA DE LA COMPAÑÍA REGIO GAS. EL CHOQUE PROVOCO LA CAÍDA DE UN POSTE DE LUZ
06/05/10	TANQUE DE GAS	MIGUEL GAONA	PROBLEMAS CON LA INSTALACIÓN DE DOS TANQUES DE GAS DE 20 Kg EN EL INTERIOR DE UNA CASA
06/05/10	OLOR A GAS	GUADALUPE INN	EL INCIDENTE ES CANALIZADO AL CUERPO DE BOMBEROS
06-05-10	VOLCADURA	CRISTO REY	SE REALIZA LAVADO DE COMBUSTIBLE
08/05/10	FLAMAZO	TLACUITLAPA	SIN COMENTARIOS
09/05/10	FUGA DE GAS	TOLTECAS	SIN COMENTARIOS
12/05/10	FUGA DE GAS	MOLINO DE ROSAS	SE TRATÓ DE UN TANQUE ESTACIONARIO ABANDONADO
15/05/10	INCENDIO EN CASA HABITACIÓN	ALPES	SE QUEMA CUARTO DE SERVICIO CON CONEXIÓN DE GAS
18/05/10	INCENDIO	CAROLA	SE TRATA DE UN CONATO DE INCENDIO
19/05/	FUGA DE GAS	LOMAS DE BECERRA	SE RETIRA TANQUE DE 20 Kg.

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
10			
21/05/10	FUGA DE GAS	OLIVAR DEL CONDE	UN TANQUE DE 300 LITROS SE LLENÓ AL 100% DE CAPACIDAD, SE DESCARGA LA LÍNEA
25-05-10	EXPLOSIÓN	COVE	EXPLOSIÓN DE UNA VIVIENDA
25-05-10	OLOR A GAS	DESARROLLO URBANO SANTA FE ENTRE TAMAULIPAS Y SANTA FE	SE CANALIZA AL CUERPO DE BOMBEROS
02/06/10	TANQUE ABANDONADO	ENTRE PUERTO YUCALTEPEN Y GUSTAVO DÍAZ ORDAZ	CILINDRO DE 4500 LIBRAS AL **30% DE CLORO** EN UN LOTE BALDÍO, LA VÁLVULA FUE CORTADA, ACUDEN LOS BOMBEROS A. O EL CILINDRO SE VACIO EN LA PRESA BECERRA
02/06/10	FUGA DE GAS	TLACOPAC	ES ATENDIDO POR EL CUERPO DE BOMBEROS
03/06/10	FUGA DE GAS	PRESIDENTES	SE RETIRA UN TANQUE DE 20 Kg QUE ESTABA PICADO DEL FONDO
04/06/10	FUGA DE GAS	GARCIMARRERO	TANQUE DE 30 Kg. PICADO DEL FONDO LO RECOGEN LOS BOMBEROS LA CAMIONETA 0382 C/3 DE PERSONAL
07/06/10	FUGA DE GAS	ACUILOTLA	SIN COMENTARIOS
09/06/10	FUGA DE GAS	OLIVAR DEL CONDE 1ª. SECCIÓN	ES ATENDIDO POR BOMBEROS, SE RECOGIÓ UN TANQUE DE 20 Kg.
10/06/	EXPLOSIÓN	BARRIO NORTE	FLAMAZO POR ACUMULACIÓN DE GAS RESULTANDO LESIONADA

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
10			UNA PERSONA FEMENINA
11/06/10	FUGA DE GAS	AMPLIACIÓN PRESIDENTES	SE CANALIZA BOMBEROS
18/06/10	INCENDIO DE CASA	MOLINO DE SANTO DOMINGO	EN CASA HABITACIONAL SE QUEMA UN TANQUE ESTACIONARIO DE 300 LITROS. CERCA ESTA UNA ESCUELA ESTA VACÍA
18/06/10	INCENDIO EN RESTAURAN	LA OTRA BANDA	CONATO DE INCENDIO EN EL ÁREA DE PARRILLAS
20/06/10	FUGA DE GAS	TIZAPAN SN ÁNGEL	ES RETIRADO UN TANQUE DE 20 Kg DE GAS BUTANO
21/06/10	FUGA DE GAS	OLIVAR DEL CONDE	SE CANALIZA A BOMBEROS, ACUDE LA CAMIONETA 0382 C/3 DE PERSONAL
29/06/10	FUGA DE GAS	GUADALUPE INN	SE CANALIZA A BOMBEROS Y SE SOLICITA EL APOYO DE PERSONAL DE PROTECCIÓN CIVIL PARA LA EVACUACIÓN DEL EDIFICIO POR MALA COMBUSTIÓN EN UNA COCINA DE RESTAURANTE
29/06/10	FUGA DE GAS	PILOTO	SE CANALIZA A BOMBEROS
02/07/10	FUGAS DE GAS	LOMAS DE TARANGO	SIN COMENTARIOS
05/07/10	FUGA DE GAS	JARDINES DEL PEDREGAL	SE RECOGE TANQUE DE 20 Kg. PICADO DEL FONDO
07/07/10	FUGA DE GAS EN TANQUE DE 20 KG.	LA MILAGROSA	SE CANALIZA A BOMBEROS

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
19/07/10	FUGA DE GAS	CALLE 3 ENTRE CENTENARIO Y ÁNGEL	FUGA DE GAS EN UN TANQUE DE 20 Kg. PICADO DEL FONDO ACUDEN LOS BOMBEROS
19/07/10	INCENDIO DE LABORATORIO	AMPLIACIÓN LAS ÁGUILAS	EN FABRICA O LABORATORIO DE MEDICINAS O PRODUCTOS BIOLÓGICOS PARA CONSUMO HUMANO SE INICIA FUEGO EN EL CUARTO DE GRANULADO SE INCENDIA HORNO POR CORTO CIRCUITO, SE ATIENDEN 3 PERSONAS POR INHALACIÓN DE HUMO
19/07/10	FUGA DE GAS. TANQUE ESTACIONAR	SAN CLEMENTE	ACUDEN LOS BOMBEROS
19/07/10	FUGA DE GAS	TIZAPAN	SE CANALIZA A BOMBEROS
22/07/10	FUGA DE GAS	REACOMODO CORPUS CHRISTI	SE CANALIZA A BOMBEROS FUE RETIRADO UN TANQUE DE 20 Kg. PICADO DEL FONDO
25-07-10	ACEITE DERRAMADO	EJE 5 SUR ENTRE ROSA VULCANO Y ROSA VIOLETA DIR. SUR NORTE	SIN COMENTARIOS
27/07/10	FUGA DE GAS NATURAL	SAN JERÓNIMO	INFORMANDO QUE EN LA ESCUELA PARA ENFERMERÍA EN LA PUERTA 3 OCURRIÓ LA FUGA DE GAS
28/07/10	OLOR A GAS	FLORIDA	SE CANALIZA BOMBEROS
01/09/10	EXPLOSIÓN	LAS ÁGUILAS	EN EL LUGAR SE CAYÓ UN CILINDRO DE GAS DEGOLLÁNDOSE LA VÁLVULA CON FUGA DE GAS, SIN EXPLOSIÓN
01/09/10	INCENDIO	TIZAPAN	TRABAJADORES DE CONSTRUCTORA ESTABAN REALIZANDO TRABAJO DE SOLDADURA Y UNA CHISPA PRENDIÓ LA

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
			PAPELERÍA DEL ARCHIVO DE FINANZAS LOS TRABAJADORES APAGARON EL INCENDIO
01/09/10	FUGA DE GAS	TEPEACA EN LA UNIDAD MANCIPACIÓN DEL PUEBLO	FUGA DE GAS DE TANQUE ESTACIONARIO DE 300 Kg POR SOBRE CARGA
10/09/10	FUGA DE GAS	ÁGUILAS	FUGA DE GAS EN UN TANQUE DE 500 LITROS POR SOBRE CARGA
11/09/10	FUGA DE GAS ESTACIONARIO	VILLA VERDUN	SIN COMENTARIOS
13/09/10	INCENDIO DE DEPARTAMENTO	U. H. LOMAS DE PLATEROS	FLAMAZO EN UN BOILER POR ACUMULACIÓN DE GAS EN UNA COCINA SE QUEMA ROPA EN POCA CANTIDAD UN APARATO ELECTRODOMÉSTICO Y BOILER SIN LESIONADOS
13/09/10	FUGA DE GAS	COL. HERÓN PROAL	SE CANALIZA A BOMBEROS
15/09/10	INCENDIO DE CASA	ARTURO GAMIS POR EL PANTEÓN JARDÍN	INCIDENTE POR MALA INSTALACIÓN DE TANQUE DE GAS 20 Kg
16/09/10	EXPLOSIÓN DE TANQUE DE GAS	BARRIO NORTE	EXPLOSIÓN POR ACUMULACIÓN DE GAS DAÑANDO VIDRIOS DE VENTANAS, SE QUEMA ROPA Y LAMINA DE FIBRA DE VIDRIO. SIN LESIONADOS
20/09/10	FUGA DE GAS	AMPLIACIÓN LAS ÁGUILAS	SE TRATÓ DE FLAMAZO POR ACUMULACIÓN DE GAS EN UN TANQUE DE 20 Kg. RESULTANDO UNA LESIONADA, NO AMERITA TRASLADO A HOSPITAL
2109'10	FUGA DE GAS NATURAL	JOSE MARÍA PINO SUÁREZ	SE TRATÓ DE FUGA DE GAS NATURAL EN LAS VÁLVULAS ACUDEN LOS BOMBEROS DE LA ÁLVARO OBREGÓN, SE

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
			CANALIZA A METROGAS
23/09/10	INCENDIO EN EMPRESA DE PLÁSTICO	MOLINO DE ROSAS	SE TRATÓ DE CONATO DE INCENDIO EN LA EMPRESA "AGIL" MOLDES EDICIONES DE PLÁSTICO, SE APAGÓ CON EXTINTORES
25/09/10	FUGA DE GAS	STA. FE	SIN COMENTARIOS
28/09/10	INCENDIO DE NEGOCIO	COVE	SE TRATÓ DE FLAMAZO EN UN TANQUE DE 30 Kg EN UN TALLER DE REPARACIÓN AUTOMOTRIZ. SE ATIENDE A UNA PERSONA POR QUEMADURAS LEVES.
03/10/10	FUGA DE GAS	LOMAS DE LA ERA	SIN COMENTARIOS
04/10/10	EXPLOSIÓN	BELLAVISTA	UNA FUGA DE GAS GENERÓ UN FLAMAZO RESULTANDO LESIONADA UNA PERSONA POR QUEMADURAS
06/10/10	FUGA DE GAS	LOMAS DE CHAMONTOYA	SE CANALIZA BOMBEROS
09/10/10	FUGA DE GAS	MOLINO ROSAS	SE TRATÓ DE FUGA EN TANQUE ESTACIONARIO 300 KG QUEDA CONTROLADA LA FUGA
10/10/10	VOLCADURA	CAROLA	SE REQUIERE LAVADO DE ASFALTO
11/10/10	FUGA DE GAS	SAN BARTOLO AMEYALCO	SE CANALIZA BOMBEROS

FECHA	TIPO	COLONIA	OBSERVACIONES
19/10/10	FUGA DE GAS NATURAL	LOMAS DE SAN ÁNGEL INN	PERSONAL DE OBRAS VIALES REALIZANDO TRABAJOS DE REPARACIÓN DE LA BANQUETA GOLPEÓ UN TUBO DE GAS NATURAL, PROVOCANDO FUGA. SE EVACUÓ EL KÍNDER SAN ÁNGEL. EL INCIDENTE ES ATENDIDO POR LOS BOMBEROS Y SE CANALIZA A GAS NATURAL
20/10/10	FUGA DE GAS	ÁGUILAS	SE CANALIZA A BOMBEROS
25/10/10	FUGA DE GAS	BARRIO NORTE	SE CANALIZA A BOMBEROS

6.1.6 Peligros Químico-Tecnológicos en la Delegación Álvaro Obregón

Los accidentes relacionados con las sustancias químicas se han incrementado a medida que aumentan las cantidades y los tipos de sustancias que son manipuladas por la población. Tanto la liberación de sustancias tóxicas, como la formación de incendios, explosiones o la contaminación de nuevos sitios con sustancias tóxicas, tienen como consecuencia la modificación de las condiciones de vida de las personas que se ven expuestas a tales eventos. Estos accidentes son la consecuencia de fallas en los equipos o en ocasiones por errores humanos durante su manejo y transporte.

En la República Mexicana ocurren aproximadamente 502 emergencias químicas cada año, lo que equivale a 1.38 eventos diariamente. Un rasgo importante de estos números es que el 91.8% de las emergencias químicas del país se presentan en tierra y tan sólo 8.2% en mar. De las emergencias químicas ocurridas en tierra, el primer lugar es ocupado por los accidentes ocurridos en carretera, siguiendo los accidentes ocurridos en las fuentes fijas o industrias.

De acuerdo al diagnostico de peligros y riesgos del CENAPRED, las sustancias que se ven más frecuentemente involucradas en los accidentes son las derivadas del petróleo, después el amoníaco, el cloro, los solventes y los explosivos.

En cuestión de los accidentes ocurridos en el país en fuentes fijas, la sustancia mayormente involucrada es el Gas LP con el 16.6%, le sigue la gasolina con el 9.7%, luego el amoniaco con el 5.7%.

Mapeo de peligros en fuentes fijas de la Delegación Álvaro Obregón

Instalaciones industriales con manejo de sustancias peligrosas

El mapeo de las industrias manufactureras que representan un peligro químico-tecnológico para la población de la Delegación Álvaro Obregón, se basó en el listado obtenido del Sistema de Información Empresarial Mexicano (www.siem.gob.mx) el cual contiene todas la empresas instaladas dentro de la delegación Álvaro Obregón. La base de datos resultado de la consulta a la página anterior se filtró con respecto al giro de las empresas, de modo tal que obtuviéramos un listado con de las empresas que se estima manejan sustancias peligrosas, tomando en cuenta la clasificación del CENAPRED (Tabla 6.1.1) y de acuerdo al giro con que se encuentran registradas.

Los giros económicos que se estima manejan sustancias peligrosas son los siguientes: fabricación de agroquímicos, cosméticos, galvanoplastia, fabricación de gases, hule, farmacéutica, metal-mecánica, plásticos, pinturas y la comercialización de productos químicos. Estas industrias se localizan en colonias de la Delegación Álvaro Obregón tales como: **Los Alpes, Alfonso XIII, Campestre, Merced Gómez, Olivar del Conde, La Otra Banda, San Pedro de los Pinos, Santa María Nonoalco, Tizapan**, principalmente.

En la Tabla 6.1.5 se muestra la información de las industrias que se estima manejan sustancias peligrosas en la Delegación Álvaro Obregón.

Tabla 6.1.5 **Industrias que de acuerdo con su Giro Empresarial Manejan Sustancias Peligrosas.**

NOMBRE	GIRO COMERCIAL	CALLE Y NÚMERO	COLONIA
Acabados Electrolíticos Estela, S.A. de C.V.	Industria de Cobrizado, Latonado y Cromado	Calle 15, Mza. 30 A Lote 2.	Olivar del Conde
Acabados Electrolíticos Olivar S.A. de C.V.	Industria de Cobrizado, Latonado y Cromado	Calle 15, Mza. 35 Lote 2	Olivar del Conde 1a Sección
Ace Industrial, S.A. de C.V.	Servicio y Mantenimiento de Calderas	Sur 114 No. 17	Cove
ARLEX de México, S.A. de C.V.	Laboratorio Farmacéutico	Puerto De Acapulco No. 35	Piloto
Artículos de Fibra de Vidrio	Fabricación de Fibra de Vidrio	Principal No. 61	Herón Proal
Bristol Myers Squibb de México S. de R.L. de C.V.	Industria Farmacéutica	Revolución No. 1267	Tlacopac
Colorantes Importados, S.A. de C.V.	Fabricación de Colorantes y Pigmentos	Corregidora No. 28	Campestre
Colorantes	Comercio al por mayor de	Calle 10 No.	San Pedro

NOMBRE	GIRO COMERCIAL	CALLE Y NÚMERO	COLONIA
Importados, S.A. de C.V.	Productos Químicos para la Industria Farmacéutica y para Otro Uso Industrial	20	de Los Pinos
Concretos Apasco S.A de C.V.	Fabricación de Concreto	Nicanor Arvide No. 418	Minas de Cristo
Concretos Cruz Azul S.A de C.V.	Fabricación de Concreto	Avenida de San Antonio No. 418	Minas de Cristo
El Arte, S.A.	Fabricación de Joyería De Fantasía	Andes No. 27	Los Alpes
ETAL, S.A. de C.V.	Fabricación de Condensadores y Platinos	Felipe Ángeles No. 52	Bellavista
Farmacéuticos Altamirano de México	Fabricación de Preparaciones Farmacéuticas	Adolfo López Mateos No. 957	8 de Agosto
Fabrica de Tabiques	Fabricación de Ladrillos No Refractarios	Emiliano Zapata No. 25	Lomas de Chamontoya
Fide Plastic, S.A. de C.V.	Fabricación de Bolsas de Plástico	Vasco De Quiroga No. 1822	Santa Fe
Galvanizadora de Metales, S.A. de C.V.	Recubrimientos y Terminados Metálicos	Larguilleri No. 10	Santa María Nonoalco
Galvano Depósitos, S.A. de C.V.	Maquila de Galvanoplastia	Primera De Minas No. 31	Lomas De Becerra
Grupo Manufacturero Empresarial, S.A. de C.V.	Fabricación de Sulfato de Aluminio	Del Rosal No. 216	Molino De Rosas
Ibarra Corte Y Doblez De Lamina, S.A. de	Fabricación de Productos de Acero	Prolongación Av. San Antonio No.	Carola

NOMBRE	GIRO COMERCIAL	CALLE Y NÚMERO	COLONIA
C.V.		137	
Industrial Corona de México, S.A. de C.V.	Fabricación de Productos de Plástico	Tolteca No. 151	San Pedro De Los Pinos
Industrial Hulmex, S.A. de C.V.	Industria del Hule	Allori Esq. Murillo No. 26	Santa María Nonoalco
Industrial Técnica de México, S.A. de C.V.	Fabricación de Porta Moldes; Porta Troqueles de Acero y Accesorios	Franz Halls No. 99	Alfonso XIII
Infra S.A. de C.V.	Fabricación de Gases Industriales Medicinales	Adolfo López Mateos No. 1547	Alfonso XIII
Intertecnica, S.A. de C.V.	Fabricación de Productos de Acero	Tolteca No. 187	San Pedro de Los Pinos
Janssen Cilag S.A de C.V.	Fabricación de Preparaciones Farmacéuticas	San Jerónimo No. 79	Tizapan San Ángel
Laboratorios Cryopharma S.A de C.V.	Fabricación de Preparaciones Farmacéuticas	De Los Leones No. 130	Los Alpes
Medidores Azteca S.A de C.V.	Fabricación de Instrumentos de Medición, Control, Navegación y Equipo Medico Electrónico	Don Manuelito No. 30	Olivar de Los Padres
Nitrógeno Industrial y Alimenticio	Fabricación de Gases Industriales	Cuauhtémoc No. 158 B	Tizapán
Plásticos Rex, S.A. De C.V.	Fabricación de Tubos de PVC	Rómulo O'Farril No. 434	Olivar de Los Padres
Probelco, S.A. de C.V.	Fabricación y Venta de Productos Cosméticos	Biznaga No. 43	Las Palmas
Química Tokio	Fabricación de Bandas y	Canario No.	Bellavista

NOMBRE	GIRO COMERCIAL	CALLE Y NÚMERO	COLONIA
	Mangueras de Hule y Plástico	105	
Selder S.A. de C.V.	Fabricación de Preparaciones Farmacéuticas	Fernando M. Villalpando No. 48	Guadalupe Inn
Tensioactivos de México, S.A. de C.V.	Fabricación de Productos Químicos para Lavanderías y Tintorerías	16 No. 86	San Pedro de Los Pinos
Terminal de Almacenamiento y Distribución Satélite Sur	Almacenamiento de Combustibles (Gasolina Y Diesel)	Av. Centenario No. 301	La Merced Gómez
Unilever de México-División Ice Cream Helados Holanda	Elaboración de Helados y Paletas	3ra Cerrada De Minas No. 141	Lomas de Becerra
Velsimex, S.A. de C.V.	Fabricación de Productos Químicos P/la Agricultura	Central No. 206	San Pedro de Los Pinos

Instalaciones industriales generadoras de residuos peligrosos

Hasta el momento no se cuenta con un registro de los sitios contaminados por sustancias químicas peligrosas o por residuos peligrosos, sin embargo, es importante señalar que de acuerdo con un informe técnico referente a la contaminación por gasolina: "Prácticas apropiadas para disminuir los riesgos ambientales por el manejo de gasolina en estaciones de servicio" del CENAPRED (2001), la contaminación de suelos y aguas subterráneas se origina principalmente por derrames en los tanques de almacenamiento subterráneos existentes en las estaciones de servicio, así como por los accidentes carreteros de pipas que transportan combustible.

Muestras de agua subterránea tomadas en la República Mexicana para su análisis, han detectado que el 60% de los compuestos químicos contaminantes pertenecen a la gasolina. Mientras que las causas más comunes para que se

presenten derrames en tanques subterráneos, son su mala instalación y la corrosión que se forma por el contacto con el suelo.

Como medida preventiva, aunque las estaciones de servicio (gasolineras) instaladas en la Delegación cumplen con las especificaciones de seguridad establecidas por Pemex, y hasta el momento no se cuenta con algún reporte de contaminación, es importante su verificación periódica para corroborar el adecuado estado de sus instalaciones.

Por otra parte, la SEMARNAT a través de su informe RETC (Registro de Emisiones y Transmisiones Contaminantes), enlista las fuentes fijas o industrias que se encuentran en la Delegación Álvaro Obregón que son generadoras de contaminantes, asimismo, se reportan las cantidades de residuos peligrosos emitidos y/o transferidos (
Tabla **6.1.6**).

Tabla 6.1.6 **Empresas Generadoras de Contaminantes Localizadas en la Delegación Álvaro Obregón. Fuente: Registro de Emisiones y Transmisiones Contaminantes RETC de SEMARNAT.**

EMPRESA	GIRO	EMISIONES
Preconcreto S.A. De C.V.	Concreto	Partículas de Asfalto
Plasticolor, S.A. de C.V.	Química Gas	Cl, ClH
Llantera Atlas, S.A. de C.V.	Renovadora De Llantas	PARTÍCULAS
ARLEX de México S.A. de C.V.	Laboratorio Farmacéutico	Bióxido de Carbono
Acabados Electrolíticos Estela S.A. de C.V.	Cobrizado, Cromado, Latonado)	Arsénico, Cadmio, Cianuro Inorgánico/Orgánico, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo
Acabados Electrolíticos Olivar S.A. de C.V.	Cobrizado, Cromado, Latonado)	Arsénico, Cadmio, Cianuro Inorgánico/Orgánico, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo
Bristol Myers Squibb De México S. de. R.L. de C.V.	Laboratorio Farmacéutico	Arsénico, Bióxido De Carbono, Cadmio, Cianuro Inorgánico/Orgánico, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo
Etal S.A. de C.V.	Fabricación de Consumibles para Soldadura	Bióxido de Carbono
Industria Hulmex S.A.	Hule para Fabricas	Arsénico, Bióxido de Carbono, Cadmio, Cianuro Inorgánico/Orgánico, Cromo, Formaldehido, Mercurio, Metano, Níquel, Plomo
Terminal de Almacenamiento y Distribución Satélite Sur	Almacenamiento de Hidrocarburos	Acetaldehído, Acroleína, Arsénico, Benceno, Bióxido de Carbono, Cadmio, Cianuro Inorgánico/Orgánico, Cromo, Formaldehido, Mercurio, Níquel, Plomo

En la Figura 6.1.4 se muestra el mapa generado con la ubicación geográfica de las instalaciones industriales que manejan sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos, este mapa corresponde al número A-3 de peligros antropogénicos, el cual se muestra en el anexo de mapas a este reporte.

Figura 6.1.4 **Mapeo de instalaciones industriales con manejo de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos en la Delegación Álvaro Obregón.**

Estaciones de servicio

Hasta agosto del 2010, la paraestatal PEMEX tenía registradas 26 estaciones de servicio o gasolineras en la Delegación Álvaro Obregón (Tabla 6.1.7), de acuerdo con la información publicada por Pemex Refinación (www.ref.pemex.com) cada una de ellas ha cumplido con los requisitos de modernización e instalación de nuevos dispositivos de seguridad y prevención de la contaminación ambiental.

Tabla 6.1.7 **Estaciones de servicio en la Delegación Álvaro Obregón.**
Fuente Pemex Refinación (www.ref.pemex.com), 2010.

NÚM. EST.	RAZÓN SOCIAL	COLONIA	GASOLINA	DIESEL
E00013	Servicio J. Gutiérrez, S.A. de C.V.	San Ángel	Si	Si
E00029	Servicio San Pedro, S.A. de C.V.	San Pedro de los Pinos	Si	Si
E00119	Gasolinera Murcia, S.A. de C.V.	Guadalupe Inn	Si	No
E00120	Consorcio Gasolinero Plus, S.A. de C.V.	San Ángel	Si	No
E00333	Consorcio Gasolinero Plus, S.A. de C.V.	Pino Suarez	Si	Si
E02517	Servicio Alfonso XIII, S.A. de C.V.	Olivar del Conde	Si	No
E02797	Servicio Jardines Del Pedregal, S.A. de C.V.	Jardines del Pedregal	Si	No
E02927	Auto Servicio Revolución, S.A.	Guadalupe Inn	Si	No
E03175	Servicio Izquierdo, S.A. de C.V.	San Ángel Inn	Si	No
E03282	Súper Servicio Colina Del Sur, S.A. de C.V.	Fracc. Colinas del Sur	Si	Si
E03758	Estación De Servicio Las Águilas, S.A. de C.V.	Ampliación Las Águilas	Si	No
E04731	Servicios La Cañada, S.A. de C.V.	Jardines del Pedregal	Si	No
E04807	Gasolineras Grupo Mexicano, S.A. de C.V.	San Pedro de los Pinos	Si	No
E05565	Grupo De Gasolineros de México, S.A. de C.V.	Ex Hacienda de Tarango	Si	Si
E05580	Servicio Pointer, S.A. de C.V.	Merced Gómez	Si	No

NÚM. EST.	RAZÓN SOCIAL	COLONIA	GASOLINA	DIESEL
E05817	Servicio Eclipse, S.A. de C.V.	Santa Fe	Si	No
E05943	Servicio Monte Verde, S.A. de C.V.	La Otra Banda	Si	No
E05986	Burbil, S.A. de CV	La Otra Banda	Si	No
E07268	Operadora Aguesu, S.A. de C.V.	Lomas de Santa Fe	Si	No
E08414	Paviro S.A. de C.V.	Olivar de los Padres	Si	Si
J01023	Autotrans. de Pasj Mex-Toluca - Sn. Luis Mextepec-Qro. F-Roja, S.A de C.V.	Cristo Rey	No	Si
J01025	Omnibus Cuauhtémoc, S.A. de C.V.	Cristo Rey	No	Si
J01051	Turismos y Autobuses México-Toluca Triangulo Flecha, S.A. de C.V.	Capulín	No	Si
J01075	Autobuses México-Toluca-Zinancatepec Y Ramales , S.A. de C.V.	Molino de Santo Domingo	No	Si
J01103	Enlaces Terrestres Nacionales, S.A. de C.V.	Pino Suarez Tacubaya	No	Si
J01215	Autotransportes Herradura de Plata, S.A. de C.V.	Las Cuevitas de Santa Fe	No	Si

Los resultados que se obtuvieron después de aplicar el tren metodológico a las estaciones de servicios son los siguientes:

El análisis histórico de accidentes mostró que los peligros a posibles accidentes a los que se encuentran expuestos estos sitios son:

- Derrame del combustible
- Incendios de charco
- Explosión en los tanques de almacenamiento

Las posibles causas son:

- Defectos en los equipos
- Deficiencias en el mantenimiento
- Diseño inapropiado de la instalación
- Termino de la vida útil del equipo o corrosión

El escenario de riesgo más común en este tipo de establecimientos es un INCENDIO por fuga en los equipos de conexión, originado por corrosión o por la realización de trabajos no autorizados y con pocas medidas de seguridad.

Los resultados obtenidos de aplicar el tren metodológico muestran que en las estaciones de servicio se presenta un nivel bajo de riesgo, aunque siempre existe la posibilidad de que se presente un evento mayor ante situaciones extraordinarias.

Estaciones de carburación y estaciones de autoconsumo de Gas

Por otra parte, la Secretaría de Energía ha reportado que en la Delegación Álvaro Obregón se cuenta con 10 ubicaciones (algunas de las cuales presentan diferentes razones sociales en una misma ubicación física) en las que se tienen instaladas "estaciones de carburación y estaciones de autoconsumo" (Tabla 6.1.8), las cuales son instalaciones encargadas de la distribución de Gas LP a la mayoría de los pequeños consumidores, o en su caso instalaciones de abasto para vehículos de algunas industrias, los cuales representan un peligro latente para las poblaciones aledañas al contar con grandes volúmenes de gas altamente inflamable almacenado.

Tabla 6.1.8 **Estaciones de carburación y autoconsumo en la Delegación Álvaro Obregón. Fuente: Secretaria de Energía (www.egob.energia.gob.mx), 2010.**

PERMISO	TIPO DE ESTACIÓN	RAZÓN SOCIAL	COLONIA
ECC-DF-107-N/01	Carburación	Jose Enrique Puebla Ramos	Merced Gómez
ECC-DF-082-N/01		Gasomático S.A. de C.V.	Merced Gómez
ECC-DF-05061683		Combustibles Modernos de México, S.A. de C.V.	Merced Gómez
ECC-DF-04030677		Gas Presto, S.A. de C.V.	Merced Gómez
AD-DF-004-C/99	Carburación	Gas Licuado de México, S.A. de C.V.	San Pedro de los Pinos
ECA-DF-067-N/00	Autoconsumo	Propimex, S.A. de C.V.	Merced Gómez
ECA-DF-		Cervecería Cuauhtémoc	Merced Gómez

PERMISO	TIPO DE ESTACIÓN	RAZÓN SOCIAL	COLONIA
090-N/01		Moctezuma, S.A. de C.V.	
ECA-DF-01030570	Autoconsumo	Las Cervezas Modelo en la Zona Metropolitana, S.A. de C.V.	Merced Gómez
ECA-DF-019-C/00	Autoconsumo	Calli en su Casa, S.A. de C.V.	Molino de Santo Domingo
ECA-DF-085-C/01	Autoconsumo	Llantera Atlas, S.A. de C.V.	San Pedro de los Pinos
ECA-DF-086-C/01	Autoconsumo	Anderson Clayton y CO. S.A. de C.V.	Arvide
ECA-DF-11031018	Autoconsumo	Combustibles y Gases de Tepeji S.A. de C.V.	La Martinica
ECA-DF-027-C/00	Autoconsumo	Bimbo, S.A. de C.V.	Olivar del Conde
ECA-DF-12031053	Autoconsumo	Combugas del Valle de México, S.A. de C.V.	Torres de Potrero

Para el caso de las estaciones de carburación y estaciones de autoconsumo (gaseras), después de aplicar el tren metodológico propuesto se obtuvieron los siguientes resultados:

El análisis histórico de los accidentes mostró que los escenarios de peligro son fuga, incendio, explosión, BLEVE o una combinación de las anteriores en los tanques de almacenamiento.

De los anteriores eventos, el que mayores consecuencias puede originar es la BLEVE, ya que es la combinación de un incendio con una explosión, por lo que el árbol de fallos mostró que las posibles causas son: el incorrecto mantenimiento, termino de la vida útil de alguno de los equipos, modificación en la presión o temperatura del gas, corrosión, falla en los sistemas de alivio de presión, o por causa de otros eventos como incendios de charco cercanos al tanque.

Los resultados obtenidos de aplicar el tren metodológico muestran que en las estaciones de carburación y estaciones de autoconsumo (gaseras), se presenta un nivel medio de riesgo. Cabe destacar que la sustancia almacenada es altamente peligrosa en lo que se refiere a su nivel de inflamabilidad, ya que cuenta con el número más alto (4) en la clasificación del rombo de seguridad, por lo que un evento extraordinario

podría desencadenar daños importantes, debido a que estas instalaciones se encuentran dentro de zonas urbanas.

En la Figura 6.1.5 se muestra el mapa generado con el mapeo de las estaciones de servicio (gasolineras) y estaciones de carburación/autoconsumo (gaseras), este mapa corresponde al número A-1 de peligros antropogénicos, el cual se muestra en el anexo de mapas a este reporte.

Figura 6.1.5 **Mapeo de estaciones de servicio (gasolineras) y estaciones de carburación/autoconsumo (gaseras) en la Delegación Álvaro Obregón.**

Terminal de almacenamiento y distribución de gasolina y diesel en la Delegación Álvaro Obregón

Dentro del territorio de la Delegación Álvaro Obregón se encuentra una de las Terminales de Almacenamiento y Distribución de Gasolina y Diesel para el Distrito Federal (Figura 6.1.6), sitio en el que se almacenan grandes cantidades de hidrocarburos. Esta terminal surte de combustible a estaciones de servicios tanto de la Delegación Álvaro Obregón como de las delegaciones aledañas.

La terminal Satélite Sur es abastecida por medio de los poliductos Azcapotzalco-Barranca del Muerto de 8'' y 12'', ductos que se encuentran a cargo de la paraestatal PEMEX, los cuales representan un peligro químico-tecnológico dentro de la demarcación al atravesar algunas de sus colonias.

Son 9 las delegaciones a las cuales se distribuyen los hidrocarburos almacenados de esta terminal: Álvaro Obregón, Miguel Hidalgo, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco y Tláhuac, atendiendo principalmente la demanda del sector industrial y el transporte.

A través de imágenes de satélite e información oficial publicada en internet, se localizó geográficamente esta terminal de almacenamiento y distribución, para posteriormente incorporarla en la información cartográfica y los mapas de resultado de este Atlas Delegacional.

Esta terminal de almacenamiento y distribución de gasolina y diesel se ubica desde julio de 1968 en la Av. Centenario No. 301, Col. Merced Gómez. Las principales sustancias químicas que se manejan son: Gasolina Pemex Premium, Gasolina Pemex Magna y Pemex Diesel. Por los niveles de peligrosidad en cuanto a inflamabilidad y las cantidades almacenadas de las sustancias que se manejan en la terminal, se sugiere a las autoridades delegacionales verificar el estado de seguridad que guardan las instalaciones y procesos dentro de esta terminal para prevenir algún evento que ponga en riesgo a la población.

Figura 6.1.6 **Terminal de almacenamiento y distribución de gasolina y diesel en la Delegación Álvaro Obregón.**

Como equipo disponible para la distribución del combustible a las estaciones de servicio del Distrito Federal, la Terminal Satélite Sur, ubicada en la Delegación Álvaro Obregón, cuenta con 82 autotanques, cada uno con capacidad para transportar 20,000 litros.

En esta terminal se tienen instalados 4 tanques para el almacenamiento de los hidrocarburos (Gasolina Magna, Gasolina Premium, Pemex Diesel e hidrocarburos recuperados, Tabla 6.1.9). La capacidad de almacenamiento nominal que tiene la terminal, es de aproximadamente 65,000 barriles.

Tabla 6.1.9 **Tanques instalados en la Terminal de Almacenamiento y Distribución Satélite Sur. Fuente: Pemex Refinación (www.ref.pemex.com), 2010.**

CLAVE DE TANQUE	SUSTANCIA ALMACENADA	CAPACIDAD OPERATIVA (BARRILES)	CAPACIDAD NOMINAL (BARRILES)
TV-3	Gasolina Pemex Magna	17,296	20,000
TV-5	Para hidrocarburos recuperados	4,739	5,000
TV-6	Pemex Diesel	17,252	20,000
TV-8	Gasolina Pemex Premium	18,900	20,000

El sistema de comercialización de esta terminal de almacenamiento y distribución se compone por:

Tabla 6.1.10 **Aspectos de la comercialización de hidrocarburos en la Terminal de Almacenamiento y Distribución Satélite Sur. Fuente: Pemex Refinación (www.ref.pemex.com), 2010.**

Aspectos relacionados con la comercialización	
Zona de Influencia	1,000 kilómetros (ext. territorial)
Habitantes beneficiados	3.3 millones aprox.
Kilómetros recorridos	158,794 mensuales
Operaciones comerciales	7,400 mensuales
Estaciones de Servicio	96
Volumen comercializado	147.85 M m^3/mes

La aplicación del tren metodológico permitió estimar un nivel de riesgo medio al presentarse una bola de fuego en alguno de los tanques de la terminal de

almacenamiento y distribución de gasolina y diesel, a consecuencia de la falla en los sistemas de seguridad, por trabajos inadecuados o por golpes en alguno de los equipos.

Esta instalación requiere gran atención por parte de las autoridades Delegacionales, ya que al encontrarse rodeada de un gran número de unidades habitacionales, así como por escuelas, en caso de un evento extraordinario podrían ocasionarse afectaciones importantes a la población y a sus bienes.

Mapeo de peligros en ductos de la Delegación Álvaro Obregón

Colonias en la Delegación Álvaro Obregón que se encuentran sobre el trazo de ductos

Las colonias de la Delegación que se encuentran sobre el trazo de ductos de Pemex son: Progreso Tizapán, Lomas de San Ángel Inn, Atlamaya, Flor de María, Las Águilas, Merced Gómez, Tarango, Lomas de Tarango, Colinas de Tarango, Rinconada de Tarango, Ex Hacienda de Tarango, La Martinica, Arcos Centenario, Herón Proal, Puerta Grande, Lomas Puerta Grande, Los Juristas, 2do Reacomodo, Tlacuitlapa, Ampliación Tlacuitlapa, Lomas de Axiomatla, Villa de Verdun, Pueblo de San Bartolo Ameyalco y el Pueblo de Santa Rosa Xochiac.

Colonias en la Delegación Álvaro Obregón con suministro de Gas Natural

En la Delegación se cuenta con la distribución de gas natural por medio de gasoductos, la empresa permisionaria para realizar esta actividad en el Distrito Federal es Gas Natural de México, en específico en esta demarcación son 37 las colonias que cuentan con este servicio (Tabla 6.1.11) y en consecuencia albergan un peligro antropogénico de tipo químico-tecnológico, por el transporte de sustancias químicas a través de ductos.

La red de ductos para el suministro de gas natural en la Delegación se encuentra agrupada por los siguientes grupos de colonias:

Tabla 6.1.11 **Grupos de colonias en la Delegación Álvaro Obregón para el suministro de gas natural. Fuente: Portal Gas Natural (www.gasnatural.com), 2010.**

NOMBRE	GRUPO DE COLONIAS
COLONIAS DE GAS 1	OLIVAR DEL CONDE Y MOLINO DE ROSAS
COLONIAS DE GAS 2	EL CAPULÍN, LIBERALES DE 1987, ZENÓN DELGADO, PARAÍSO, ARTURO MARTÍNEZ, BONANZA, MÁRTIRES DE TACUBAYA, MARÍA G. DE GARCÍA RUIZ, ISIDRO FABELA, ABRAHAM M. GONZÁLEZ, 1RA VICTORIA, CAROLA, TOLTECA, CRISTO REY, LA CONCHITA, MOLINO DE SANTO DOMINGO
COLONIAS DE GAS 3	LOS ALPES
COLONIAS DE GAS 4	MERCED GÓMEZ, LAS ÁGUILAS, LOMAS DE TARANGO Y AMPLIACIÓN LOS ALPES
COLONIAS DE GAS 5	AMPLIACIÓN PILOTO ADOLFO LÓPEZ MATEOS
COLONIAS DE GAS 6	LOMAS DE PLATEROS
COLONIAS DE GAS 7	LA OTRA BANDA
COLONIAS DE GAS 8	EL POLITOCO
COLONIAS DE GAS 9	COLINAS DEL SUR
COLONIAS DE GAS 10	FLOR MARÍA Y ATLAMAYA
COLONIAS DE GAS 11	LOMAS DE SAN ÁNGEL INN Y OLIVAR DE LOS PADRES
COLONIAS DE GAS 12	AMPLIACIÓN LAS ÁGUILAS
COLONIAS DE GAS 13	OLIVER DE LOS PADRES
COLONIAS DE GAS 14	GUADALUPE INN Y CAMPESTRE
COLONIAS DE GAS 15	FLORIDA Y EX HACIENDA DE CHIMALISTAC

La Figura 6.1.7 presenta el mapa generado con el mapeo de los ductos de Pemex y colonias con suministro de Gas Natural en la Delegación Álvaro Obregón, este mapa corresponde al número A-2 de peligros antropogénicos, el cual se muestra en el anexo de mapas a este reporte.

Figura 6.1.7 **Ductos de Pemex y colonias con suministro de Gas Natural en la Delegación Álvaro Obregón.**

Tanto los ductos que transportan gasolina y diesel a la terminal de almacenamiento y distribución, como los ductos encargados de abastecer el Gas Natural a las diversas colonias de la Delegación, se encuentran expuestos a diversos peligros, que han sido registrados a través de los históricos de accidentes en instalaciones similares. Tales escenarios de peligro son: incendio de antorcha (jet fire), explosión, fuga de hidrocarburos o contaminación del ambiente.

La aplicación del tren metodológico en ductos reveló que los escenarios de riesgo son principalmente incendio tipo jet fire, o en el peor de los casos una explosión. Para la ocurrencia de estos escenarios, se ha identificado que las causas más comunes son: corrosión en tuberías, término de la vida útil del equipo, golpes por trabajos no autorizados, toma clandestina, instalación inapropiada o fenómenos naturales como sismos o deslizamientos del suelo. Estos escenarios de riesgo obtuvieron un nivel bajo de acuerdo a la técnica empleada.

La administración de la Delegación Álvaro Obregón, a través del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano, ha establecido algunos puntos que deben cumplir los sitios en los cuales la actividad principal o en el desarrollo de sus actividades se involucre el almacenamiento de combustibles como: gasolina, diesel o gas LP; esto como medida de protección para la población y para la infraestructura de la zona.

Entre algunas de estas recomendaciones se tienen las siguientes:

> Los depósitos o centros de proceso de combustibles o materia primas inflamables no pueden ubicarse en suelo urbano.
>
> Se permite el establecimiento de mini gasolineras en las vialidades con normas de ordenación particular con zonificación HO (habitacional con oficinas) o HM (habitacional-mixto).
>
> Atendiendo a la zonificación, la Delegación podrá autorizar su instalación en la vía pública guardando un espaciamiento de 1.5 kilómetros y a no menos de 100 metros de escuelas, centros de salud, teatros, cines, estadios, mercados públicos y supermercados.

En el anexo de mapas a este reporte se muestra, con el numeral 1, el mapa generado con todos los peligros antropogénicos identificados en el territorio de la Delegación Álvaro Obregón.

Colonias en la Delegación Álvaro Obregón con potencial de peligros Químico-Tecnológicos por la presencia de: gasolineras, gaseras, ductos de gas natural, ductos de PEMEX, subestaciones eléctricas y estaciones del sistema colectivo Metro

En base al análisis de información geográfica, cartográfica y consultas a fuentes oficiales por medio de internet, se generó la siguiente tabla, en la cual se presentan aquellas colonias de la Delegación Álvaro Obregón que presentan mayor potencial de peligros Químico-Tecnológicos, en esta tabla, las marcas "X" indican que la colonia en cuestión presenta el peligro químico-tecnológico a que se hace referencia en las diferentes colonias.

Tabla 6.1.12 **Colonias en la Delegación Álvaro Obregón con potencial de peligros Químico-Tecnológicos**

NÚM.	COLONIA	SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS	ESTACIÓN S.T.C. METRO	ESTACIÓN DE SERVICIO (2010)	GASODUCTOS (GAS NATURAL)	DUCTOS PEMEX	ESTACIONES DE CARBURACIÓN DE GAS L.P.	INDUSTRIAS QUE MANEJAN PRODUCTOS QUÍMICOS
1	ABRAHAM GONZÁLEZ	--	--	--	X	--	--	--
2	ADOLFO L. MATEOS AMPLIACIÓN	--	--	--	X	--	--	--
3	ÁGUILAS AMPLIACIÓN	--	--	X	X	--	--	--
4	ÁGUILAS, LAS	--	--	--	X	X	--	X
5	ALFONSO XIII	--	--	--	--	--	--	X
6	ALPES, AMPLIACIÓN	--	--	--	X	--	--	--
7	ALPES, LOS	--	X	--	X	--	--	X
8	ARCOS CENTENARIO	--	--	--	--	X	--	--

NÚM.	COLONIA	SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS	ESTACIÓN S.T.C. METRO	ESTACIÓN DE SERVICIO (2010)	GASODUCTOS (GAS NATURAL)	DUCTOS PEMEX	ESTACIONES DE CARBURACIÓN DE GAS L.P.	INDUSTRIAS QUE MANEJAN PRODUCTOS QUÍMICOS
9	ARTURO. MARTÍNEZ	--	--	--	X	--	--	--
10	ATLAMAYA.	--	--	--	X	X	--	--
11	AXOTLA	--	--	--	--	--	--	X
12	BELLA VISTA	--	--	--	--	--	--	X
13	BONANZA.	--	--	--	X	--	--	--
14	CAMPESTRE	--		--	X	--	--	X
15	CAPULÍN TLACOYAQUE EL	--	--	X	X	--	--	--
16	CAROLA.	--	--	--	X	--	--	X
17	COLINAS DE TARANGO	--	--	--	--	X	--	
18	COLINAS DEL SUR	--	--	X	X	--	--	--
19	CONCHITA, LA	--	--	--	X	--	--	--
20	CRISTO REY	--	--	X	X	--	X	--
21	CUEVITAS, LAS	--	--	X	--	--	--	--
22	EX HDA. CHIMALISTAC	--	--	--	X	--	--	--
23	ESTADO DE HIDALGO	--	--	--	--	--	--	X
24	FLOR DE MARÍA	--	--	--	X	X	--	X
25	FLORIDA	--	--	--	X	--	--	X
26	GUADALUPE INN	--	--	X	X	--	--	X

NÚM.	COLONIA	SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS	ESTACIÓN S.T.C. METRO	ESTACIÓN DE SERVICIO (2010)	GASODUCTOS (GAS NATURAL)	DUCTOS PEMEX	ESTACIONES DE CARBURACIÓN DE GAS L.P.	INDUSTRIAS QUE MANEJAN PRODUCTOS QUÍMICOS
27	HERÓN PROAL.	--	--	--	--	X	--	X
28	ISIDRO FABELA	--	--	--	X	--	--	--
29	JARDINES DEL PEDREGAL	--	--	X	--	--	--	X
30	JOYA LA	--	--	--	--	--	X	--
31	JURISTAS.	--	--	--	--	X	--	--
32	LIBERALES DE 1857	--	--	--	X	--	--	--
33	LOMAS DE AXIOMATLA	--	--	--	--	X	--	
34	LOMAS DE BECERRA	--	--	--	--	--	--	X
35	LOMAS PLATEROS SEC.	--	--	--	X	--	--	--
36	LOMAS PUERTA GRANDE	--	--	--	--	X	--	--
37	LOMAS DE SANTA FE	--	--	X	--	--	--	X
38	LOMAS DE TARANGO	--	--	--	X	X	X	--
39	LOMAS DE SAN ÁNGEL INN	--	--	--	X	X	--	--
40	MARÍA G. DE GARCÍA. RUIZ	--	--	--	X	--	--	--
41	MARTINICA, LA	--	--	--	--	X	X	--
42	MÁRTIRES DE TACUBAYA	--	--	--	X	--	--	--
43	MERCED GÓMEZ	X	--	X	X	X	X	X
44	MOLINO DE ROSAS	--	--	--	X	--	--	X

NÚM.	COLONIA	SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS	ESTACIÓN S.T.C. METRO	ESTACIÓN DE SERVICIO (2010)	GASODUCTOS (GAS NATURAL)	DUCTOS PEMEX	ESTACIONES DE CARBURACIÓN DE GAS L.P.	INDUSTRIAS QUE MANEJAN PRODUCTOS QUÍMICOS
45	MOLINO SANTO DOMINGO	--	--	X	X	--	--	--
46	OCHO DE AGOSTO	--	--	--	--	--	X	--
47	OLIVAR DE LOS PADRES	X	--	X	X	--	--	X
48	OLIVAR DEL CONDE 1a. SECCIÓN	--	--	X	X	--	--	X
49	OTRA BANDA, LA	--		X	X	--	--	X
50	PALMAS, LAS OB.	--	--	--	--	--	--	X
51	PARAÍSO, EL			--	X	--	--	--
52	PINO SUÁREZ, J MA.	--	--	X	--	--	--	--
53	PILOTO	--	--	--	--	--	--	X
54	POLITOCO	--	--	--	X	--	--	
55	PRIMERA VICTORIA	--	--	--	X	--	--	--
56	PUERTA GRANDE	--	--	--	--	X	X	
57	REAL DEL MONTE	--	X	--	--	--	--	X
58	REACOMODO 2DO	--	--	--	--	X	--	
59	SACRAMENTO	--	--	--	--	--	X	X
60	SAN ÁNGEL	--	--	X	--	--	--	X
61	SAN ÁNGEL INN	--	--	X	--	--	--	X

NÚM.	COLONIA	SUBESTACIÓN ELÉCTRICAS	ESTACIÓN S.T.C. METRO	ESTACIÓN DE SERVICIO (2010)	GASODUCTOS (GAS NATURAL)	DUCTOS PEMEX	ESTACIONES DE CARBURACIÓN DE GAS L.P.	INDUSTRIAS QUE MANEJAN PRODUCTOS QUÍMICOS
62	SAN B. AMEYALCO PUEBLO	--	--	--	--	X	--	--
63	SAN PEDRO DE LOS PINOS	--	--	X	--	--	X	X
64	SANTA FE.	--	--	X	--	--	--	X
65	SANTA MARÍA NONOALCO	--	--	--	--	--	--	X
66	SANTA ROSA XOCHIAC	--	--	--	--	X	--	--
67	TARANGO	--	--	--	--	X	--	--
68	TARANGO EX HDA	--	--	--	--	X	--	--
69	TARANGO RINC.DE	--	--	X	--	X	--	--
70	TIZAPÁN, PUEBLO	--	--	--	--	--	--	X
71	TIZAPÁN, PROGRESO	--	--	--	--	X	--	
72	TLACOPAC.	--	--	--	--	--	--	X
73	TLACUITLAPA.	--	--	--	--	X	--	--
74	TLACUITLAPA AMPLIACIÓN	--	--	--	--	X	--	--
75	TOLTECA.	--	--	--	X	--	--	--
76	VILLA VERDUN	--	--	--	--	X	--	--
77	ZENÓN DELGADO	--	--	--	X	--	--	--

El mapa de la Figura 6.1.8 contiene la ubicación geográfica del conjunto de sitios con peligros Químico-Tecnológicos que fueron mencionados a lo largo del reporte, este mapa corresponde al número A-2 de peligros antropogénicos, el cual se muestra en el anexo de mapas a este reporte.

Como podrá observarse en el siguiente mapa, la mayor cantidad de los sitios que representan un peligro Químico-Tecnológico para la población, infraestructura y el medio ambiente, se encuentran en la zona "Este" de la Delegación.

Figura 6.1.8 **Ubicación Geográfica de Sitios con Peligros Químico-Tecnológicos.**

6.1.7 Bibliografía para Peligros Químico-Tecnológicos

Altamirano Sánchez, E. y Fernández Villagómez, G., 2001. Prácticas apropiadas para disminuir los riesgos ambientales por el manejo de gasolina en estaciones de servicio. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Coordinación de Investigación, Riesgos Químicos.

Arcos Serrano, M. E. y Izcapa Treviño C., 2006. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Fenómenos Químicos. Centro Nacional de Prevención de Desastres, 1ra edición.

Arcos Serrano M. E. e Izcapa Treviño C., 2003. Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Casal, J., 1999. Análisis de Riesgos en Instalaciones Industriales. Editions UPC 1ra edición. Barcelona, España.

Ventanilla Única de Transparencia del Distrito Federal. Estadísticas del Principal Objetivo del Heroico Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal. Disponible en:
www:transparencia.df.gob.mx/wb/Transparencia/actividades_espesificas_del_organismo
Consulta 2do semestre 2010

Pemex Refinación/ Contratos y Convenios. Disponible en:
www:ref.pemex.com
Consulta 2do semestre 2010.

Portal Gas Natural / Colonias con Gas Natural en Distrito Federal. Disponible en:
www:gasnatural.com
Consulta 2do semestre 2010.

Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes. Disponible en:
http://app1.semarnat.gob.mx/retc/retc/index.php Consulta 2do semestre 2010.

Sistema de Información Empresarial Mexicano. Disponible en:
www:siem.gob.mx/siem2008/portal/consultas
Consulta 2do semestre 2010.

Secretaria de Energía / Permisos SIGAS. Disponible en:
http://egob.energia.gob.mx Consulta 2do semestre 2010.

Terminal de Distribución y Almacenamiento Satélite Sur, PEMEX. Disponible en:
www.ref.pemex.com/octanaje/24satsur.htm
Consulta 2do semestre 2010.

6 Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen antropogénico

6.2 Peligros Socio-Organizativos

6.2.1 Introducción

El Sistema Nacional de Protección Civil ha establecido que un agente perturbador socio-organizativo “es una calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población”.

Esta clase de accidentes y/o actos toman lugar por la presencia de actividades humanas, en este sentido se encuentran los accidentes relacionados con los diferentes tipos de transporte presentes en el lugar (terrestre, aéreo, marítimo o fluvial), la interrupción o desperfecto en el suministro u operación de servicios vitales que provoquen desorganización en las estructuras sociales; así como los que resultan del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de la población, además de los actos de sabotaje, terrorismo y actos delictivos. En este rubro también se pueden mencionar las marchas, mítines, manifestaciones, eventos deportivos y musicales.

Los fenómenos socio-organizativos se generan directamente por la acción premeditada del hombre (atentados) o involuntaria (accidentes) y por concentraciones y movimientos masivos de población.

Los riesgos socio-organizativos tienen que ver con la probabilidad de que una acción antropogénica desencadene un evento desastroso sobre una población, afectando sus componentes que le dan identidad y la mantienen como grupo. Los riesgos socio-organizativos tienen diferentes orígenes: políticos, económicos, culturales, sociales, religiosos, filosóficos, ideológicos, educativos y psicológicos, entre otros; los cuales pueden confluir en el fortalecimiento de eventos desastrosos o de conflictos violentos.

La identificación de los peligros dentro de la delegación es necesaria e importante para el buen desarrollo del género humano, ya que esto permitirá realizar acciones de planeación, prevención y control.

Accidentes de tránsito

La principal causa de los accidentes de tránsito es producto de los errores humanos (exceso de velocidad, manejo bajo el influjo de alcohol o drogas, invasión de carriles); le siguen las fallas mecánicas (en sistemas de frenos, cubiertas en mal estado, falta de luces) o también por mal estado de las vialidades (falta de señalamientos, objetos en el camino, rutas en mal estado), así como por los fenómenos meteorológicos (tormentas, niebla y vientos fuertes).

Una manera de caracterizar este tipo de eventos socio-organizativos es clasificar las vialidades de acuerdo a la cantidad de accidentes ocurridos y de personas muertas o lesionadas o de la cantidad de daños materiales.

Interrupción de servicios vitales

La interrupción de los servicios vitales a la población, es una situación que se produce por la suspensión o disminución de funciones en los sistemas de servicios como distribución de agua potable, energía eléctrica, el transporte, entre otros.

Se considerará una afectación de baja intensidad, cuando la interrupción dañe sólo a una parte de la población, por un período de tiempo que no represente un riesgo inminente para la integridad de las personas; de media intensidad cuando se dé la interrupción de dos o más servicios, afectando de manera importante a una gran cantidad de personas; y de alta intensidad, cuando la suspensión de dos o más servicios se prolongue de forma tal, que altere gravemente su entorno y ponga en alto riesgo la vida de personas.

Concentración masiva de personas

Las concentraciones masivas de personas organizadas para actividades específicas de diversa índole, como eventos deportivos, artísticos, políticos y manifestaciones de protesta, entre otros, pueden llegar a generar algún desastre si no se cumple con las condiciones de seguridad necesarias para su realización. Generalmente las ciudades con mayor densidad de población son propicias para estas concentraciones. Sin embargo no se puede dejar fuera las pequeñas localidades, que en determinadas circunstancias cuentan con grandes concentraciones y no están preparados con planes adecuados de emergencia.

Las grandes concentraciones de personas, como por ejemplo los espectáculos deportivos o recitales suelen convertirse en epicentros de disturbios sociales. Este fenómeno se presenta con baja intensidad, cuando la cantidad de personas que participan y el tipo de evento que lo origina hacen fácil su manejo y control sin que lleguen a presentarse daños a la integridad de las personas, bienes o entorno. Se denomina de media intensidad, cuando se trata de un evento de tipo político o de demanda social, en la que participan una cantidad importante de personas, que hacen difícil su manejo y control, con daños únicamente materiales, este tipo de manifestaciones tienen como escenario la vía pública. Se considera de alta intensidad cuando, por la gran cantidad de personas que participan, el evento deriva en otro tipo de fenómeno con el consecuente daño significativo a bienes, lesiones o pérdida de vidas, en ocasiones persistiendo la situación de riesgo.

Metodología

La *metodología propuesta* para la identificación de los riesgos causados por agentes socio-organizativos es la siguiente:

1. Identificar todos aquellos sitios que son susceptibles a generar peligros socio-organizativos dentro de la delegación.

2. Obtener su dirección y ubicación geográfica.

3. Documentar una breve descripción del peligro identificado, categorizando los sitios por el grado de afectación que tendrá hacia la población.

4. Ubicar los sitios y categorías identificadas en un Sistema de Información Geográfica.

6.2.2 Peligros socio-organizativos en la Delegación Álvaro Obregón

Saturación de vialidades

La zona sur-poniente de la ciudad de México, a la que pertenece la Delegación Álvaro Obregón, presenta una topografía muy accidentada, lo que implica que se cuente con una cantidad limitada de vialidades y que esto conlleve a su saturación.

Además de la existencia de ciertos puntos y/o cruceros que son altamente conflictivos a causa de la discontinuidad, fragmentación o falta de carriles, se agrega el crecimiento acelerado del número de automóviles que se ha tenido no sólo en la delegación, sino en toda la Ciudad de México. Además, los problemas de la red de semáforos, la falta de pasos a nivel y desnivel, contribuyen al incremento del tiempo de traslado de la población y a un aumento de las emisiones contaminantes a la atmosfera.

De acuerdo con la información de la Secretaría de Seguridad Pública, se han detectado 314 cruceros conflictivos debido a la saturación de las vialidades en momentos críticos, en el Distrito Federal. En el caso específico de la delegación se han identificado los siguientes:

Tabla 6.1.13 Conflictos Viales en Cruceros y por Secciones Angostas.
Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Álvaro Obregón y Programa Integral de Transporte y Vialidad del Distrito Federal.

No.	CRUCEROS CONFLICTIVOS	CONFLICTO VIAL POR SECCIÓN ANGOSTA
1	Alta Tensión – Calz. - Minas	Minas, de San Antonio a Avenida a Chicago
2	Constituyentes – Observatorio	Avenida Sta. Lucía, de Alta Tensión a Calle 27
3	Insurgentes – Barranca del Muerto	C. las Águilas De Calz. De los Leones a Calle Rivera
4	Periférico Poniente – Barranca del Muerto	Av. Chicago De camino a Minas a Río Becerra
5	Periférico – Calzada de las Flores	
6	Periférico – Desierto de los Leones (Altavista)	
7	Periférico – Rómulo O´Farril	
8	Periférico – Avenida Luis Cabrera	
9	Periférico-Avenida León Felipe	
10	Avenida Toluca – Camino al Desierto de los Leones (continuación de Río Mixcoac-Periférico)	
11	Barranca del Muerto. Av. Plateros	
12	Revolución – Barranca del Muerto	
13	Av. Toluca – Periférico Norte y Sur	
14	Insurgentes – Loreto	
15	Insurgentes – Altavista	
16	Insurgentes – Eje 10 sur	
17	Insurgentes – La Paz	
18	Insurgentes - Vito Alessio Robles	
19	Periférico – Eje 10 sur (San Jerónimo)	
20	Revolución – Altamirano	
21	Revolución – Altavista	
22	Revolución – Dr. Gálvez	

No.	CRUCEROS CONFLICTIVOS	CONFLICTO VIAL POR SECCIÓN ANGOSTA
23	Revolución – Eje 10 Sur	
24	Revolución – La Paz	
25	Revolución – Río Cuauhtémoc	
26	Sur 122-Río Tacubaya	

La tabla anterior enlista aquellos cruces en los que se presentan conflictos debido a la saturación de las vialidades. Entre los problemas antes señalados, destacan los conflictos sobre Periférico, así como las secciones viales de oriente-poniente, con sus consecuentes problemas para la población residente en las colonias aledañas a estas avenidas.

En la Tabla 6.1.14 se enlistan los sitios donde se presentan conflictos viales por las causas de: estacionamiento de vehículos en la vía pública, vialidades con escuelas aledañas e invasión de la vía pública por vendedores ambulantes. En este caso los conflictos viales no se deben a la infraestructura de la vialidad sino a las actividades y acciones propias de la población.

Tabla 6.1.14. Clasificación de Sitios de Conflictos Viales por sus Causas.
Fuente: Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón.

Estacionamiento en la Vía Pública	Vialidades Aledañas a Escuelas	Invasión a la Vía Pública por Vendedores Ambulantes
Av. Observatorio **De Periférico a Constituyentes**	Calzada de los Leones de Barranca del Muerto a Gtz. Zamora	Av. Revolución de Av. La Paz a Altamirano y de Barranca del Muerto a Las Flores
Av. Vasco de Quiroga a la altura de Santa Fe	Altavista De Periférico a Revolución	Río Tacubaya De Sur 122 a Av. De las Torres
Calz. Las Águilas **De Calz. Desierto de los Leones a Calle de Petreles**	Av. Centenario De Calz. De los Leones a Loma de Tarango	Calle 18 entre calle 6 y 8
Av. Centenario **(U.H. Lomas de Plateros)**	Calz. Las Águilas De Calz. Desierto de los Leones a Petreles	Rio Magdalena esq. Iglesia (Frente a la clínica 8)
Camino al Desierto de los Leones **De Olivar de los Padres a C. Real a Tetelpan**	Sta. Lucía De calle 27 a Alta tensión	Vasco de Quiroga Pueblo de Santa Fe
	Vito Alessio Robles De Av. Universidad a Insurgentes	Dr. Gálvez De Insurgentes a Plaza San Jacinto
	Av. De las Fuentes De boulevard de la Luz a Lluvia	Miguel Ángel de Quevedo De Av. La Paz a Universidad
	Camino a Santa Teresa	Altavista

Estacionamiento en la Vía Pública	Vialidades Aledañas a Escuelas	Invasión a la Vía Pública por Vendedores Ambulantes
	De Periférico a P. del Pedregal	De Revolución a Ernesto P. Uruchurtu
		De Sta. Lucía a Av. Padre Hidalgo

Una de las características importantes del poco desarrollo vial y la falta de comunicación norte-sur, es la topografía de la delegación, compuesta por elevaciones, zonas de barrancas y suelo de conservación.

En la Figura 6.1.9 se presenta el mapa con las vialidades de la delegación que presentan conflictos de saturación, generado a partir de la información de las tablas anteriores.

Figura 6.1.9 Vialidades con Saturación Vehicular en la Delegación Álvaro Obregón.

Con respecto a las áreas de concentración de población, con peligro socio-organizativo en la delegación, se puede mencionar la terminal Observatorio del Metro, la cual en virtud de la demanda de población usuaria, su capacidad se encuentra ya rebasada, lo que ha generado inseguridad por la obsolescencia y deterioro de sus instalaciones, así como por la proliferación del comercio ambulante.

Mientras que las áreas de transferencia con que cuenta la delegación y que presentan problemas de saturación vial y comercio en vía pública son:

- Observatorio
- Barranca del Muerto
- San Ángel-Dr. Gálvez

De acuerdo al programa integral de transporte y vialidad 2007-2011 del Distrito Federal, la mayor proporción de intercambios entradas–salidas actuales se produce por las autopistas *México-Toluca con el 35.4% de los viajes*, en segundo lugar está la México–Puebla con 26 %; seguida por la México–Pachuca y la México–Cuernavaca con 12.5% y 12.6% respectivamente, finalmente a través de la México–Querétaro el 9.2%. En el traslado interregional se ha incrementado el empleo de automóviles particulares.

En cuanto a los accesos que existen entre la delegación y el Estado de México, también se presentan deficiencias en las vialidades por la elevada saturación y congestionamiento en los puntos estratégicos de la red. El acceso urbano regional: Autopista México-Toluca–Av. Constituyentes–CETRAM Chapultepec y la terminal Foránea de Pasajeros Poniente Observatorio, son los puntos estratégicos en tal intercambio y por lo tanto los más afectados.

Horarios de saturación en vías primarias

La Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal, SETRAVI, tiene identificados los horarios y las vialidades de la delegación que presentan saturación vial. Estos horarios se han dividido en los turnos matutino, vespertino y nocturno y dependen principalmente de las actividades realizadas por los habitantes del lugar. A continuación se presenta la descripción de los tres horarios característicos de saturación vial.

Turno Matutino (06:30 a 09:30 hrs)
El periodo matutino de máxima demanda comprende el 26.8% de los viajes que inician entre las 6:30 y 09:30 horas, lapso durante el cual la mayoría de la población ocupada y escolar se traslada a realizar sus actividades.

Tabla 6.1.15. Turno Matutino de Saturación Vial.
Fuente: SETRAVI (www.setravi.df.gob.mx), 2010

TURNO VESPERTINO			
No.	**VIALIDAD**	**DIRECCIÓN**	**TRAMO**
1	PERIFÉRICO	SUR-NORTE	DE SAN ANTONIO A OBSERVATORIO
2	CIRCUITO INTERIOR	PONIENTE-ORIENTE	DE UNIVERSIDAD A MARGARITAS
3	INSURGENTES	SUR-NORTE	DE EJE 10 SUR A BARRANCA DEL MUERTO
4	REVOLUCIÓN	SUR-NORTE	DE EJE 10 SUR A ALTAVISTA
5	AUTOPISTA MÉXICO-TOLUCA	PONIENTE-ORIENTE	DE PUERTA SANTA FE A CONSTITUYENTES
6	CARRETERA MÉXICO-TOLUCA	PONIENTE-ORIENTE	DE CUAJIMALPA A CONSTITUYENTES
7	CONSTITUYENTES	PONIENTE-ORIENTE	DEL PUENTE CONAFRUT A SUR 128
8	UNIVERSIDAD	SUR-NORTE	DE EJE 10 SUR A CIRCUITO INTERIOR
9	EJE 10 SUR	PONIENTE-ORIENTE	DE REVOLUCIÓN A UNIVERSIDAD
10	INSURGENTES	NORTE-SUR	DE VITO ALESSIO A EJE 10 SUR
11	EJE 10 SUR	ORIENTE-PONIENTE	DE UNIVERSIDAD A PRIV. NUBE

La Figura 6.1.10 presenta las vialidades que han sido registradas con saturación vial durante el horario matutino (6:30 a 9:30 horas).

Figura 6.1.10 Vialidades Saturadas durante el Horario Matutino. Delegación Álvaro Obregón.

Turno Vespertino (12:00 a 15:00 hrs)

El periodo vespertino de máxima demanda abarca el 19.3% de los traslados que se inician después de medio día, entre las 12:00 y las 15:00 horas, cuyo flujo se encuentra relacionado con la salida de un segmento de viajeros de sus centros de estudios o el horario de comida en oficinas.

Tabla 6.1.16. Turno Vespertino de Saturación Vial.
Fuente: SETRAVI (www.setravi.df.gob.mx), 2010.

TURNO VESPERTINO			
NO.	**VIALIDAD**	**DIRECCIÓN**	**TRAMO**
1	PERIFÉRICO	PONIENTE-ORIENTE	DE EJE 10 A CATARATAS
2	CONSTITUYENTES	PONIENTE-ORIENTE	DE LA CARRETERA MÉXICO-TOLUCA A AVENIDA DE LAS TORRES
3	REVOLUCIÓN	SUR-NORTE	EJE 10 SUR A AVENIDA DESIERTO DE LOS LEONES
4	CIRCUITO INTERIOR	ORIENTE-PONIENTE	DE UNIVERSIDAD A MARGARITAS
5	UNIVERSIDAD	SUR-NORTE	DE EJE 10 SUR A EJE 7 SUR/ CIRCUITO INTERIOR
6	EJE 10 SUR	ORIENTE-PONIENTE	DE UNIVERSIDAD A REVOLUCIÓN
7	CONSTITUYENTES	ORIENTE-PONIENTE	DE OBSERVATORIO A CARRETERA MÉXICO TOLUCA
8	REVOLUCIÓN	NORTE-SUR	DE AVENIDA DESIERTO DE LOS LEONES A EJE 10
9	CIRCUITO INTERIOR	PONIENTE-ORIENTE	DE PATRIOTISMO A UNIVERSIDAD
10	UNIVERSIDAD	NORTE-SUR	DE EJE 7 A EJE 10 SUR

A continuación se muestra en la Figura 6.1.11 el mapa de la delegación con las vialidades que presentan conflictos de saturación de las 12:00 a las 15:00 horas.

Figura 6.1.11 Vialidades Saturadas en Horario Vespertino. Delegación Álvaro Obregón.

Turno Nocturno (18:30 a 21:30 hrs)

El periodo nocturno concentra el 17.3% de los viajes que inician a partir de las 18:30 y hasta las 21:30 horas y señala el retorno de la fuerza ocupacional a sus lugares de residencia o de esparcimiento.

Tabla 6.1.17. Turno Nocturno de Saturación Vial.
Fuente: SETRAVI (www.setravi.df.gob.mx). 2010

TURNO NOCTURNO			
NO.	**VIALIDAD**	**DIRECCIÓN**	**TRAMO**
1	CONSTITUYENTES	PONIENTE-ORIENTE	DE LA CARRETERA MÉXICO-TOLUCA A OBSERVATORIO
2	PERIFÉRICO	PONIENTE-ORIENTE	DE CALZADA DESIERTO DE LOS LEONES A LUIS MÉNDEZ
3	INSURGENTES	SUR-NORTE	DE C.U. A SALIDA A PACHUCA
4	REVOLUCIÓN	SUR-NORTE	DE EJE 10 A VITO ALESSIO ROBLES
5	REVOLUCIÓN	SUR-NORTE	DE JUVENTINO ROSAS A BARRANCA DEL MUERTO
6	REVOLUCIÓN	NORTE-SUR	DE RIO SAN ÁNGEL A BARRANCA DEL SUR
7	UNIVERSIDAD	NORTE-SUR	DE PILARES A EJE 10 SUR
8	EJE 5 SUR	ORIENTE-PONIENTE	DE CIRCUITO BICENTENARIO A AVENIDA CENTRAL
9	EJE 10 SUR	ORIENTE-PONIENTE	DE UNIVERSIDAD A PERIFÉRICO
10	CONSTITUYENTES	ORIENTE-PONIENTE	DE GRAL. MANUEL LOERA A LA CARRETERA MÉXICO-TOLUCA
11	PERIFÉRICO	SUR-NORTE	DE SAN ANTONIO A TOREO
12	REVOLUCIÓN	NORTE-SUR	DE RIO SAN ÁNGEL A EJE 10 SUR
13	CIRCUITO BICENTENARIO	PONIENTE-ORIENTE	DE REVOLUCIÓN A EJE 1 PONIENTE
14	EJE 10	PONIENTE-ORIENTE	DE REVOLUCIÓN A UNIVERSIDAD

Las vialidades con saturación vial durante el horario nocturno se muestran en la Figura 6.1.12.

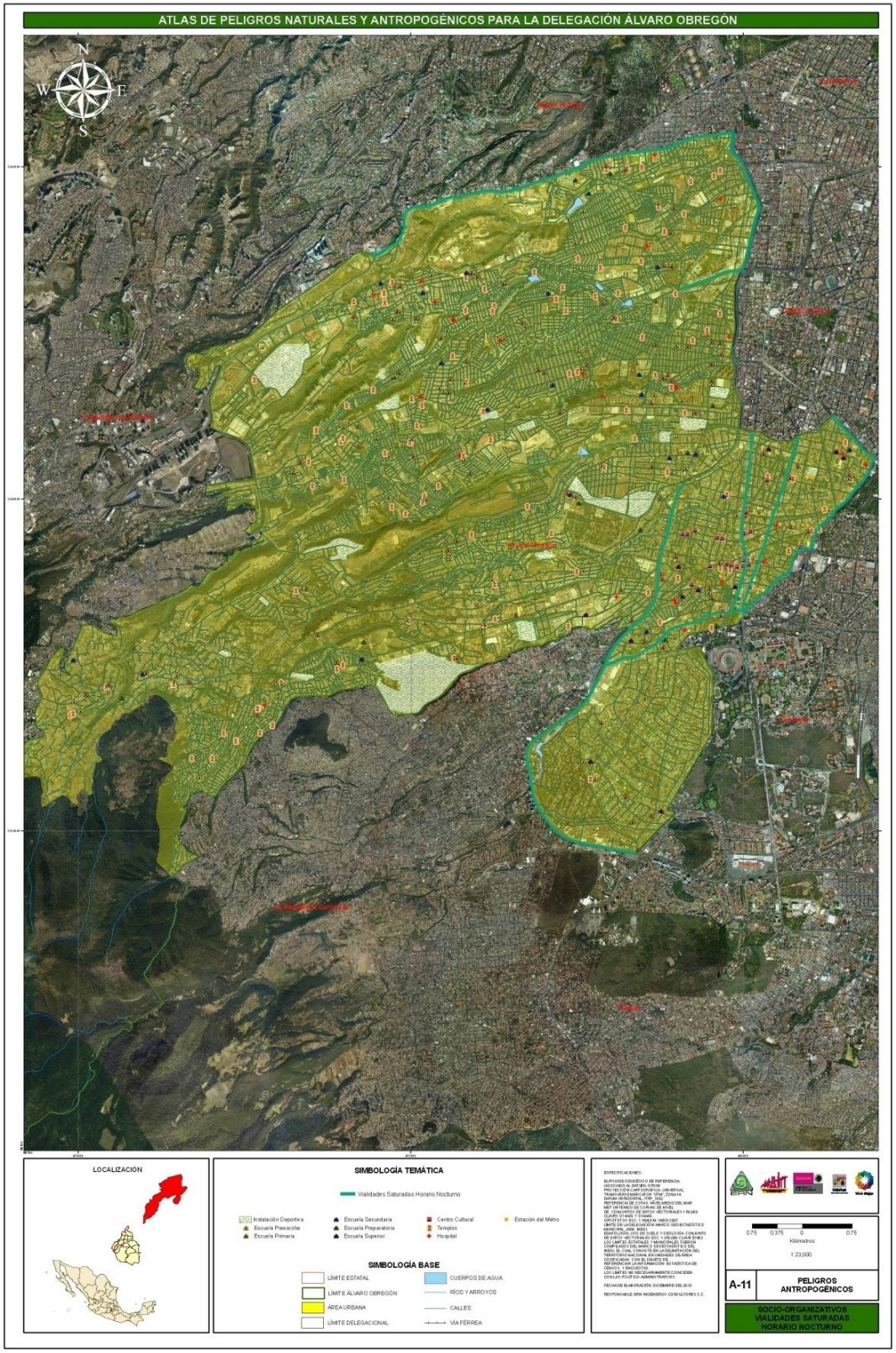


Figura 6.1.12 Vialidades Saturadas en Horario Nocturno. Delegación Álvaro Obregón.

Accidentes en vialidades

Con mucho, los accidentes que producen mayor número de pérdidas humanas y materiales anualmente, son los accidentes que se originan en el transporte terrestre, sea urbano o interurbano. Estos ocurren día con día, causados ya sea por falta de mantenimiento a las unidades móviles, fallas técnicas o errores humanos, lo que lo convierte en un agente perturbador socio-organizativo que debe recibir atención.

Los registros de accidentes de tránsito del 2009 en el Distrito Federal, dejan ver que los automóviles particulares son el tipo de vehículo que estuvo involucrado en mayor cantidad de accidentes con 10,523 unidades representando el 49.9% del total, en segundo lugar se encontró la suma de todos los transportes de tipo concesionado (combis, autobús, microbús, taxis) con el 14.2% de participación en accidentes y en tercer lugar fueron las motocicletas con el 7.9% de los accidentes registrados.

Para el caso concreto de la Delegación Álvaro Obregón, las cifras mostraron que en la demarcación los automóviles particulares también fueron los vehículos que tienen el mayor porcentaje de unidades involucradas en los accidentes, cerca de la mitad de éstos con un 47.58% del total de vehículos implicados, le siguieron los vehículos concesionados (taxis) con el 9.97% y en tercer lugar están las motocicletas (Figura 6.1.13).

El principal tipo de accidente en la Delegación Álvaro Obregón fue la colisión con 657 eventos en el 2009, le sigue el apartado de atropellados con 151 incidentes registrados y en tercer lugar fueron las volcaduras (Figura 6.1.14).

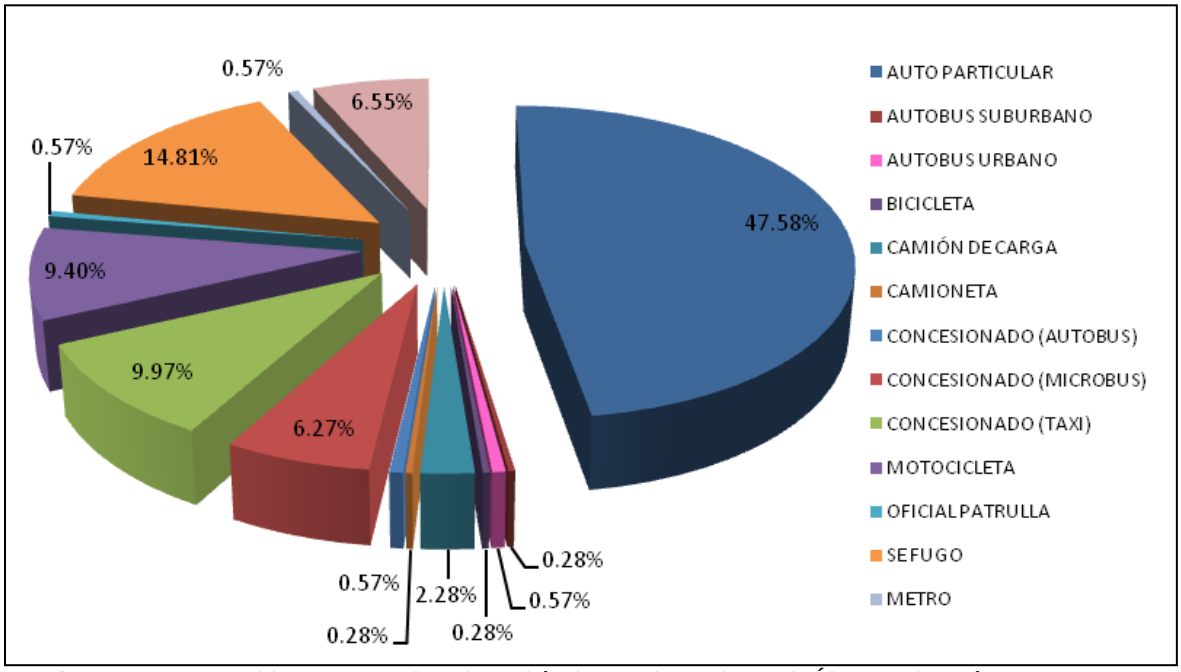


Figura 6.1.13 Accidentes por Tipo de Vehículo Involucrado. Del. Álvaro Obregón, D.F. 2009.
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito, 2010.

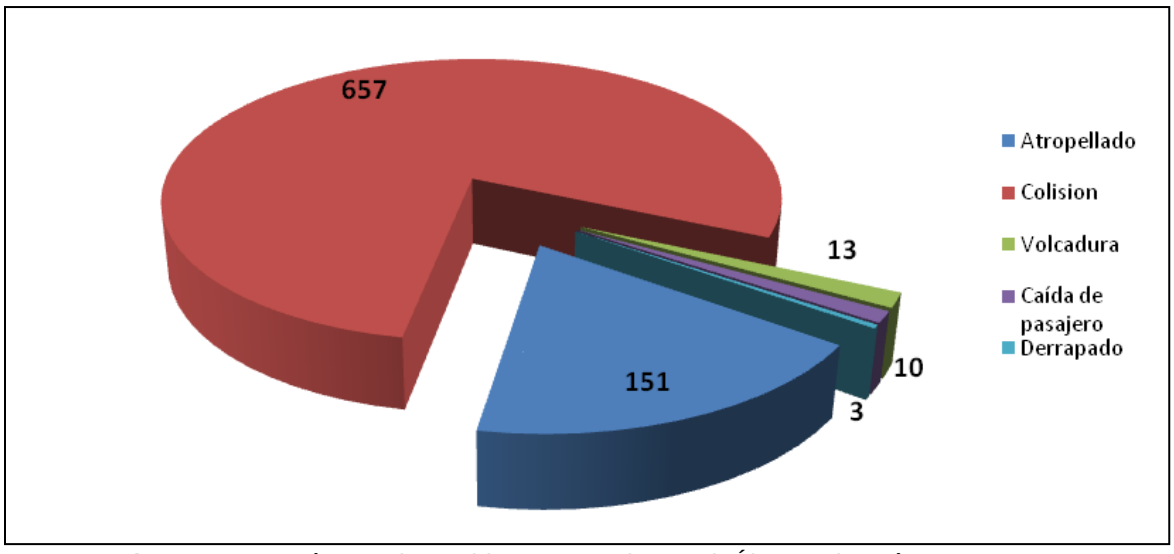


Figura 6.1.14 Número de Accidentes por Tipo. Del. Álvaro Obregón, D.F. 2009.
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito, 2010.

La población de entre los 20 y los 28 años de edad de la delegación Álvaro Obregón, fue la mayormente involucrada en los accidentes vehiculares (Figura 6.1.15). Tan sólo en el 2009 se registraron 100 accidentes donde el conductor se encontraba en este rango de edad.

La edad que mayor cifra de accidentes registró fue la de los 25 años con 15 eventos, le siguió el grupo de personas de 28 años con 14 accidentes y en tercer lugar fue la de 21 años con 13 eventos.

La mayor cantidad de accidentes se ha presentado principalmente de viernes a domingo, en los horarios de 7:00 a 10:00, de 13:00 a 14:00, de 16:00 a 17:00 y de 19:00 a 20:00 horas (Figura 6.1.16). Estos horarios coinciden con las horas donde se registran los conflictos de saturación de las vialidades en la delegación.

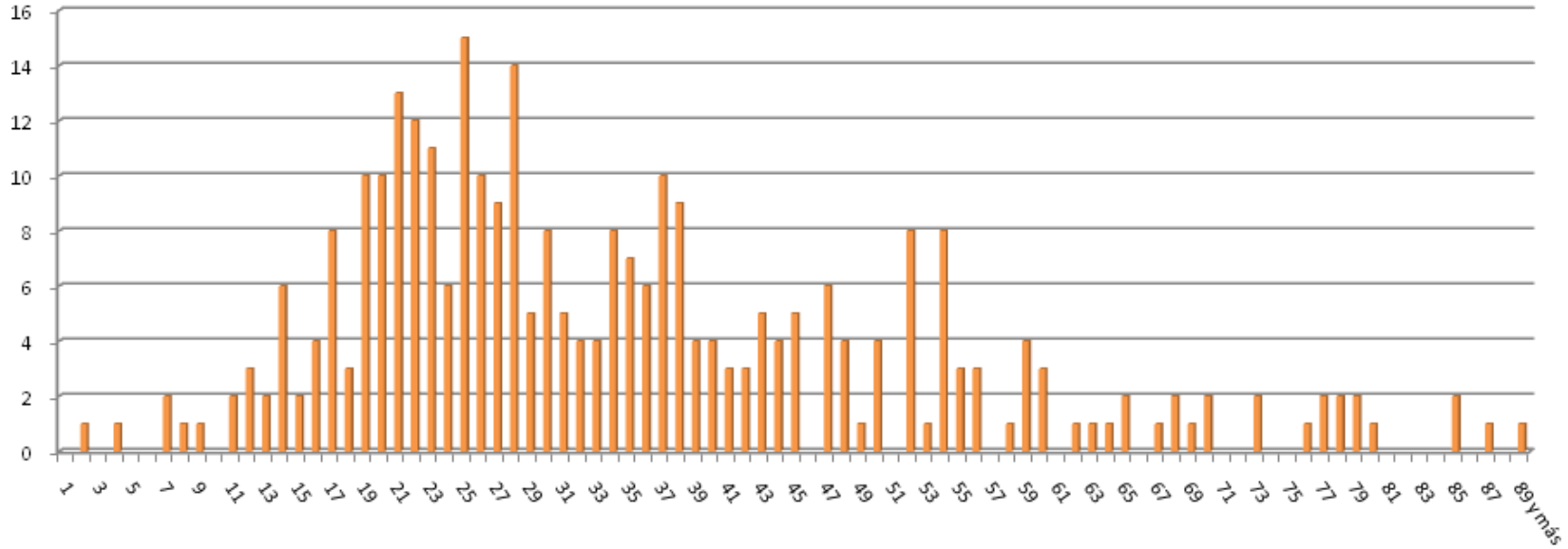


Figura 6.1.15 Número de Accidentes por Edad. Del. Álvaro Obregón 2009.
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito, 2010.

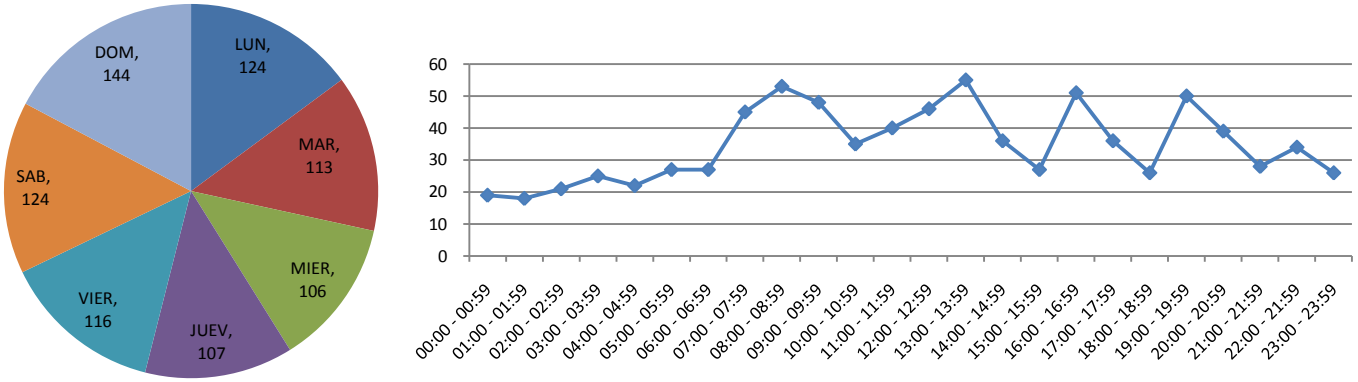


Figura 6.1.16 Número de Accidentes por Día y Hora. Del. Álvaro Obregón 2009.
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, Dirección General de Tránsito, 2010.

Los cruceros específicos en las vialidades que atraviesan a la delegación, no sólo presentan el problema de conflictos por la saturación de vehículos en horarios específicos, sino que también albergan la problemática de accidentes viales. El Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal elaborado por la Secretaría de Salud, presenta las intersecciones viales en la Delegación Álvaro Obregón con mayor cantidad de accidentes. La Tabla 6.1.18 menciona las más representativas.

Tabla 6.1.18 Intersecciones con Mayor Número de Accidentes Viales.
Fuente: Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal, 2009.

CALLE 1	CALLE 2	TIPO DE ACCIDENTE			
		Total de Accidentes	Colisión	Atropellado	Caída, Derrapamiento y/o Volcadura
BARRANCA DEL MUERTO	ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ	19	14	3	2
AV. CENTRAL	ALTA TENSIÓN	16	11	3	2
BARRANCA DEL MUERTO	AV. REVOLUCIÓN	15	7	7	1
ALTAVISTA	AV. REVOLUCIÓN	13	12	1	0
AV. OBSERVATORIO	AV. CONSTITUYENTES	12	9	3	0
EJE 10 SUR	AV. INSURGENTES SUR	14	10	2	2
ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ	AV. TOLUCA	11	10	1	0
AV. SAN ANTONIO	ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ	11	11	0	1
CALLE 10	ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ	12	8	3	2
EJE 5 SUR AV. SAN ANTONIO	ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ M.	13	9	2	1
PASEO DE LA REFORMA	AV. CONSTITUYENTES	12	8	3	0
EJE 10 SUR AV. SAN JERÓNIMO	ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ	10	8	2	0
AV. DE LAS TORRES	AV. CONSTITUYENTES	9	9	0	0
AV. REVOLUCIÓN	EJE 10 SUR RÍO DE LA MAGDALENA	8	4	4	0
AV. LUIS CABRERA	PERIFÉRICO (BLVD. ADOLFO RUÍZ C.)	8	6	1	0
AV. MÉXICO (CONTRERAS)	PERIFÉRICO (BLVD. ADOLFO RUÍZ C.)	7	6	1	1
DR. GÁLVEZ	AV. REVOLUCIÓN	7	6	1	0
ACUEDUCTO	AV. CONSTITUYENTES	7	4	2	0
AV. MIGUEL ÁNGEL	AV. UNIVERSIDAD	7	5	1	0

CALLE 1	CALLE 2	TIPO DE ACCIDENTE			
		Total de Accidentes	Colisión	Atropellado	Caída, Derrapamiento y/o Volcadura
DE QUEVEDO					
AV. OBSERVATORIO	ANILLO PERIFÉRICO BLVD. ADOLFO LÓPEZ	6	6	0	1
BARRANCA DEL MUERTO	CIRCUITO INTERIOR AV. REVOLUCIÓN	6	2	4	1

De la tabla anterior destacan la intersección de Barranca del Muerto y Periférico (se presentaron 14 colisiones y 1 atropellamiento), Altavista y Revolución (12 colisiones y 1 atropellamiento), en Barranca del Muerto y Revolución se presentaron (7 colisiones y 7 atropellamientos), Av. Revolución y Eje 10 (4 colisiones y 4 atropellamientos).

Las volcaduras predominan en vialidades que se encuentran en los límites de la delegación, en las cuales se pueden alcanzar altas velocidades a ciertas horas de la madrugada y noche, como las avenidas Constituyentes y Periférico. En dos segmentos viales al interior de la delegación, Olivar del Conde y Calzada de las Águilas se presenta el mayor número las caídas de pasajeros.

La Figura 6.1.17 presenta el mapa realizado con los puntos identificados con accidentes vehiculares en la delegación, los cuales se han categorizado en intersecciones de alta, media y baja intensidad de ocurrencia.

Figura 6.1.17 Intersecciones con Accidentes Vehiculares. Delegación Álvaro Obregón.

Otro dato importante que se menciona en el Diagnóstico Espacial de los Accidentes en el Distrito Federal, son los corredores que atraviesan a la delegación Álvaro Obregón, en los cuales se ha presentado la mayor cantidad de accidentes y se ha visto involucrado un número importante de personas. La Tabla 6.1.19 muestra estas cifras.

Tabla 6.1.19. Corredores con Mayor Número de Accidentes Viales.
Fuente: Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal, 2009.

NOMBRE DEL CORREDOR	TOTALES		INTERSECCIONES	
	ACCIDENTES	INVOLUCRADOS	CON ACCIDENTES	CON MÁS DE 4 ACCIDENTES
ANILLO PERIFÉRICO: BLVD. ADOLFO LÓPEZ MATEOS-PRESIDENTE ADOLFO RUIZ CORTINES (SECCIÓN SUR)	108	156	31	8
OBSERVATORIO-CONSTITUYENTES-PASEO DE LA REFORMA-CARR. A TOLUCA	80	139	26	5
ANILLO PERIFÉRICO BLVD ADOLFO LÓPEZ MATEOS (SECCIÓN NORTE)	66	111	19	4
AV. SAN ANTONIO-ALTA TENSIÓN	63	110	17	2
AV. REVOLUCIÓN	62	95	18	4
EJE 10 SUR: RIO DE LA MAGDALENA-CANOA-SAN JERÓNIMO	56	83	15	5
BARRANCA DEL MUERTO	55	75	13	3
AV. INSURGENTES SUR	52	84	20	2
CAMINO REAL DE TOLUCA - CAMINO A SANTA FE - AV. VASCO DE QUIROGA	49	85	33	2
AV. DEL ROSAL - AV. STA. LUCIA - ERNESTO P. URUCHURTU - AV. MIGUEL HIDALGO - CALLE 29 - AV. TAMAULIPAS	44	67	31	0
CIRCUITO INTERIOR AV. RIO MIXCOAC - AV. UNIVERSIDAD	34	50	12	3
ESCUADRÓN 201 - AV. CENTRAL	30	56	6	3
CALZ. DE LOS LEONES	25	30	7	4
AV. CENTENARIO	21	38	15	1
AV. TOLUCA	19	29	6	1
PASEO DEL PEDREGAL - CIRCUITO AJUSCO	19	29	12	1
CALLE 10	18	35	5	1
SUR 122 (LA CURVA)	18	33	7	2
CALZ. DE LAS ÁGUILAS (1)	16	29	9	1
CALZ. AL DESIERTO DE LOS	13	15	10	0

NOMBRE DEL CORREDOR	TOTALES		INTERSECCIONES	
	ACCIDENTES	INVOLUCRADOS	CON ACCIDENTES	CON MÁS DE 4 ACCIDENTES
LEONES				
CALZ. DE LAS ÁGUILAS (2)	12	20	8	0
ROSA DE CASTILLA - FRANCISCO ZURBARÁN	10	18	6	0
ROSA BLANCA	9	13	4	0
FELIPE VILLANUEVA - SU SANTIDAD JUAN PABLO II	6	11	4	0
VERACRUZ- FRONTERA	6	8	5	0
GIOTTO	5	9	3	0
CÓNDOR	5	6	3	0
ALTAVISTA - COMUNAL	5	5	4	0
ALEJANDRO ALLORI	4	7	4	0
AV. FERROCARRIL	4	7	3	0
AMARGURA - BENITO JUÁREZ - MIGUEL HIDALGO	4	7	4	0
PABLO VERONÉS	4	9	3	0
CANARIO	4	6	3	0
TIZIANO	3	4	3	0
AV. CARLOS LASO	3	10	3	0
HIDALGO	3	3	3	0

Son 36 corredores viales en los cuales se registran accidentes, sin embargo los que mayor cantidad de accidentes y personas involucradas reportan son:

- Anillo Periférico-Sección Sur
- Observatorio-Constituyentes
- Paseo de la Reforma-Carretera a Toluca
- Anillo Periférico-Sección Sur
- San Antonio-Alta Tensión
- Av. Revolución
- Eje 10 Sur
- Barranca del Muerto
- Insurgentes Sur

Los corredores con accidentes vehiculares enlistados en la Tabla 6.1.19 se pueden visualizar en el mapa (Figura 6.1.18) que a continuación se presenta, estos han sido divididos de acuerdo a la intensidad de incidentes registrados en alto, medio y bajo.

Figura 6.1.18 Corredores con Accidentes de Tránsito en la Delegación Álvaro Obregón.

Se realizó un cruce entre los corredores y las intersecciones con mayor cantidad de accidentes, el cual se muestra en el mapa de la Figura 6.1.19, se observa que la mayoría de las intersecciones con accidentes de tránsito mencionados anteriormente se encuentran sobre los corredores viales principales.

Figura 6.1.19 Corredores e Intersecciones Viales con Accidentes de Tránsito. Delegación Álvaro Obregón.

Con la clasificación de las vialidades que registraron accidentes de tránsito en sus cruceros fue posible zonificar la delegación de acuerdo al nivel de peligro que existe en ellos. Dicha zonificación se presenta en la Figura 6.1.20, donde el color rojo representa peligro alto, el naranja el peligro medio y el color azul representa las zonas de bajo peligro de accidentes.

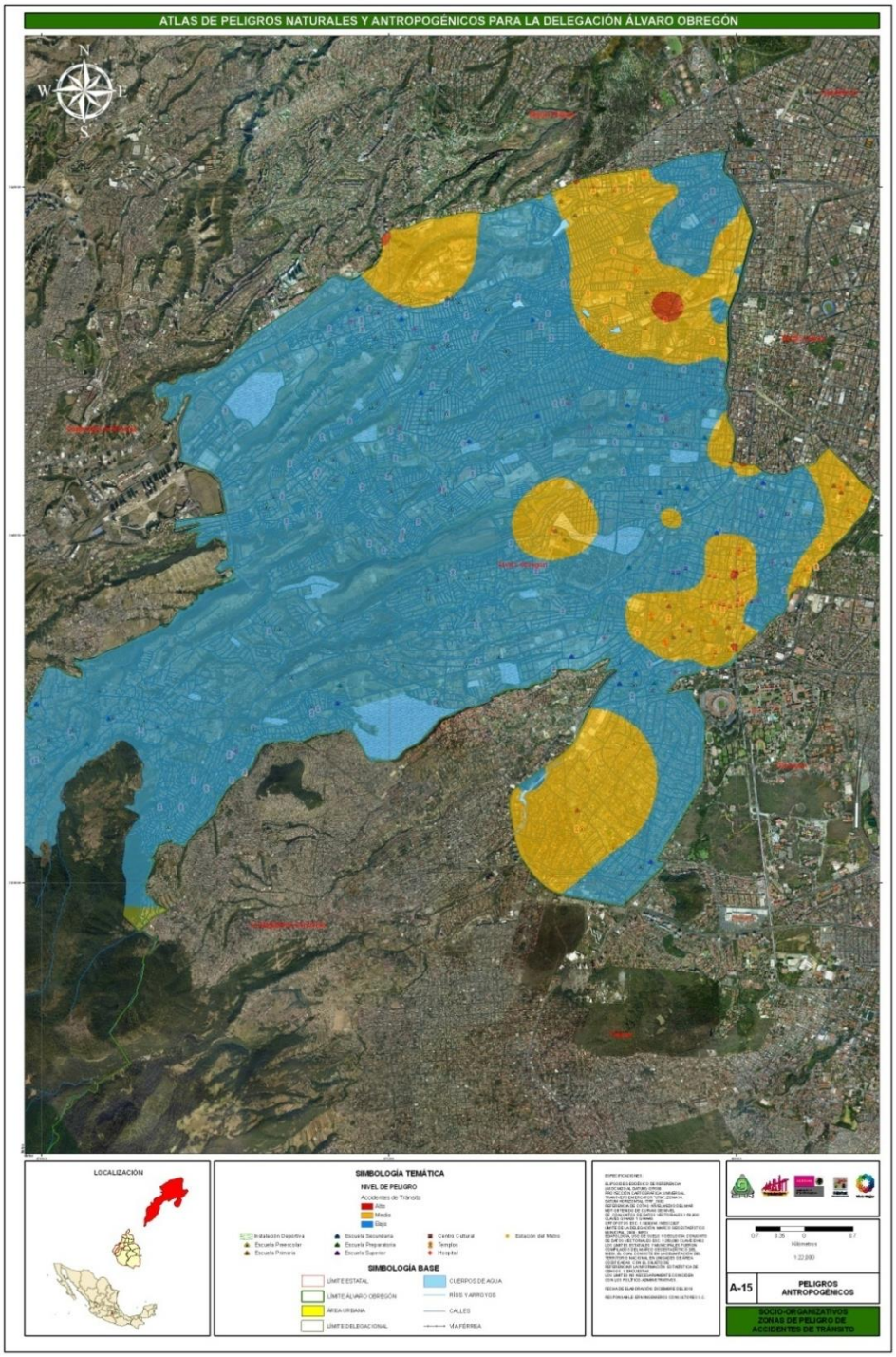


Figura 6.1.20 Clasificación por Zonas de Riesgo de Accidentes Tránsito. Delegación Álvaro Obregón.

En la problemática que se presenta en los límites con las delegaciones vecinas sobresale el límite entre la delegación Benito Juárez con 67 accidentes, le sigue la Miguel Hidalgo con 56 y Coyoacán con 35; mientras que Tlalpan, Magdalena Contreras y Cuajimalpa son las que menor cantidad de accidentes comparten con la delegación Álvaro Obregón.

Tabla 6.1.20. Accidentes en los Límites de la Delegación.
Fuente: Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal, 2009.

DELEGACIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE %
DENTRO DE LA DELEGACIÓN	642	77.6
BENITO JUÁREZ	67	8
COYOACÁN	35	4.2
CUAJIMALPA	7	0.8
MAGDALENA CONTRERAS	18	2.2
MIGUEL HIDALGO	56	6.7
TLALPAN	4	0.5
TOTAL	833	100

En cuanto al tipo de personas afectadas en los accidentes sobresalen los conductores en la zona del Centro Comercial Santa Fe, mientras que los pasajeros tienen mayor participación en las zonas de Barranca del Muerto y Periférico; Barranca del Muerto y Revolución. En las intersecciones en las cuales los peatones son los más afectados son: Churubusco y Barranca del Muerto, Av. Insurgentes entre Olivo y San Carlos.

La proporción de muertos y heridos sobre ilesos es mayor en las siguientes vialidades: Constituyentes, Periférico, Barranca del Muerto y Eje 10. Las zonas en las que predominan los ilesos son Olivar del Conde y Garciamarrero. Mientras que en los sitios donde se tienen pocos accidentes pero se tienen muchas víctimas es la zona de Las Águilas y Adolfo López Mateos.

Por otra parte, en el Anuario Estadístico de los Accidentes en Carreteras Federales del 2006 se presenta los tramos carreteros que comunican a la delegación Álvaro Obregón con el Estado de México y que han sido identificados como los más peligrosos por la cantidad de personas lesionadas y muertos, esta información se muestra en la Tabla 6.1.21.

Tabla 6.1.21 Tramos Carreteros Peligrosos, pertenecientes a la Delegación Álvaro Obregón.
Fuente: Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales, 2006.

RUTA	CLAVE DE CARRETERA	NOMBRE DE LA CARRETERA	LONG. DE LA CARR	ACCIDENTES	PARTICIPANTES	MUERTOS	LESIONADOS	DAÑOS MATERIALES (DÓLAR)	COSTO DE LOS ACCIDENTES POR KM (DÓLAR)
MEX-015	447	MÉXICO-TOLUCA	51.4	161	245	17	205	619373	192206
MEX-15D	446	MÉXICO-LA MARQUESA (CUOTA)	19.6	17	26	5	44	133636	135798

RUTA	CLAVE DE CARRETERA	NOMBRE DEL TRAMO	LONG DEL TRAMO	ACCIDENTES	PARTICIPANTES	MUERTOS	LESIONADOS	DAÑOS MATERIALES (DÓLAR)	COSTO TOTAL DE LOS ACCIDENTES POR KM
MEX-15D	446	CASETA DE COBRO-LIMITE EDO MÉXICO/ DF	8.5	11	17	4	35	98.182	249198

(1) POR CADA MILLÓN DE VEHÍCULOS-KILOMETRO

RUTA	CLAVE DE CARRETERA	NOMBRE DEL TRAMO	KILOMETRAJE DEL SITIO	ACCIDENTES	PARTICIPANTES	MUERTOS	LESIONADOS	DAÑOS MATERIALES (DÓLAR)	COSTO TOTAL DE ACCIDENTES
MEX-15D	446	CASETA DE COBRO-LIMITE EDO MÉXICO/ DF	23.7-24.2	2	5	1	12	19091	563091
MEX-15D	446	CASETA DE COBRO-LIMITE EDO MÉXICO /DF	25.7-26.2	2	4	1	7	41818	525818

Índices delictivos

Los asentamientos humanos sin ninguna planeación, así como la expansión espontánea en ocasiones conlleva a la falta de oportunidades laborales, las cuales fomentan las actividades ilícitas y contribuye al incremento de la violencia, lo cual implica un costo social elevado.

La presencia de incidencias delictivas dentro de la delegación, tienen un fuerte impacto social, además de económico para los habitantes de la delegación. Es por ello que deben tomarse en cuenta como otro peligro socio-organizativo.

La Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, ha publicado un informe estadístico anual de los principales incidentes delictivos, registrando las colonias que han sido mayormente afectadas por este agente perturbador.

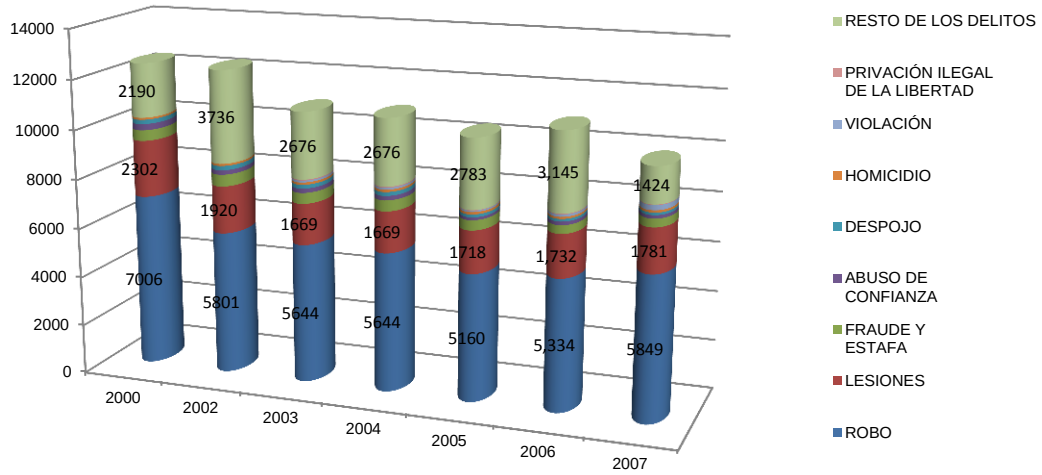


Figura 6.1.21 Cantidad de Incidentes Delictivos por Año.
Fuente: Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, (2000-2007).

Las principales colonias de la Delegación Álvaro Obregón que fueron identificadas en el 2007 por ser las que presentaron la mayor cantidad de incidentes delictivos fueron:

- Barrio Norte
- Merced Gómez
- Guadalupe Inn
- Jardines del Pedregal
- Alfonso XIII
- Las Águilas
- San Ángel
- Unidad Habitacional Lomas de Plateros
- La primera y segunda sección de Olivar del Conde.

A su vez los robos son el tipo de incidente que más presencia tuvo durante el año en sus diferentes rubros, entre los que mostraron más casos son: robo de vehículos con 311

casos, 291 casos de robo a transeúnte, 219 casos de robo a negocio y 76 casos de robo a repartidores.

Dos de los delitos que tienen un alto impacto social, por las consecuencias directas (víctimas) e indirectas (impacto en las familias y temor en la comunidad) son los homicidios dolosos y las violaciones, de los cuales se contabilizaron 13 en cada caso.

Para el 2008 las colonias más afectadas por la presencia de actos delictivos fueron:

- Jardines del Pedregal
- San Ángel
- La 1ra sección de Olivar del Conde
- Alfonso XIII
- Merced Gómez
- Unidad Habitacional Lomas de Plateros
- Guadalupe Inn
- Tizapán

El robo de vehículos fue el acto delictivo con mayor incidencia, le siguió el robo a transeúnte y el robo a negocio con violencia.

Durante el primer semestre del año 2009 los delitos que tuvieron un alto impacto social fueron: el robo, homicidio doloso, violación y lesiones.

Los reportes por robo se subdividieron de acuerdo al tipo, siendo el de vehículos el que más se presentó con 726 casos. Le seguía el robo a transeúntes con 428 casos, en tercer lugar se ubicó el robo a repartidores con 133, casi a la par con el robo a negocios con violencia los cuales fueron 134.

Hubo 15 homicidios dolosos y 41 violaciones y 34 personas resultaron lesionadas por el uso de armas de fuego.

La Colonias en las que mayores casos delictivos tuvieron lugar son:

- Las tres secciones de Olivar del Conde con 211 casos
- Jardines del Pedregal con 202 casos
- San Ángel con 188
- Guadalupe Inn con 148
- Bellavista con 137
- Tizapán con 116
- Merced Gómez y Molino de rosas con 114 casos cada una
- Alfonso XIII con 111
- Unidad Habitacional Lomas de Plateros con 107 casos.

En la Figura 6.1.22 se presenta una gráfica con el número de averiguaciones iniciadas en el Ministerio Público del D.F. en el periodo de 2000 a 2009.

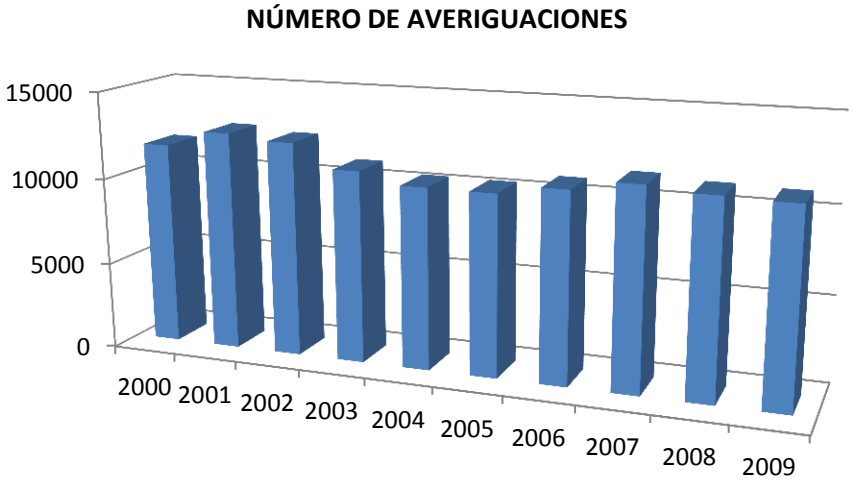


Figura 6.1.22 Averiguaciones Iniciadas en el Ministerio Público en el periodo 2000-2009.
Fuente: Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, 2010.

Para el mes de agosto del 2010 se realizó la estadística de acuerdo a la división territorial con respecto a las zonas de patrullaje que se tienen en la delegación. Las cuatro secciones territoriales de patrullaje son: Alpes, Plateros, San Ángel y Santa Fe.

Tabla 6.1.22 Colonias con Actos Delictivos de la "ZONA PLATEROS".
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, 2010.

NOMBRE	DELITOS
BELÉN DE LAS FLORES	4
LOMAS DE TARANGO	4
ALFONSO XIII	4
OLIVAR DEL CONDE	3
RODEO BARRIO NORTE	3
SACRAMENTO	3
BELLA VISTA	3
MERCED GÓMEZ	2

Tabla 6.1.23 Colonias con Actos Delictivos de la "ZONA ALPES".
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, 2010.

NOMBRE	DELITOS
SAN BARTOLO AMEYALCO PUEBLO	4
LOMAS DE AXIOMATLA	3
SAN CLEMENTE	3
LOMAS DE LA ERA	2
OLIVAR DE LOS PADRES	2
PROGRESO	2

Tabla 6.1.24 Colonias con Actos Delictivos de la “ZONA SAN ÁNGEL”.
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, 2010.

NOMBRE	DELITOS
JARDINES DEL PEDREGAL	6
FLORIDA LA	5
PUEBLO TIZAPAN	4
SAN ÁNGEL	4
GUADALUPE INN	3

Tabla 6.1.25 Colonias con Actos Delictivos de la “ZONA SANTA FE”.
Fuente: Secretaría de Seguridad Pública, 2010.

NOMBRE	DELITOS
PUEBLO DE SANTA FE	5
SAN GABRIEL	5
COLINAS DEL SUR	4
CARLOS A. MADRAZO LA LOMA	4
JALALPA TEPITO	3
SANTA LUCIA	3
AMPLIACIÓN TLACUITLAPA	3
HERÓN PROAL. PONCIANO ARRIAGA	3

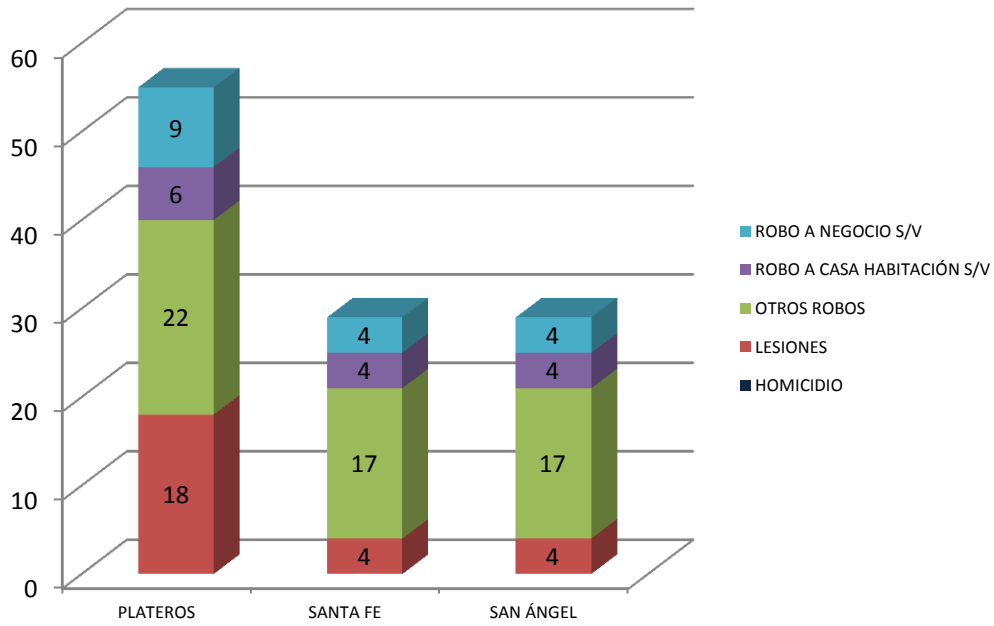


Figura 6.1.23 Número de Casos Delictivos por Tipo y Zona de Patrullaje.

Los días en los cuales los casos de delincuencia registraron los índices más altos son: el jueves, viernes y sábados. Mientras que los horarios fueron entre las 8:00 a 11:00 hrs para el horario matutino y de 20:00 a 22:00 hrs en el horario nocturno.
El territorio delegacional fue clasificado de acuerdo a la cantidad de casos delictivos registrados por colonia durante los últimos dos años. En el mapa de la Figura 6.1.24 se presentan las colonias que están catalogadas como de alta y media intensidad de peligro por la ocurrencia de incidentes delictivos.

Figura 6.1.24 Colonias con Problemática Delictiva. Delegación Álvaro Obregón.

Interrupción de Servicios Vitales (Agua, Luz, Drenaje)

En el año 2007 se tenían 90,147 tomas de agua domiciliaria instalada y 108,828 medidores de agua instalados. Sin embargo la infraestructura aún presenta problemas significativos para el abastecimiento de agua potable en algunas colonias, ubicadas en la parte centro de la Delegación.

De acuerdo con el Atlas Socioeconómico y de Marginación del Distrito Federal, las colonias que estaban registradas con el mayor rezago en la infraestructura de los servicios de agua entubada en las viviendas son: el Pueblo de Santa Rosa Xochiac (Figura 6.1.25), sólo el 41% de las viviendas cuenta con el servicio, Torres de Potrero sólo el 68% tiene servicio de agua entubada (Figura 6.2.18), mientras que en el Pueblo de San Bartolo y Lomas de la Hera se tiene un 62% y 64.5% respectivamente (Figura 6.1.27).

Figura 6.1.25 Zonas de Marginación. Santa Rosa Xochiac, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

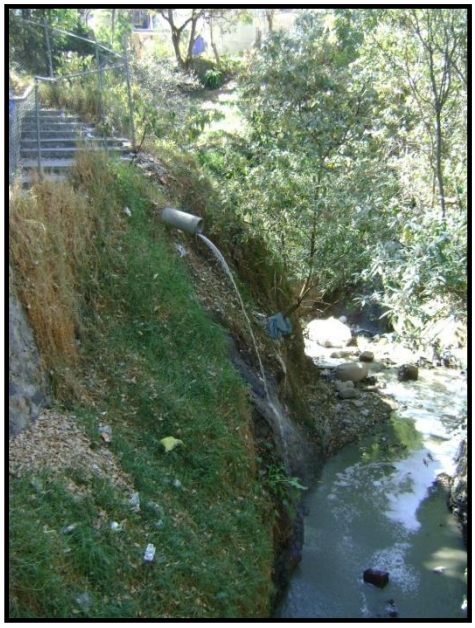


Figura 6.1.26 Rezago en Servicios Vitales. Torres de Potrero, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

Figura 6.1.27 Rezago en Servicios Vitales.
Lomas de la Hera y San Bartolo Ameyalco, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

En la colonia Punta de Cehuayo el 25% de las viviendas aún no cuentan con agua entubada. La Unidad Territorial que incluye las colonias: El Caballito, Lomas del Capulín, Tlacoyaque y parte de la Reserva Ecológica, al ser de las zonas con mayor marginación, sólo el 29% de las viviendas tenía agua entubada.

Las colonias que carecen del servicio de agua entubada, lo reciben a través de lo que se llama tandeo, que consisten en pipas de agua que abastecen del líquido diariamente. Se cuenta con dos garzas de agua potable, ubicadas en Torres de Potrero y en Santa Lucía, las cuales abastecen a 8 pipas que llevan el suministro a las colonias.

Durante el 2010 fue incrementada la infraestructura de la distribución de agua a las colonias de Tlacoyaque, Chamontoya, Paraje el Caballito, colonias que desde hace 40 años habían carecido de este servicio.

Se ha concluido la construcción de los tanques, así como el equipamiento de los mismos, lo que permitirá garantizar el suministro del líquido en la zona de San Bartolo y Santa Rosa Xochiac aunque aún no se encuentran en servicio.

Se tiene programada la rehabilitación de las tuberías de las colonias Jardines del Pedregal, Toltecas, Atlamaya y San Bartolo Ameyalco.

Las colonias con baja presión en el suministro del agua por insuficiencia del servicio y capacidad de las redes son: Pino Suárez, Real del Monte, Las Butacas, parte de las colonias Mártires de Tacubaya, Olivar del Conde, Pueblo Tetelpan, Corpus Christi, Lomas de las Águilas y Santa Rosa Xochiac.

En lo referente a las fugas de agua, la delegación Álvaro Obregón se encuentra entre las delegaciones del Distrito Federal con mayor número de fugas en su red de tuberías. Tan sólo en el 2008 fueron atendidas 2,149. Las colonias que tienen mayor incidencia de fugas de agua son: Lomas de los Ángeles y Tizampámpano.

Figura 6.1.28 Fuga de Agua Potable en la Delegación Álvaro Obregón.
Fuente: El Universal, 5 de Enero 2011.

Durante el periodo de enero a octubre del 2010 Protección Civil reportó 57 fugas de agua en diferentes colonias de la delegación, destacando en cantidad de reportes: Ampliación Jalalpa, Corpus Cristi, Golondrinas, Lomas de Becerra, Lomas de Capula, Lomas de la Era, Lomas de Tarango y Toltecas.

La Tabla 6.1.26 presenta los reportes de fallas en la distribución de servicios que ocurrieron de Enero a Octubre del 2010.

Tabla 6.1.26 Fallas en la Distribución de Servicios en el 2010.
Fuente Protección Civil de la Delegación Álvaro Obregón, 2010.

FECHA	REPORTE	COLONIA
02/01	FUGA DE AGUA POTABLE	LOMAS DE CAPULA
02/01/2010	FUGA DE AGUA POTABLE	STA. LUCIA.
07/01/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	TOLTECA
07/01/2010	FUGA DE AGUA	PUENTE COLORADO
10/01/2010	FUGA AGUA POTABLE	AMPLIACIÓN LAS ÁGUILAS
12/01/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	AMPLIACIÓN JALALPA
13/01/2010	FUGA DE AGUA	ALFONSO XIII
13/01/2010	FALTA DE LUZ	LOMAS DE CAPULA
13/01/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	CAPULÍN
14/01/2010	FUGA DE AGUA	GOLONDRINA
16/01/2010	2 FUGAS DE AGUA	OLIVAR DE LOS PADRES
19/01/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	OLIVAR DEL CONDE 3ª. SECC
22/01/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	AMPLIACIÓN JALALPA
27/01/2010	FUERTE FUGA DE AGUA POTABLE	CORPUS CRISTI
31/01/2010	FUGA DE AGUA	AMPLIACIÓN PIRU
02/02/2010	FUGA DE AGUA	LOMAS DE LA ERA
09/02/2010	FUGA DE AGUA POTABLE	BARRIO NORTE
12/02/2010	FUGA DE AGUA POTABLE	EL LIMBO
12/02/2010	FUGA DE AGUA POTABLE	LOMAS DE LA ERA

FECHA	REPORTE	COLONIA
19/02/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	LOMAS DE CAPULA
21/02/2010	FUGA DE AGUA	OLIVAR DE LOS PADRES
23/02/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	LOMAS DE TARANGO
26/02/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	VILLA PROGRESISTA
07/04/2010	2 FUGAS DE AGUA CONSIDERABLE	CORPUS CRISTI
09/04/2010	FUGA DE AGUA AFECTANDO VIVIENDA	GARCIMARRERO
10/04/2010	FUGA DE AGUA	LOMAS DE BECERRA
13/04/2010	FUERTE FUGA DE AGUA	TEPEACA
14/04/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE Y AFECTACIÓN A VIVIENDA	LOMAS DE BECERRA
14/04/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	LOMAS DE BECERRA
15/04/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	OTRA BANDA
26/04/2010	FUGA DE AGUA POTABLE	ZENÓN DELGADO
01/06/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE AFECTANDO VIVIENDA	ARCOS DE CENTENARIO
02/06/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	LAS ÁGUILAS
03/06/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	LOMAS DE LA ERA
12/06/2010	FUERTE FUGA DE AGUA	SANTA FE
16/06/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	AMPLIACIÓN JALALPA
03/07/2010	FUERTE FUGA DE AGUA	VILLA VERDUN
15/07/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	TLACUITLAPA
16/07/2010	FUGA DE AGUA	CAÑADA
18/07/2010	FUGA DE AGUA	PRECONCRETO
18/07/2010	FUGA DE AGUA	OLIVAR DEL CONDE
19/07/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	CORPUS CHRISTI
24/07/2010	FUGA DE AGUA	ALCANTARILLA
25/07/2010	FUGA DE AGUA	LOMAS DE TARANGO
27/07/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	COLINAS DEL SUR
30/07/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	SAN ÁNGEL
05/09/2010	FUGA DE AGUA	OLIVAR PADRES
08/09/2010	FUGA DE AGUA	TEZONTLA
08/09/2010	FUGA DE AGUA POTABLE	LA RANA ATLAMACA
13/09/2010	FUGA DE AGUA	TOLTECA
24/09/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	LOMAS DE BECERRA
29/09/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	AMPLIACIÓN ÁGUILAS
25/10/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	GOLONDRINAS 2DA SECC
26/10/2010	FUGA DE AGUA CONSIDERABLE	GOLONDRINAS 2DA. SECC

El gasto de agua en la Delegación es de 2.3 m^3/s diarios aproximadamente, calculándose actualmente una necesidad de 3.6 m^3/s diarios.

El conteo de eventos relacionados con fugas de agua para este 2011 inicio el 5 de enero cuando se registró una fuga de agua que afectó a 15 viviendas inundándolas hasta 80 centímetros, donde tuvieron que ser evacuadas 58 personas de sus hogares. La fuga ocurrió en la colonia San Gabriel, en un tubo de 12 pulgadas a la altura del kilómetro 13 de la carretera México-Toluca, cerca del puente de Conafrut. Durante los trabajos de reparación se pusieron en servicio 14 pipas encargadas de abastecer el agua potable a colonias aledañas que se vieron afectadas por la suspensión del servicio, tales como Tepechico y el Pueblo de Santa Fe.

Los problemas de drenaje en la Delegación se pueden clasificar de la siguiente manera:

a) las zonas que carecen de red pluvial, ocasionando que sus descargas se realicen en el drenaje sanitario y que son las causantes de encharcamientos, sobre todo en época de lluvias, tales zonas son: el Periférico a la altura de las colonias Torres de Mixcoac, Coral y San Clemente y en colonias y predios como Lomas de Santa Fe, Santa Rosa Xochiac, los predios La Virgen, El Corazón y Cooperativa Álvaro Obregón.

b) la colonia que tiene un sistema de fosas sépticas y no red de drenaje, por sus características geológicas, es Jardines del Pedregal.

c) las zonas carentes de red de drenaje son: algunas porciones de las zonas especiales de desarrollo controlado en suelo de conservación Tlacoyaque, Ampliación Tlacoyaque, Barrio Tlacoyaque, Lomas de Chamontoya, El Capulín, Paraje el Caballito y Caballito 2a. Sección y Cooperativa Miguel Gaona, Milpa de Cedro y Cedro Chico y sus áreas periféricas (Tezontla).

d) las zonas que por su topografía accidentada requieren de colectores marginales para la conservación de los cauces naturales son las barrancas de Río Mixcoac, Río San Ángel, Río Becerra y Río San Borja, entre otros.

En cuanto a la existencia de plantas de tratamiento y aguas residuales sólo existe una ubicada en la zona de Jalalpa, para servicio del desarrollo Santa Fe. La delegación tiene 9.6 kilómetros destinados a la red de agua residual tratada.

La existencia de vasos reguladores y presas es importante para la captación de las demasías y detención de azolves. En la Delegación se ubican las presas: Tacubaya, Becerra A, B y C, Mixcoac, Tarango, Las Flores, Texcalatlaco, Tequislasco y Anzaldo, el principal problema de estas presas es su falta de mantenimiento. Además se cuenta con los vasos reguladores la Cuesta, Acueducto y Carola.

Las colonias de la delegación que han sido consideradas con índices de marginación altos han sido colocadas en el siguiente mapa (Figura 6.1.29).

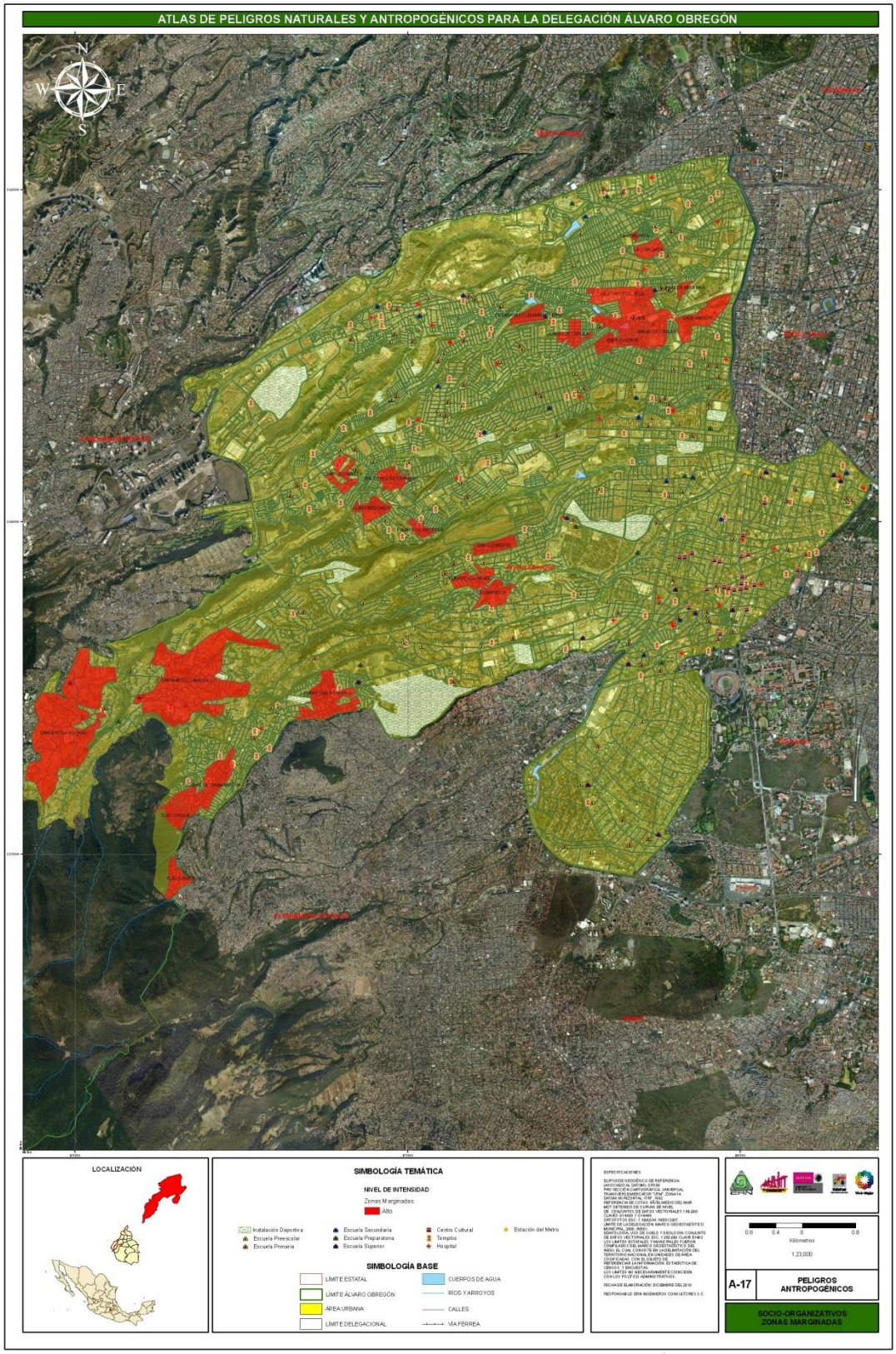


Figura 6.1.29 Colonias con Marginación en la Delegación Álvaro Obregón.

Concentración masiva de personas

Reporte de festividades en la delegación

Dentro de la Delegación Álvaro Obregón, existen diversos sitios donde la presencia de concentraciones masivas de personas es continua como es el caso de las escuelas en sus diferentes niveles educativos, los centros comerciales, los mercados o los centros médicos. Hay lugares en los que dependiendo de las actividades programadas, se tendrá una concentración masiva de personas, en algunos sitios son eventos que se presentan periódicamente como es el caso de centros culturales, deportivos y religiosos. En ambos casos es importante considerar las medidas de prevención y control en caso de alguna emergencia, debido a que la concentración masiva de personas de forma desorganizada puede llevar a accidentes fatales.

En el caso de las concentraciones masivas periódicas se tienen las fiestas patronales (Figura 6.1.30) en las cuales los peligros generalmente encontrados son el comercio informal, los juegos mecánicos, la reunión de una gran cantidad de personas y el uso de juegos pirotécnicos. Dichas concentraciones la mayoría de las veces se realizan con muy pocas medidas de seguridad.

Figura 6.1.30 Fiesta Patronal. Santa Rosa Xochiac, Delegación Álvaro Obregón, 2010.

Las celebraciones de cada una de las fiestas patronales que ocurren en las diferentes colonias de la Delegación se llevan a cabo en las siguientes fechas.

Tabla 6.1.27. Fechas de Fiestas Patronales por Colonia.
Fuente: Sitio Oficial de la delegación Álvaro Obregón, 2010.

ENERO		
1°	Fiesta Patronal de la Virgen de Guadalupe	Col. Santa Rosa Xochiac
	Fiesta del Dulce Nombre de Jesús	Col. San Bartolo Ameyalco
Var.	Festival del Día de Reyes	Parque de la Juventud
FEBRERO		
5	Fiesta de San Felipe de Jesús	Col. José Ma. Pino Suárez
13	Fiesta de Nuestra Señora del Camino	Col. Herón Proal

Var.	Baile de la Amistad	
Var.	Encuentro de Danza a Nivel Medio Superior	Teatro de la Juventud
MARZO		
2	Fiesta de Nuestra Señora de los Corazones	Col. Olivar de los Padres
3	Fiesta del Sagrado Corazón de Jesús	Col. José Ma. Pino Suárez
19	Fiesta de San José	Progreso Tizapán
19	Fiesta de San José	Col. San José del Olivar
ABRIL		
Var	Festival del día del niño, carnaval de títeres	Teatro de la Juventud, Parque de la juventud y centros sociales
MAYO		
Var	Festival del día de las madres	Parque de la Juventud
Var	Var. Festival del Día del Maestro	Parque de la Juventud
JUNIO		
24	Fiesta de San Juan	Col. Molino de Santo Domingo
Var.	Festival del día del padre	Parque de la Juventud y Parque de la Bombilla
Var.	Día Nacional del Medio Ambiente, Concurso de Pinta Bardas, Un Palomazo por la Ecología	Parque de la Juventud
Var.	Jueves de Corpus Cristi	Col. Corpus Cristi
JULIO		
16	Fiesta Patronal de la Virgen del Carmen	Col. Alfonso XIII
	Fiesta de la Virgen del Carmen	Col Molino de Rosas
	Fiesta de la Virgen del Carmen	Col. Sacramento
	Fiesta Tradicional de la Virgen del Carmen	Col San Ángel
Var.	Fiesta de las Flores	Col. San Ángel
Var.	Talleres de Verano	Parque de la Juventud y Centros Sociales
AGOSTO		
2	Fiesta de Nuestra Señora de los Ángeles	Col. Lomas de los Ángeles Tetelpan
15	Fiesta de la Virgen de la Asunción	Col. Liberación Proletaria
	Fiesta de la Virgen de la Asunción	Col. El Árbol
24	Fiesta Patronal de San Bartolo	Col. San Bartolo Ameyalco
SEPTIEMBRE		
8	Fiesta Patronal de la Virgen de la Natividad	Col. Tetelpan
15	Ceremonia del Grito de Independencia	Centro Cultural San Ángel
24	Fiesta de la Virgen de la Merced	Col. Merced Gómez
29	Fiesta de San Miguel	Col. La Joya
Var.	Fiestas Patrias	Festividades en diferentes colonias y pueblos
OCTUBRE		

4	Fiesta de San Francisco de Asís	Col Zenón Delgado
	Fiesta Patronal de San Francisco de Asís	Col. Pueblo de Santa Fe
23	Fiesta de San Rafael	Col. Jalalpa-Calzada
NOVIEMBRE		
8	Fiesta de la Virgen de la Concepción	Col. La Palmita
22	Fiesta de Santa Cecilia	Col. Pirul Santa Lucía
	Fiesta de la Virgen de Santa Cecilia	Col. Preconcreto
	Fiesta de Santa Lucia	Col. Olivar del Conde
25	Fiesta de Santa Catalina	Col. Barrio Norte
DICIEMBRE		
8	Fiesta de la Virgen de la Concepción	Col. Ladera Grande
	Fiesta Patronal de la Virgen de la Concepción	Col. Alpes Ampliación
	Fiesta de la Virgen de la Concepción	Col. Pueblo Nuevo
12	Fiesta de la Virgen de la Concepción	Col. La Conchita
	Fiesta de la Virgen de la Concepción	Col. Pirul 1ª Ampliación
12	Fiesta de la Virgen de Guadalupe	Col. Tlacopac, Col. Palmas Axotitla, Col. Presidentes, Col. Punta de Cehuayo, Col. Las Golondrinas, Col. Guadalupe Inn., Col La Herradura, Col. Hidalgo, Col. Isidro Fabela, Col. La Joya, Kilometro 8.5, Col. Liberación Proletaria, Col. Lomas de Capula, U.H. Antonio Carrillo Flores, Col. Ave Real Ampliación, Col. Capulín, Col. El Árbol, Col. Cascada, Col. Chimalistac, Col. 19 de Mayo, Col. Ermita Tizapán, Col. Francisco Villa, Col. Gamitos, Col. Minas de Cristo
13	Fiesta Patronal de Santa Lucía	Col. Santa Lucía

Mítines Sociales

En la delegación se registraron un total de 281 emplazamientos a huelga en el 2007, en los sectores económicos de:

La construcción con 88, industrias manufactureras con 18, comercio con 53, transportes, correo y almacenamiento con 1, información en medios masivos con 1, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles y intangibles con 3, dirección de corporativos y de empresas con 20, servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación con 26, servicios educativos con 8, servicios de salud y de asistencia social fueron 3, de servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros recreativos fueron 9, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas fueron 37, otros servicios excepto actividades de gobierno 14.

La Tabla 6.1.28 presenta los reportes de los eventos que tuvieron lugar en la Delegación Álvaro Obregón durante el periodo de Enero a Octubre del 2010 y que fueron atendidos por Protección Civil, tales eventos involucran ferias, eventos especiales o mítines de personas. Cada evento cuenta con la fecha, el sitio, algunas observaciones como la cantidad de personas que se reunieron y las condiciones del lugar.

Tabla 6.1.28 Concentraciones Masivas Enero-Octubre 2010.
Fuente Protección Civil Delegación Álvaro Obregón, 2010.

FECHA	TIPO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
02-ENE	REVISIÓN DE FERIAS.	SAN BARTOLA Y SANTA ROSA.	SE REVISARON 15 JUEGOS MECÁNICOS Y 11 PUESTOS DE ROMERÍA, SE ENCONTRARON 4 TANQUES DE GAS LP DE 20 KG.
03-ENE	REVISIÓN DE FERIA.	EN SAN BARTOLO AMEYALCO.	QUEMA DE FUEGOS PIROTÉCNICOS DE LAS 21:00 A LAS 21:45 HRS. FUE UN CASTILLO CON APROXIMADAMENTE 20 KG DE PÓLVORA. ASIMISMO SE HACE LA INDICACIÓN DE RETIRAR 4 TANQUES DE GAS DE 20 KG.
09-ENE	REVISIÓN DE FERIA.	PUEBLO DE SAN BARTOLA AMEYALCO.	VERIFICACIÓN DE INSTALACIÓN DE FERIA.
10-ENE	EVENTO DE REYES.	EVENTO DEL S U M (SALÓN DE USOS MÚLTIPLES).	EVENTO DEL DÍA DE REYES EN EL S U M A LAS 10.30 SE TUVO UNA CONCENTRACIÓN DE APROXIMADAMENTE 1000 PERSONAS.
12-ENE	BLOQUEO POR FALTA DE LUZ.	CALLE 11 Y SANTA LUCIA COL OLIVAR DEL CONDE.	BLOQUEO DE PERSONAS SOBRE SANTA LUCIA N .810 INTERIOR DE LA U. H. UNIÓN POPULAR EDIF. LENIN Y STALIN COL. OLIVAR DEL CONDE.
31-ENE	REVISIÓN FERIA.	CALLE A M-31 L-27 ENTRE TAPATÍOS Y GUERRERENSES COL. ARTURO MARTÍNEZ.	SE INSTALÓ CASTILLO PIROTÉCNICO CON ALTURA DE 7 METROS Y UN PESO DE 12 KG, SÍ SE CONTABA CON EXTINTORES. LA ZONA DE INSTALACIÓN FUE ACORDONADA. EL EVENTO DE FUEGOS PIROTÉCNICOS TERMINÓ A LAS 22:24 HRS.
31-ENE	REVISIÓN DE FERIA.	COL. LOMAS DE CAPULA.	SIN COMENTARIOS.
07-FEB	REVISIÓN DE FERIA.	COL. PINO SUÁREZ.	TRES PUESTOS DE ROMERÍA CARECEN DE EXTINTORES.
20-FEB	REVISIÓN DE FERIA.	COL. TETELPAN.	NEGATIVO DE QUEMA DE PIROTÉCNICOS.
21-FEB	REVISIÓN DE FERIA.	FESTIVIDAD EN LA COL. TETELPAN.	SE RETIRAN 5 TANQUES DE 20 KG DE GAS LP DEL ÁREA DE ROMERÍA, LA FERIA CARECE DE EXTINTORES Y DE ACORDONAMIENTO DE LA ZONA.
21-FEB	INCENDIO EN IGLESIA DE TETELPAN.	EN IGLESIA DE TETELPAN DURANTE FESTIVIDAD.	SE TRATO DE UNA CHISPA QUE CAYO EN UN ÁRBOL AL MOMENTO DE QUE SE PRENDIÓ EL CASTILLO.
06-MAR	EVENTO.	EXPLANADA DEL S U M.	SIN COMENTARIOS.
06-MAR	REVISIÓN DE FERIAS.	COL. ATLAMAYA.	SE INSTALARON 15 JUEGOS MECÁNICOS.
08-MAR	CUBRIR EVENTO.	PARQUE DE LA BOMBILLA.	SIN COMENTARIOS
12-MAR	EVENTO.	S U M CALLE 10 Y CANARIO COL. TOLTECA.	PROTECCIÓN CIVIL CONTABA CON 8 EXTINTORES Y CINTA PARA ACORDONAR ZONA.

FECHA	TIPO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
19-MAR	EVENTO.	ESC. SEC. No. 100 DÍAZ ORDAZ COL. JALALPA EL GRANDE.	SIN COMENTARIOS.
20-MAR	EVENTO CARPAS SABATINAS.	PARQUE LA LOMA.	EL EVENTO INICIÓ A LAS 11:00 HRS. SE TUVO UNA CONCENTRACIÓN DE 350 PERSONAS Y FINALIZÓ A LAS 14:10 HORAS EN SITUACIÓN NORMAL.
20-MAR	EVENTO EN LA TAPATÍA.	COL. COLINAS DEL SUR.	SE CONCENTRARON APROXIMADAMENTE 50 PERSONAS.
20-MAR	REVISIÓN DE FERIAS.	ACAPULCO Y VERACRUZ COL. PROGRESO	SE INSTALARON 20 JUEGOS MECÁNICOS, NO CUMPLÍAN CON LA DISTANCIA ENTRE UNO Y OTRO. EN LA SECCIÓN DE ROMERÍA SE ENCONTRARON 2 TANQUES DE 20 KG. NO HABÍA EXTINTORES.
20-MAR	REVISIÓN DE FERIAS.	CALLE 18 Y COMONFORT COL. STA. LUCÍA.	EN LA FERIA SE ENCONTRARON 5 TANQUES DE 20 KG DE GAS LP Y NO SE CONTABA CON EXTINTORES, NI CON RESPONSABLES.
21-MAR	EVENTO.	PARQUE JAPÓN.	EVENTO SE DESARROLLÓ EN SITUACIÓN NORMAL.
02-ABR	CUBRIR EVENTO RELIGIOSO.	ROSA CHINA Y RIO MIXCOAC COL. MOLINO DE ROSAS.	SIN COMENTARIOS.
02-ABR	EVENTO RELIGIOSO.	CAMPO DE FUTBOL DE TEPEACA.	SIN COMENTARIOS.
02-ABR	EVENTO RELIGIOSO.	VASCO DE QUIROGA E HIDALGO COL. SANTA FE.	SIN COMENTARIOS.
03-ABR	EVENTO.	COL. LOMAS DE CAPULA.	SIN COMENTARIOS.
15-ABR	EVENTO EN EL PANTEÓN JARDÍN.	FLOR DE MARÍA COL. FLOR DE MARÍA.	SIN COMENTARIOS.
01-MAY	EVENTO.	PARQUE LA LOMA.	SE ATIENDE MEDICAMENTE A 3 PERSONAS POR DIVERSAS CAUSAS.
08-MAY	EVENTO.	GOLONDRINA MUDA.	EN LAS CANCHAS DE FÚTBOL.
11-MAY	BLOQUEO DE PERSONAS.	VASCO DE QUIROGA ESQ. CAMINO VERDE COL. TLAPECHICO.	SE TRATÓ DE VECINOS QUE POR FALTA DE AGUA REALIZAN EL BLOQUEO.
19-MAY	CUBRIR EVENTO.	SANTA FE ALAMEDA PONIENTE.	SIN COMENTARIOS.
21-MAY	EVENTO.	VOCACIONAL 4 COL. BELÉN DE LAS FLORES.	SIN COMENTARIOS.
29-MAY	EVENTO DELEGACIONAL.	PARQUE JALALPA 2000.	TERMINO DEL EVENTO EN SITUACIÓN NORMAL.
29-MAY	EVENTO	DEPORTIVO PLATEROS.	TERMINA EVENTO A LAS 16.00 CON UNA AFLUENCIA DE 100 PERSONAS

FECHA	TIPO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
	DELEGACIONAL.		APROXIMADAMENTE.
06-JUN	REVISIÓN DE FERIA.	COL. CORPUS CRISTI.	SIN COMENTARIOS.
19-JUN	EVENTO DELEGACIONAL.	PARQUE JALALPA 2000.	SIN COMENTARIOS.
01-JUL	CUBRIR EVENTO.	S U M (SALÓN DE USOS MÚLTIPLES) CALLE 10 Y CANARIO COL. TOLTECA.	SIN COMENTARIOS.
04-JUL	EVENTO.	CANARIO Y CALLE 10.	SE CONCENTRAN APROXIMADAMENTE 600 ASISTENTES.
07-JUL	MANIFESTACIÓN DE 3000 PERSONAS.	ALTA TENSIÓN Y SAN ANTONIO.	PERSONAS DEL C U T (CENTRAL UNITARIA DE TRABAJADORES CASTEJÓN) Y TIENEN UNA REUNIÓN CON EL DELEGADO.
11-JUL	REVISIÓN DE FERIA.	MINAS COL. POCITO.	LA FERIA SE CONFORMABA POR 6 PUESTOS DE ROMERÍA Y 39 JUEGOS MECÁNICOS, MALA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
17-JUL	REVISIÓN DE FERIA.	PARAÍSO Y PÓLVORA COL. PÓLVORA.	SIN COMENTARIOS.
19-JUL	CUBRIR EVENTO.	JALALPA 2000.	DÍA DE LA INAUGURACIÓN, BAJA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS.
30-JUL	EVENTO NIÑOS EN CAMPAMENTO.	DEPORTIVO PLATEROS RÓMULO O'FARRIL.	SE ENCUENTRAN 42 MENORES.
18-JUL	REVISIÓN DE FERIA.	COL. ALFONSO XIII.	SIN COMENTARIOS.
02-OCT	REVISIÓN DE FERIA.	COL. TORRES POTRERO.	SE REVISARON 28 JUEGOS MECÁNICOS Y 46 PUESTOS DE ROMERÍA. HABÍA 5 TANQUES DE 20 KG, 1 DE 30 KG, Y 15 PUESTOS SIN EXTINTOR.
02-OCT	REVISIÓN DE FERIA.	CAMINO REAL A TOLUCA Y JALTIPÁN COL. ZENÓN DELGADO.	SE REVISARON 22 JUEGOS MECÁNICOS Y 12 PUESTOS DE ROMERÍA, SE ENCONTRÓ UN TANQUE DE GAS LP DE 20 KG.
07-OCT	CUBRIR EVENTO.	S U M CALLE 10 Y CANARIO COL. TOLTECA.	SIN COMENTARIOS.
07-OCT	CUBRIR EVENTO.	CALLE 10 Y CANARIO COL. TOLTECA EN EL S U M.	SIN COMENTARIOS.
09-OCT	EVENTO DELEGACIONAL.	PARQUE ALFONZO XIII.	SIN COMENTARIOS.

FECHA	TIPO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
09-OCT	EVENTO DELEGACIONAL.	BATALLÓN DE SAN PATRICIO.	SE CONCENTRARON APROXIMADAMENTE 2000 PERSONAS, EL EVENTO TERMINÓ EN SITUACIÓN NORMAL.
09-OCT	EVENTO DELEGACIONAL.	PARQUE JALALPA 2000.	SE CONCENTRARON 1500 PERSONAS APROX, SE BRINDO ATENCIÓN MÉDICA A DOS PERSONAS, EL EVENTO TERMINÓ EN SITUACIÓN NORMAL.
09-OCT	EVENTO DELEGACIONAL.	PARQUE LA LOMA.	SE TUVO UNA CONCENTRACIÓN MASIVA DE APROXIMADAMENTE 5000 PERSONAS.
16-OCT	EVENTO DELEGACIONAL.	INTERIOR DEL DEPORTIVO BATALLÓN SAN PATRICIO.	SE CONCENTRARON APROXIMADAMENTE 1500 PERSONAS, EL TÉRMINO DEL EVENTO FUE EN SITUACIÓN NORMAL.
31-OCT	EVENTO DELEGACIONAL.	EXPLANADA DEL S U M (SALÓN DE USOS MÚLTIPLES).	SE TUVO UNA CONCENTRACIÓN DE APROXIMADAMENTE 100 PERSONAS.

Otros de los sitios donde tienen lugar grandes aglomeraciones de personas son los mercados sobre ruedas, tianguis y concentraciones –término que se da a la presencia de puestos ambulantes en sitios estratégicos de la delegación como en las entradas de los metros, hospitales-.

Mercados sobre ruedas

Existen en el Distrito Federal 58 ubicaciones de mercados sobre ruedas; el 15.5% se concentran en la delegación Álvaro Obregón los cuales atienden en promedio a 75,376 personas por mercado, en un área de 1,041 hectáreas.

Los Mercados sobre Ruedas que se tienen registrados en la Delegación Álvaro Obregón son:

Tabla 6.1.29. Mercados Rodantes.
Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito Federal, SEDECO. 2010

DÍA	UBICACIÓN
LUNES	Calle 1 y 3, entre Calle 2 y 6, Colonia Lomas de Tetelpan.
MARTES	Avenida Transmisiones, esquina Avenida Toluca y Villa Obregón, colonia Torres de Potrero.
	Rosenblueth, entre Avenida Merced Gómez y Avenida Plateros, a espaldas de la Preparatoria No. 8, Colonia Mixcoac.
MIÉRCOLES	Avenida Alta Tensión, entre Avenida del Rosal y Rosa Chica, Colonia Olivar del Conde.
JUEVES	Estacionamiento del Parque Ecológico Las Águilas, Calzada Las Águilas y Av. Rómulo O´Farril.
	Avenida Centenario, entre Doctor P. Miranda, Cascada y Edificio H y G, Unidad Lomas de Plateros.
	Velasco Cerón en las canchas de la Unidad Santa Fe.
VIERNES	Yucatán, entre Boulevard Adolfo López Mateos y Monterrey, Colonia Tizapán.

Tianguis y concentraciones

Los tianguis no permanecen en un solo sitio durante la semana, por lo que satisfacen la necesidad de abasto popular en diferentes áreas geográficas con cierta periodicidad. Cada día se establecen 144 tianguis en la Ciudad de México. La demarcación con la mayor cantidad de tianguis es Iztapalapa, concentrando el 22.9% de las ubicaciones. En orden descendente a Iztapalapa le siguen Gustavo A. Madero con el 15.7%, Álvaro Obregón con 11.3% y Tlalpan con 9.9%.

La cantidad promedio de población atendida cada semana por cada tianguis instalado en la delegación Álvaro Obregón, es de 5,951 habitantes. Esto se realiza en un área promedio de 82 hectáreas por tianguis a la semana.

En total se tienen 165 concentraciones distribuidas entre 13 delegaciones. En el caso específico para la Delegación Álvaro Obregón, se tienen registrados 11 concentraciones, atendiendo a 61,672 habitantes y abarcando 852 hectáreas en promedio por concentración.

La Tabla 6.1.30 menciona algunos tianguis y concentraciones que se instalan en la delegación:

Tabla 6.1.30. Tianguis y Concentraciones

El Capulín	**Entre Huichapan de León y Real del Monte.**
Barrio Norte	En Mina de Platino y Avenida Juárez.
Jalalpa	Entre Guerrero y Gustavo Díaz Ordaz.
Bonanza	En Mexicanos y Veracruzanos.
Piloto Adolfo López Mateos	En Puerto Vallarta y Puerto Mazatlán.
Merced Gómez	En Guadalupe Hidalgo entre Centenario y 5 de Mayo.
María Angélica Luna Parra	En Jalalpa Norte y Jalalpa Sur.
San Bartolo Ameyalco	En la Plaza Hidalgo.

Las concentraciones también se encuentran en torno a las estaciones del Sistema Colectivo Metro y a las afueras de grandes equipamientos como, hospitales, oficinas de gobierno:

- En el corredor urbano Revolución.
- En la Av. Centenario.
- Sobre Av. Alta Tensión en el entronque con Av. Toluca y estación Observatorio.

Además de las que se ubican en la zona del Mercado de San Ángel y la zona de transferencia de transporte de Dr. Gálvez, las cuales presentan problemas de insalubridad e inseguridad, provocando a su vez problemas viales en la estructura vial principal.

Cada uno de los tianguis y mercados sobre ruedas ubicados dentro de la delegación son verificados por las autoridades de Protección Civil, con el fin de encontrar anomalías u actividades que representen un peligro para las personas que acuden a ellos.

La Figura 6.1.31 presenta el mapa de la delegación con la ubicación geográfica de los mercados establecidos, mercados sobre ruedas y las concentraciones donde se concentran los comerciantes ambulantes.

Figura 6.1.31 Mercados Establecidos, Sobre Ruedas y Concentraciones. Delegación Álvaro Obregón

Asentamientos Irregulares

Los asentamientos irregulares en la delegación Álvaro Obregón se observan principalmente en las barrancas, en sitios cercanos a las vías del tren y en los límites del suelo de conservación o Áreas Naturales Protegidas. Protección Civil de la delegación tiene contabilizados 3623 habitantes ubicados en esos lugares, expuestos a posibles deslaves y a condiciones de insalubridad, que han generado la presencia de brotes de enfermedades como sarna, conjuntivitis y tifoidea, entre otras.

Figura 6.1.32 Asentamiento Irregular. Santa Rosa, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

Los asentamientos de Loma Nueva, Hogar y Redención, 8 de Agosto, Ampliación la Cascada, el Pocito, Garcimarrero Reacomodo, Ampliación Alpes, Ampliación Piloto, Calle 29, La Cascada y Las Vías Rómulo O'Farril son algunos de los asentamientos irregulares que tienen más de dos décadas de haber sido establecidos en las laderas de las barrancas y en vías de comunicación.

Figura 6.1.33 Asentamiento Irregular. 8 de Agosto, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

Las Barrancas que han sido identificadas con asentamientos irregulares son la Barranca Mixcoac, Barranca Texcalatlaco y la Barranca Parque La Loma; esta última barranca es

considerada como una barranca independiente sin embargo forma parte de la extensión que ocupa la Barranca Texcalatlaco. Cabe destacar que estos sitios no sólo han sido ocupados como asentamientos irregulares sino como depósitos de residuos principalmente de la construcción.

En la Barranca Mixcoac, se identificaron 11 asentamientos irregulares: Garcimarrero Santa Lucía, Garcimarrero Reacomodo PRI, El Herradero, El Pregonero, Aguascalientes, Ampliación Gómez Farías, El Arquito, Arquitecto, Loma Nueva, Hogar y Redención y La Ampliación la Cascada. La superficie aproximada ocupada por estos asentamientos humanos irregulares es de 120,159 m^2.

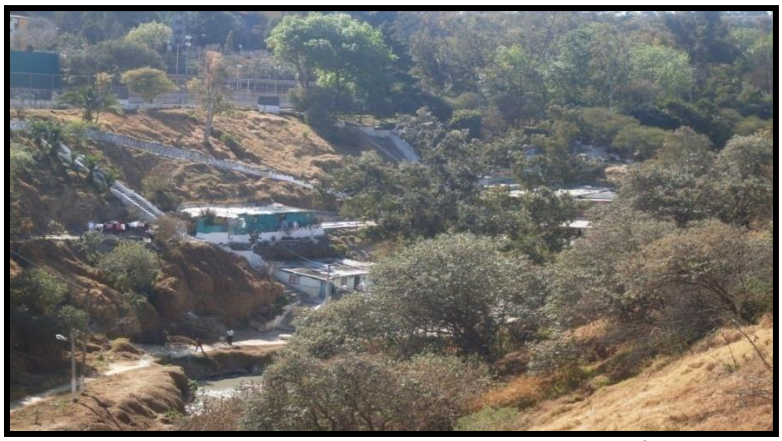


Figura 6.1.34 Asentamiento Irregular. La Cascada, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

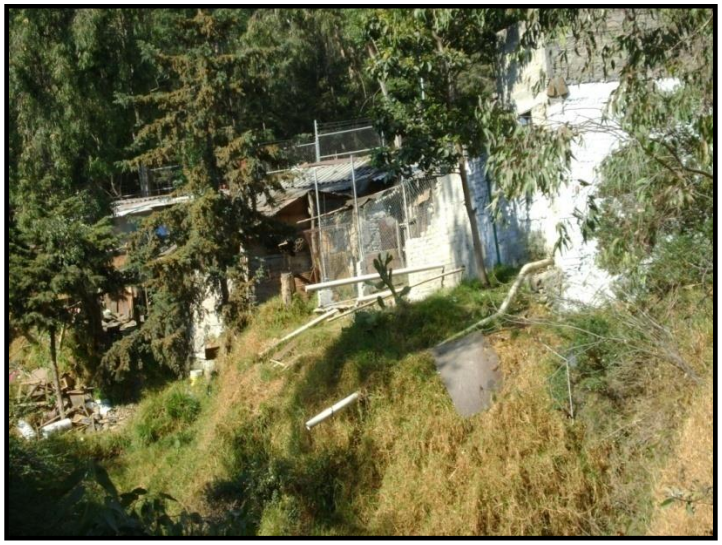


Figura 6.1.35 Asentamiento Irregular. La Angostura, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

En esta Barranca se ubicaron tres tiraderos de residuos de la construcción en las colonias Canutillo, Colinas del Sur y Hogar y Redención.

En la Barranca Texcalatlaco, en la parte de Parque La Loma, se ubicó un asentamiento humano irregular denominado Nabor Carrillo Fracc. Del Bosque, con una superficie de 24,661 m^2, así como dos colonias con tiraderos de residuos de la construcción, Lomas de la Hera y Torres de Potrero 5.

En la colonia Loma Nueva y Hogar y Redención hay establecidas alrededor de 160 familias, mientras que en el predio conocido como 8 de Agosto, a unos metros de la sede delegacional, se contabilizaban 125 viviendas en torno a lo que fuera la vía del ferrocarril que provenía de Cuernavaca, en una superficie aproximada de 200 metros de largo y 20 de ancho.

Estos asentamientos carecen de la infraestructura necesaria para proveer los servicios de luz, agua y drenaje por lo que los mismos habitantes, han buscado la forma de proveerlos, aunado a esto las formas de acceso no son las más adecuadas.

Figura 6.1.36 Asentamiento Irregular.
Paraje Arboledas, Chamontoya, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

Tanto la colonia 8 de Agosto como Loma Alta y Hogar y Redención, tienen las condiciones físicas y sociales propicias para el refugio de delincuentes y adictos.

Figura 6.1.37 Asentamiento Irregular. Hogar y Redención, Delegación Álvaro Obregón, 2011.

Además de las diferentes problemáticas sociales que enfrenta esta población, se suma la alta insalubridad provocada por la falta de higiene y la convivencia con animales domésticos en un espacio reducido.

La Tabla 6.1.31 muestra un desglose de los asentamientos irregulares que han sido geo-referenciados, con algunas características de cada uno de ellos tales como la antigüedad, cantidad de familias o habitantes, tipo de suelo y algunos riesgos a los que se encuentra expuesta la población.

Tabla 6.1.31 Relación de Asentamientos Irregulares.
Fuente: Protección Civil de la Delegación Álvaro Obregón, 2010.

ASENTAMIENTO	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
SUELO DE CONSERVACIÓN		
LAS PEÑITAS	A. TRIBUTARIO DEL ARROYO TEXCALATLACO, TLACOYAQUE AMPLIACIÓN	EL ASENTAMIENTO SE UBICA SOBRE UNA LADERA INESTABLE, TIENEN 7 AÑOS DE ANTIGÜEDAD, SE REPORTA QUE HAY GRAN CANTIDAD DE HABITANTES VIVIENDO EN ESA ZONA. SE ENCUENTRA DENTRO DE UNA ZONA QUE ES DE PROTECCIÓN FORESTAL.
SUELO URBANO		
LOMA NUEVA	LOMA NUEVA S/N, COLONIA LOMAS DE TARANGO	SE UBICA SOBRE LADERA INESTABLE, HAY GRAN CANTIDAD DE VIVIENDAS Y HABITANTES, TIENE 30 AÑOS DE QUE FUE ESTABLECIDO.
HOGAR Y REDENCIÓN	AL FINAL DE LAS CALLES 26 Y 37 CAUCE DEL RÍO MIXCOAC, COLONIA HOGAR Y REDENCIÓN	SE UBICA SOBRE UNA LADERA INESTABLE, HAY GRAN CANTIDAD DE HABITANTES ESTABLECIDOS EN EL LUGAR Y TIENE UNA ANTIGÜEDAD DE 20 AÑOS. SE UBICA SOBRE UN ÁREA VERDE.
LA PRESA SECCIÓN HORNOS	MENDOCINOS Y ORUREÑOS, COLONIA LA PRESA SECCIÓN HORNOS (LADERA NORTE DE LA LOMA DE CAPULA).	FAMILIAS REUBICADOS AL CAMPAMENTO DEL METRO OBSERVATORIO.
GRUTAS (8 DE AGOSTO)	FFCC DE CUERNAVACA Y GRUTAS, COLONIA 8 DE AGOSTO	VIVIENDAS PRECARIAS EN ZONA FEDERAL, SE TIENEN UNA GRAN CANTIDAD DE VIVIENDAS Y A SU VEZ DE PERSONAS POCO MÁS DE 500 HABITANTES EN ESTE ASENTAMIENTO, TIENE MÁS DE 18 AÑOS DE ANTIGÜEDAD.
AMPLIACIÓN LA CASCADA	MARGEN DERECHA DEL RÍO MIXCOAC, COLONIA, AMPLIACIÓN LA CASCADA	EL ASENTAMIENTO SE ENCUENTRA SOBRE UNA LADERA INESTABLE, EL SUELO ES CONSIDERADO COMO ZONA VERDE, TIENE 18 AÑOS DE ANTIGÜEDAD, HAY 40 HABITANTES EN EL ASENTAMIENTO.
EL SALITRERO	PARAÍSO-ZENÓN DELGADO	LADERA INESTABLE Y ZONA DE INUNDACIÓN. EL SALITRERO FUE ESTABLECIDO HACE 10 AÑOS, SOBRE UN SUELO QUE ES CONSIDERADO ZONA FEDERAL, LOS RIESGOS QUE ENVUELVEN ESTE LUGAR ES QUE ES UNA LADERA INESTABLE ADEMÁS DE SER UNA ZONA DE INUNDACIÓN.
EL POCITO	CALLE ACATLAN Y AV. CHICAGO, COLONIA EL POCITO	LADERA INESTABLE Y RELLENOS HETEROGÉNEOS. EL ASENTAMIENTO DEL POCITO SE UBICA SOBRE UNA ZONA FEDERAL QUE ES UNA LADERA INESTABLE, HAY RELLENOS HETEROGÉNEOS Y TIENE 20 AÑOS DE ANTIGÜEDAD. HAY 42 FAMILIAS ESTABLECIDAS CON UN TOTAL DE 165 HABITANTES.
GARCIMARRERO REACOMODO	AFLUENTE TRIBUTARIO DEL RÍO MIXCOAC, ENTRE MAGNOLIA Y OYAMEL	LADERA INESTABLE Y RELLENOS HETEROGÉNEOS. ÉSTE ASENTAMIENTO SE UBICA SOBRE UNA ZONA VERDE, TIENE 20 AÑOS DE QUE SE ESTABLECIÓ Y EN EL ULTIMO CONTEO SE TENÍAN 160 PERSONAS VIVIENDO EN ESE LUGAR.
CÓNDOR Y AURA	ÁGUILAS SECCIÓN HORNOS	EL ASENTAMIENTO SE ESTABLECIÓ SOBRE UN TALUD HACE 15 AÑOS.
PIRITAS ORIENTE	CALLE 6, LOMAS DE PUERTA GRANDE	ASENTAMIENTO SOBRE LADERA INESTABLE Y LECHO DEL CAUCE, ES UNA ZONA FEDERAL. TIENE 17 AÑOS DE ANTIGÜEDAD, EN ESTE LUGAR HAY 30 PERSONAS ESTABLECIDAS.

ASENTAMIENTO	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
LA MILAGROSA	CALLE PLATÓN, MARGEN IZQUIERDA DEL ARROYO PUERTA GRANDE, COL. LA MILAGROSA	EL ASENTAMIENTO DE LA MILAGROSA SE ENCUENTRA EN UNA BARRANCA QUE ES CONSIDERADA ZONA FEDERAL, FUE ESTABLECIDO HACE 8 AÑOS Y SE TIENEN 88 PERSONAS HABITANDO ESE LUGAR.
ARBOLEDAS POLITOCO	CEDRO Y PINO, COLONIA ARBOLEDAS POLITOCO	HA SIDO ESTABLECIDO EN UN TALUD INESTABLE QUE ES ZONA FEDERAL, AUN ES UN ASENTAMIENTO MUY PEQUEÑO YA QUE SOLO HAY 2 FAMILIAS VIVIENDO AHÍ.
AMPLIACIÓN ALPES	BARRANCA PILARES Y LUZ Y FUERZA, COL. AMPLIACIÓN ALPES	ESTE ASENTAMIENTO SE UBICA SOBRE UNA BARRANCA DE ALTO RIESGO, ES CONSIDERADA COMO ÁREA VERDE, YA TIENE 20 AÑOS DE HABER SIDO ESTABLECIDO Y HAY APROXIMADAMENTE 48 PERSONAS VIVIENDO EN ESE LUGAR.
OCOTILLOS	AL FINAL DE LA CERRADA DEL POZO, COLONIA OCOTILLOS	SE ENCUENTRA SOBRE UNA LADERA INESTABLE, FUE ESTABLECIDO DESDE HACE 40 AÑOS, SOLO HAY 4 FAMILIAS HABITANDO EL LUGAR.
LA VIRGEN	AMBAS MÁRGENES DE LA PRESA LAS FLORES (ZONA DEL VASO)	ESTABLECIDO EN UNA ZONA FEDERAL, LA CUAL ES UNA LADERA INESTABLE, TIENE 17 AÑOS DE ANTIGÜEDAD Y HAY APROXIMADAMENTE 50 HABITANTES.
OLIVAR DEL CONDE 2DA SECCIÓN CALLE 34	MARGEN DERECHA DEL RÍO SAN BORJA, COLONIA OLIVAR DEL CONDE 2DA SECCIÓN	SE UBICA EN UNA ZONA FEDERAL QUE ES UNA LADERA INESTABLE, TIENE 13 AÑOS DE ANTIGÜEDAD.
RETORNO BELLACO	MZA. 34, LOTE 10, COLONIA JALALPA EL GRANDE	ASENTAMIENTO UBICADO SOBRE UNA LADERA INESTABLE, EN LA CUAL TAMBIÉN HAY CONCURRENCIA DE AGUAS DE ZONAS SUPERIORES. FUE ESTABLECIDO HACE 8 AÑOS.
LA FRANJA UPEZ	AV. SANTA LUCIA, FRENTE AL No. 810, COLONIA OLIVAR DEL CONDE 1RA SECCIÓN	ES UN ASENTAMIENTO EN EL CUAL LAS VIVIENDAS SON DE MATERIALES PRECARIOS, TIENE 35 AÑOS DE QUE SE ESTABLECIÓ, HAY MÁS DE 300 HABITANTES EN EL ASENTAMIENTO, EL TIPO DE SUELO ES DE ÁREAS VERDES.
2DA CERRADA DE MINAS	2DA CERRADA DE MINAS No. 20, LOTES DEL 1 AL 5, COLONIA NICANOR ARVIDE	ÉSTE ESTABLECIMIENTO SE ENCUENTRA EN RIESGO ESTRUCTURAL POR ZONA MINADA Y SISMO. TIENE POCO MÁS DE 30 AÑOS DE HABER SIDO ESTABLECIDO.
AMPLIACIÓN PILOTO	AL FINAL DE LA CALLE PUERTO MAZATLÁN MZA. 47 Y 48, COLONIA AMPLIACIÓN PILOTO.	EL ASENTAMIENTO SE UBICA SOBRE UNA ZONA FEDERAL EL CUAL ES UNA LADERA INESTABLE. TIENE 30 AÑOS DE ANTIGÜEDAD Y HAY CASI 350 PERSONAN VIVIENDO EN EL LUGAR.
LA CASCADA	CALLE RIO MIXCOAC (ZONA DE ENTUBAMIENTO DEL CAUCE).	EL USO DE SUELO DEL ASENTAMIENTO HA SIDO CLASIFICADO COMO ÁREA VERDE EN ZONA FEDERAL, ES UNA LADERA INESTABLE ADEMÁS DE SER UNA ZONA DE INUNDACIÓN. FUE ESTABLECIDO DESDE HACE 27 AÑOS Y SE HAN CONTABILIZADO 37 FAMILIAS.
LAS CUEVITAS (5° NIVEL)	COLONIA BELÉN DE LAS FLORES	LAS CUEVITAS SE ENCUENTRAN EN UNA ZONA FEDERAL ESTA COMPUESTO POR 37 VIVIENDAS
LA ANGOSTURA	AV. DE LAS TORRES, OLIVAR DE LOS PADRES	EN LA ANGOSTURA VIVEN 870 PERSONAS, TIENE UNA ANTIGÜEDAD DE 8 AÑOS Y FUE ESTABLECIDO EN UNA ZONA CONSIDERADA DE ALTO RIESGO YA QUE SE UBICA BAJO LAS TORRES DE ALTA TENSIÓN
CÓNDOR Y AURA	ÁGUILAS SECCIÓN HORNOS	-
PREDIO AGUASCALIENTES	ABUBILLAS Y ORIENTE DE LA CORTINA DE LA PRESA MIXCOAC, TEPEACA	-
JALALPA TEPITO 2 (21 DE DICIEMBRE)	FINAL DE ENCINAL Y MATA OBSCURA	EL ASENTAMIENTO SE COMPONE DE 480 FAMILIAS QUE SE ESTABLECIERON DESDE HACE 12 AÑOS, ESTE SITIO ES CONSIDERADO DE ALTO RIESGO YA QUE SE UBICA SOBRE UNA ZONA MINADA.

ASENTAMIENTO	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
CASETAS AZULES	CALZADA JALALPA NORTE Y SUR FORTÍN, COLONIA JALALPA EL GRANDE	EL ASENTAMIENTO TIENE 14 AÑOS DE ANTIGÜEDAD Y EN LA ACTUALIDAD HAY 60 FAMILIAS VIVIENDO EN ESE LUGAR.
COLIPA	MANZANA 11 Y CALLE 5, JALALPA EL GRANDE.	EL ASENTAMIENTO DE COLIPA TIENE 10 AÑOS DE QUE FUE ESTABLECIDO, SE UBICA EN UNA ZONA FEDERAL CONSIDERADO DE ALTO RIESGO POR MINAS. SE HAN CONTABILIZADO 280 FAMILIAS HABITANDO EL LUGAR.
CDA. SAN ANTONIO	ENTRE SAN DIEGO Y SAN MARCOS, COLONIA CORPUS CRISTI	-
AL FINAL DE LA CALLE PUERTO JUÁREZ (JUNTO A LA CAPILLA Y LECHERÍA)	COLONIA PILOTO A. LÓPEZ MATEOS	ALTO RIESGO BARRANCA EL ASENTAMIENTO SE ENCUENTRA SOBRE UNA BARRANCA QUE ES CONSIDERADA COMO ZONA FEDERAL, TIENE UNA ANTIGÜEDAD DE 30 AÑOS Y SE HAN CONTABILIZADO 223 FAMILIAS RESIDENTES.
PARQUE ECOLÓGICO TARANGO	AV. CENTENARIO S/N, LOMAS DE TARANGO	SE UBICÓ EN UN ESPACIO ABIERTO HACE 30 AÑOS, HAY UN TOTAL DE 20 FAMILIAS ESTABLECIDAS EN EL LUGAR
LAS VÍAS RÓMULO O'FARRIL	LAS VÍAS RÓMULO O'FARRIL Y CAMINO AL DESIERTO DE LOS LEONES, COLONIA FLOR DE MARÍA	ASENTAMIENTO EN ZONA FEDERAL COMPUESTO POR 76 VIVIENDAS, TIENE 40 AÑOS DE QUE SE ESTABLECIERON EN ESE LUGAR
CALLE 29	CALLE 29, COLONIA OLIVAR DEL CONDE 3a SECCIÓN, AL FINAL	SON CASAS QUE SE UBICARON SIN PERMISO, TIENEN MÁS DE 25 AÑOS DE SU ESTABLECIMIENTO

Los asentamientos irregulares que se tienen registrados dentro de la delegación se observan en el siguiente mapa –Figura. 6.1.38-, estos han sido clasificados como de alta y media intensidad de acuerdo con la cantidad de viviendas, personas y los peligros a los que se encuentran expuestos.

Figura. 6.1.38 Asentamientos irregulares, Delegación Álvaro Obregón.

El mapa de la Figura 6.1.39 contiene la ubicación geográfica del conjunto de sitios con peligros Socio-Organizativos, que fueron mencionados a lo largo del reporte.

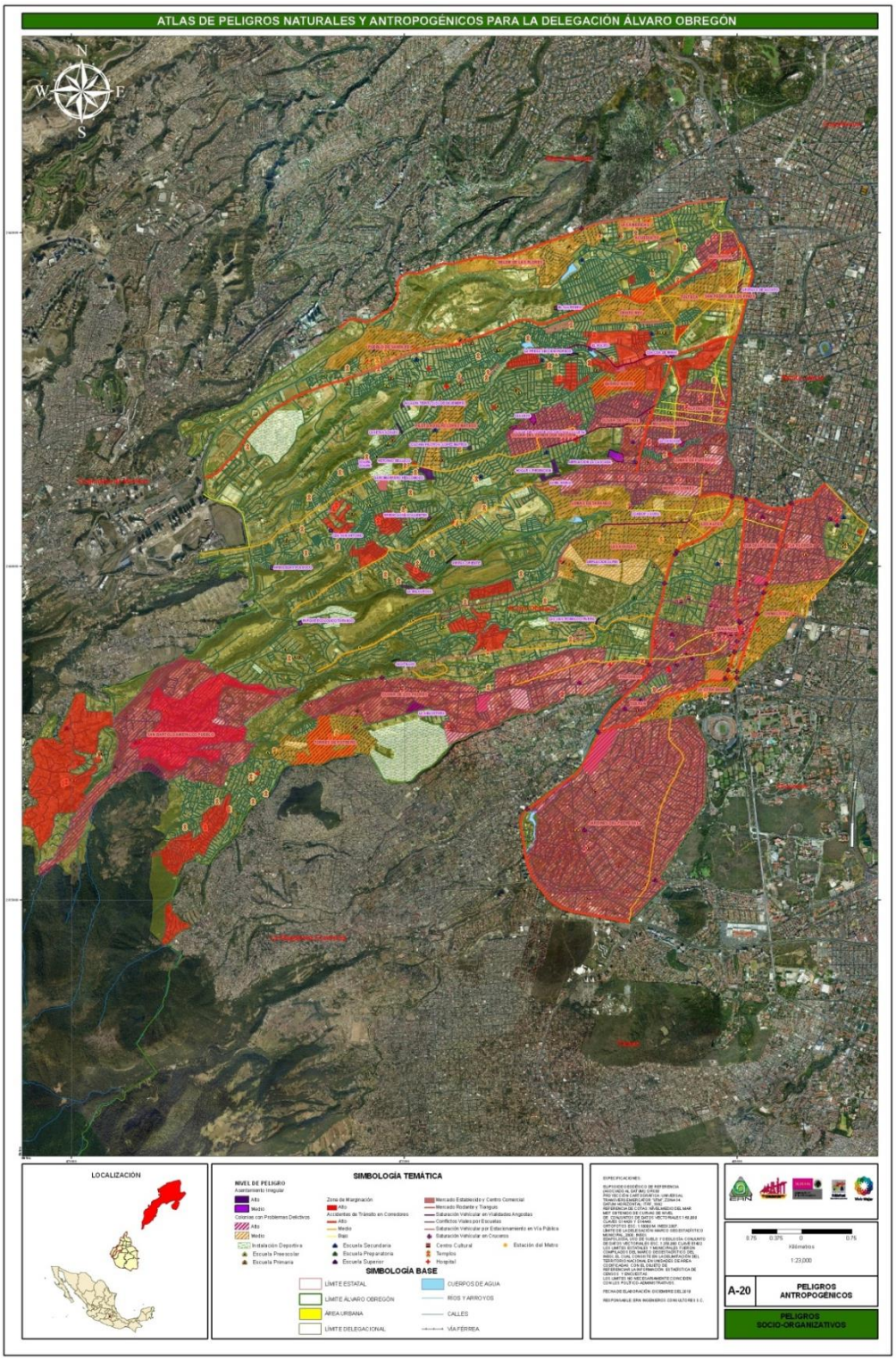


Figura 6.1.39 Ubicación Geográfica de Sitios con Peligros Socio-Organizativos. Delegación Álvaro Obregón.

6.2.3 Bibliografía para Peligros Socio-Organizativos

Dirección General de Protección Civil, Secretaria de Gobernación
"Atlas Nacional de Riesgos, Parte II", Editorial MAC, S.A. de C.V.
Mayo 1994.

Meli R. 2001. "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana". Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Ministerio de Justicia, Trabajo y Seguridad. Gobierno de la Provincia de Neuquén
Manual Básico de Contingencias. Disponible en:
www.neuqueninforma.org/img/Descargas/Documentos/manual_basico_de_contingencia.pdf.
Consulta 2010

Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales 2006. Disponible en:
http://www.imt.mx/archivos/administradorcontenido/file/Seg/anuario/anuario2006.pdf
Consulta 2do semestre 2010.

Atlas Socioeconómico y de Marginación para el DF. Disponible en:
http://www.siege.df.gob.mx/copladet/index.html?abrir=Abrir+Atlas
Consulta 2do semestre 2010.

Centro Nacional para la Prevención de Accidentes. Diagnostico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal. Disponible en:
http://www.cenapra.salud.gob.mx/imgs/htm2/2009/trabajos_de_investigacion/trabajos.html
Consulta 2do semestre 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Disponible en:
http://www.inegi.org.mx/
Consulta 2do semestre 2010.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, PAOT Asentamientos Irregulares en Barrancas. Disponible en:
http://www.paot.org.mx/paot_docs/informes/2009/l1.html
Consulta 2do semestre 2010.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, PAOT Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006. Disponible en:
http://www.paot.org.mx/centro/gaceta/2002/noviembre_05_146.pdf
Consulta 2do semestre 2010.

Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, Estadísticas Delictivas.
Disponible en: http://www.pgjdf.gob.mx/
Consulta 2do semestre 2010.

Secretaría de Desarrollo Económico, Mercados sobre Ruedas. Disponible en:
http://www.sedeco.df.gob.mx/actividades/informes/mercados/ubicacion_mercados.pdf

Consulta 2do semestre 2010.

Secretaría de Educación Pública en el Distrito Federal. Escuelas en el D.F. Disponible en: http://www2.sepdf.gob.mx/directorio_escuelas/index.jsp
Consulta 2do semestre 2010.

Secretaría de Seguridad Pública. Cartografía Delictiva por Delegación. Disponible en: http://portal.ssp.df.gob.mx/Portal/ServiciosalaCiudadania/SIP/IncidenciaPorSector.htm
Consulta 2do semestre 2010.

Secretaría de Seguridad Pública. Control Estadístico de los Accidentes de Tránsito. Disponible en: http://portal.ssp.df.gob.mx
Consulta 2do semestre 2010.

Secretaría de Transportes y Vialidad. Horarios de Saturación Vial. Disponible en: http://www.setravi.df.gob.mx/
Consulta 2do semestre 2010.

Sitio Oficial de la Delegación Álvaro Obregón. Disponible en: http://www.dao.gob.mx/inicio.php
Consulta 2do semestre 2010.

7 Identificación de peligros y fenómenos perturbadores de origen antropogénico

7.3 Incendios Forestales

7.3.1 Introducción

La Comisión Nacional Forestal “CONAFOR”, define a los **INCENDIOS FORESTALES** como la propagación libre y no programada del fuego sobre la vegetación en los bosques, selvas y zonas áridas y semiáridas.

De acuerdo con la SEMARNAT se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de los incendios y sólo el resto tiene como causa fenómenos naturales como pueden ser descargas eléctricas y erupción de volcanes.

De las actividades humanas, las agropecuarias son la razón principal de provocar incendios forestales en México, debido a que el uso del fuego ha sido el procedimiento más económico empleado por los campesinos para eliminar los residuos agrícolas de las parcelas, provocando con frecuencia la propagación sin control del fuego en las áreas verdes.

Una vez que un incendio forestal se ha iniciado, su propagación depende de las condiciones permanentes (cantidad, tamaño y compactación de los combustibles y la topografía del lugar) y transitorias del lugar (temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa y precipitación pluvial).

7.3.2 Condiciones Permanentes

Composición de los combustibles. En la mayoría de los incendios forestales, el combustible es el factor principal que determina si se inicia o no un incendio, así como la dificultad para controlarlo y la probabilidad de su comportamiento extremo o irregular. Sus características son:

- Cantidad. Mientras más combustible se tenga en un área forestal más fuerte es el incendio (se mide en kg/m o en ton/ha).

- Tamaño o textura. Para evaluar la influencia del tamaño del combustible en el comportamiento del incendio, es importante conocer la cantidad de masa existente en cada categoría de acuerdo a sus dimensiones.

- Compactación. Afecta la tasa de secamiento. Mientras haya más espacio o aire entre los combustibles, se secan más rápidamente y el incendio se propaga con mayor velocidad.

- *Topografía.* Se define como la configuración de la superficie terrestre. Los factores topográficos que influyen en el comportamiento de los incendios son: la pendiente o inclinación del terreno y la altitud o elevación.

7.3.3 Condiciones transitorias

Son de tipo meteorológicas y por ende son los factores más variables y de mayor influencia en el desarrollo de un incendio, las cuales se emplean para medir los alcances de un incendio. Sus principales componentes son:

- Temperatura. Es la que un objeto requiere para iniciar su encendido y continuar ardiendo sin aplicar otra fuente de calor.

- Humedad relativa. Es la cantidad real de vapor de agua contenida en el aire. En México se considera que **cuando la humedad relativa** en el ecosistema **es menor a 30%** es propicia para el desarrollo de los incendios forestales.

- Velocidad y dirección del viento. Son los factores que cambian más frecuente y violentamente, en cualquier dirección; pueden propiciar emisión de chispas y cenizas que originen nuevos brotes de fuego. En áreas de combustibles homogéneos el viento rige la dirección del fuego y determina la configuración del incendio.

Precipitación pluvial. Factor que mayor influye en los incendios, debido a que entre menor sea la precipitación y mayor la temperatura existe un importante incremento en el riesgo de que ocurra un incendio.

Para que un incendio forestal se desarrolle se debe tener una combinación de las condiciones permanentes y de las condiciones transitorias (Tabla 6.3.1):

Tabla 6.1.32 La Gran Triada, formada por el Tiempo Atmosférico, la Topografía y la presencia de Combustible. Fuente: Consejo Forestal del Distrito Federal de la CONAFOR, 2006.

FACTOR	ÍNDICES DE RIESGO		
	BAJO	**MEDIO**	**ALTO**
TIEMPO ATMOSFÉRICO			
TEMPERATURA	<20 ° C	20 – 25 ° C	>25 ° C
HUMEDAD RELATIVA	>50%	50 – 25%	<25%
VELOCIDAD DEL VIENTO	<10 km/h	10 – 30 km/h	<30 km/h
TOPOGRAFÍA			
PENDIENTE	<5%	5 – 15%	>15%
COMBUSTIBLES			
HUMEDAD	>25%	15 – 25%	<15%
TIPO (GROSOR)	Finos o ligeros	Finos o ligeros Regulares	• Finos (ligeros) (< a 5 mm) Hojarasca, pastizales. • Regulares (5 a 25 mm) Ramitas, tallos pequeños • Medianos (25 a 75 mm) Ramas • Gruesos (> a 75 mm) Troncos, ramas gruesas

7.3.4 Clasificación de los Incendios Forestales

Los incendios se han clasificado en tres tipos, esta clasificación depende principalmente de los combustibles, lo que implica diferentes grados de daños:

1. ***Incendio de copa, de corona o aéreo***. Afecta gravemente a los ecosistemas, pues destruye a toda la vegetación, son difíciles de controlar y se incrementan bajo condiciones extremas de sequía, aunque son poco frecuentes en México.

2. ***Incendio superficial***. Daña principalmente **pastizales y vegetación herbácea** que se encuentra entre la superficie terrestre y hasta 1.5 metros de altura. Deteriora en gran

medida la regeneración natural y la reforestación (Figura 6.3.1). En **México** es el tipo de incendio **más frecuente** (poco más del 90% de los casos).

Figura. 6.1.40 Combate de Incendio Superficial.
Fuente: Fototeca de Comisión de Recursos Naturales (www.sma.df.gob.mx/corena), 2010.

3. ***Incendio subterráneo***. Se propaga bajo la superficie del terreno (Figura 6.3.2); afecta las raíces y la materia orgánica acumulada en grandes afloramientos de roca. Se caracteriza por no generar llamas y por poco humo.

Figura 6.1.41 Combate de Incendio Subterráneo.
Fuente: Fototeca de Comisión de Recursos Naturales (www.sma.df.gob.mx/corena), 2010.

7.3.5 Los Incendios Forestales en el Distrito Federal y en la delegación Álvaro Obregón

Los reportes de los incendios forestales que tienen lugar en el Distrito Federal elaborados por la Comisión de Recursos Naturales “CORENA” han mostrado que las delegaciones mayormente afectadas son Milpa Alta y Tlalpan mientras que la **delegación Álvaro**

Obregón es considerada como una de las **zonas territoriales con riesgo bajo por incendios forestales**, al presentar un reducido número de eventos cada año en comparación con los registrados en las dos delegaciones mencionadas anteriormente.

De acuerdo con los reportes generados de los incendios forestales ocurridos en el Distrito Federal se ha establecido lo siguiente:

- Los días con mayor cantidad de incendios son los Martes, Miércoles y Jueves en los cuales se tuvo el 17.5% de superficie afectada.
- El horario de mayor riesgo fue de las 12:00 hrs a las 17:00 hrs con el 54% de los incendios y a su vez con el 54% de la superficie afectada.
- Las causas principales son el vandalismo en primer lugar, en segundo término el pastoreo y en tercer lugar paseantes, quemas agrícolas y de basura.

Se ha observado que las principales áreas afectadas son las Áreas Naturales de Conservación. En lo que respecta a la delegación Álvaro Obregón el Área Natural Protegida que se ha considerado en peligro de ser dañada por los incendios forestales es la llamada **Desierto de los Leones**. Los factores que juegan un papel importante para que esta zona sea considerada susceptible a presentar incendios son: la topografía del terreno, la afluencia de visitantes, la frecuencia de los eventos registrados, los factores climáticos y la carga de combustibles.

Incidentes registrados en el Distrito Federal y en particular en la delegación Álvaro Obregón

En el **Distrito Federal** durante el año **2006** se registraron en total 1,096 incendios forestales, dejando 1,711.42 hectáreas dañadas con un promedio de 1.56 hectáreas por evento aproximadamente. De esta superficie el 75% correspondió a pastizal, el 10% de reforestación, con el 8% de arbusto, con el 6% de hojarasca y el 1% de renuevo.

En particular en la delegación **Álvaro Obregón** durante el periodo del 1° de enero al 31 de diciembre del 2006 se presentaron 3 incendios forestales mayores, con un total de 0.87 hectáreas de superficie afectada, compuesta por 0.25 hectáreas de pastizal y 0.62 hectáreas de arbusto. Se dañaron en promedio 0.29 hectáreas por evento. Los incendios fueron detectados generalmente al medio día, las brigadas tuvieron un tiempo de primera llegada de 10 minutos aproximadamente y la duración del trabajo de extinción fue de 1 hora y 49 minutos en promedio por evento.

En ese mismo año ocurrieron 22 conatos de incendio en las áreas de vegetación de la delegación, dañando 8,420 m^2 de los cuales 6,070 m^2 fueron de pastizal y 2,350 m^2 fueron de hojarasca.

Ese año la delegación Álvaro Obregón fue clasificada dentro de las delegaciones con riesgo bajo de incendios forestales, en comparación con delegaciones como Tlalpan o Milpa Alta, las cuales durante ese año tuvieron 395 y 444 eventos, con 184.28 y 618.34 hectáreas de superficie afectada respectivamente.

En el primer semestre del **2007** que va del 1° de enero al 15 de junio, se registraron 643 incendios forestales en todo el **Distrito Federal**, afectando una superficie de 790.82

hectáreas, con un promedio de 1.23 hectáreas por evento. De esta superficie el 81% correspondió a zonas con pastizal, el 7% de reforestación, el 5% de arbusto, el 4% de renuevo y el 3% de hojarasca. Como cada año las delegaciones con mayor número de incendios fueron Milpa Alta y Tlalpan.

En ese periodo en la **Álvaro Obregón** ocurrieron 4 incendios, afectando 1.7 hectáreas de pastizal, 1.4 hectáreas de arbusto y 0.3 hectáreas de hojarasca. El promedio de superficie afectada por evento fue de 0.85 hectáreas. En promedio cada evento duró 1 hora 56 minutos. Además de los incendios forestales mayores también se tuvieron 15 incendios incipientes (conatos) dañando 5,350 m^2 de pastizal y 400 m^2 de hojarasca. Cada evento en promedio dañó 383 m^2 de superficie.

Para el **2008** se contabilizaron en el **Distrito Federal** 1000 incendios forestales, dejando una superficie de 1,722.14 hectáreas dañadas, con un promedio de 1.72 hectáreas por evento. Aunados a éstos se presentaron 1,279 incendios incipientes (conatos) con una superficie de afectación de 577,430 m^2.

En lo que respecta a las áreas verdes de la **Álvaro Obregón**, en el periodo del 1° de enero al 31 de diciembre del 2008 se registraron 6 incendios, con un total de 9.90 hectáreas de las cuales 9.6 fueron de pastizal y 0.3 de arbolado adulto. El promedio de superficie dañada por evento fue de 1.65 hectáreas. En promedio cada evento duró 2 horas 36 minutos.

La delegación siguió ubicándose entre las zonas con menor cantidad de incendios forestales en comparación con Milpa Alta que en el mismo periodo registró 383 incendios. Por otra parte se presentaron 8 conatos o incendios menores, en los cuales la superficie afectada fue de 3,000 m^2 con 1,200 m^2 de pastizal y 1800 m^2 de hojarasca.

Durante el **2009** ocurrieron 1,160 incendios, en los que resultaron dañadas 1,836.55 hectáreas, con 1.58 hectáreas en promedio por evento en todo el **Distrito Federal**, mientras que en la zona territorial de la delegación Álvaro Obregón ocurrieron sólo 5 incendios, en los cuales 25.90 hectáreas sufrieron daños. A continuación se presentan los detalles de los incendios forestales ocurridos en la delegación en ese año:

- El 6 de enero se presentó un incendio en la Zona Federal Parque Tarango, se dañaron 0.50 hectáreas de pastizal. El incendio fue atendido por una brigada compuesta por 8 elementos.

- El 3 de marzo, en el Predio de San Bartolo Ameyalco del Paraje Cuautlamila, ocurrió un incendio que afectó 0.30 hectáreas de superficie de pastizal, el incendio fue atendido por 2 brigadas con un total de 13 elementos.

- El domingo 8 de marzo ocurrió el tercer incendio forestal del año en el predio Magdalena Atlituc del Paraje Cerro San Miguel, dañando 10 hectáreas de las cuales 8 fueron de pastizal y 2 fueron de árboles reforestados. En el combate del incendio participaron 3 brigadas, con un total de 16 elementos.

- El 1° de abril, en el predio Magdalena Atlituc, del Paraje Cerro del Negro se presentó un incendio que afectó 13 hectáreas de pastizal. Fue atendido por 23 brigadas compuesta por 223 elementos.

- El sábado 1 de mayo, ocurrió otro incendio en la Zona Federal del paraje Parque la Loma donde se dañaron 2.10 hectáreas de pastizal. Fue atendido por 11 elementos pertenecientes a 2 brigadas de combate contra incendio.

Del 1° de enero al 31 de diciembre del **2010**, en el **Distrito Federal** se registraron 863 incendios forestales, dejando 1,160.01 hectáreas de superficie dañada. Las áreas verdes más afectadas por el fuego fueron los pastizales con un total 1,007.91 hectáreas, en lo que respecta a los árboles de renuevo se quemaron 25.43 hectáreas y se perdieron 126.67 hectáreas de arbustos y matorrales. De manera aproximada, la afectación fue de 1.34 hectáreas por evento, con una duración promedio de 1 hora y 47 minutos.

En particular, en la delegación **Álvaro Obregón** en ese mismo periodo se registraron 4 incendios mayores con 0.67 hectáreas dañadas de suelo de conservación, mientras que las delegaciones que mayor cantidad de incendios registraron fueron nuevamente Milpa Alta y Tlalpan con 347 y 371 respectivamente.

Se puede decir que la cantidad de incendios forestales en el Distrito Federal durante el 2010 disminuyó considerablemente en comparación con los años 2008 y 2009.

A continuación se presenta una breve descripción de los incendios mayores que ocurrieron en zonas de Conservación Forestal, por lo que su impacto ambiental es considerado de mayor relevancia:

- El viernes 19 de marzo del 2010 se presentó el primer incendio forestal del año en la Zona Federal del Paraje La Malinche, se tuvo una superficie afectada de 0.20 hectáreas de pastizales y fue atendido por 9 elementos pertenecientes a 3 brigadas.

- El 6 de abril en el Predio Parque la Loma, Paraje La Malinche, ocurrió un incendio que dañó una superficie de pastizal de 0.20 hectáreas y fue atendido por 21 brigadistas, divididos en 3 grupos.

- El 28 de abril ocurrió el tercer incendio forestal del año en la delegación, este aconteció en el predio Santa Rosa Xochiac, del Paraje Doña Juana, dañando 0.12 hectáreas de pastizal. El incendio fue combatido por una brigada de 8 elementos.

- El 2 de junio sucedió otro incendio forestal, en el cual se dañaron 0.15 hectáreas de superficie de arbusto.

Durante el periodo de enero a octubre del 2010, los incendios forestales ocurridos en la delegación, dañaron principalmente áreas verdes donde el principal tipo de vegetación es el pastizal. Las bitácoras de diversos incidentes atendidos durante dicho periodo por parte de Protección Civil de la Delegación, reportan poco más de 100 incendios forestales, los cuales en su mayoría fueron incendios incipientes.

Figura 6.1.42 Incendio de Pastizal. Lomas de la Hera, Delegación Álvaro Obregón, 2010.

El total de los incendios registrados en la delegación durante el 2010 consumieron aproximadamente 18.68 hectáreas de pastizales. Entre los parques afectados se encuentran: Tarango, La Loma, Japonés, así como las áreas verdes de las Barrancas Las Águilas, Tarango, Becerra. (Figura 6.1.43 y Figura 6.1.44).

Figura 6.1.43 Incendio de Pastizal. Las Águilas, Delegación Álvaro Obregón, 2010.

Figura 6.1.44 Incendio de Pastizal, Las Águilas, Delegación Álvaro Obregón, 2010.

En particular los incendios que se presentaron en el Parque la Loma, a diferencia de otros parques de la delegación, fueron Incendios Controlados, en los que se contó con personal capacitado para enfrentar el fuego y evitar la propagación.

Tanto el interior del Parque como la Presa Tarango (Figura 6.1.45), fueron las áreas verdes que mayor afectación registraron durante el 2010 por los incendios forestales.

Figura 6.1.45 Incendio de Pastizal. Parque Tarango, Delegación Álvaro Obregón, 2010.

La Tabla 6.3.2 presenta una compilación de los incendios forestales que han sucedido en la delegación, en el periodo de enero a octubre de 2010.

Tabla 6.1.33 Reportes de Incendios Forestales.
Fuente: Protección Civil de la delegación Álvaro Obregón, 2010.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
01/01/10	INCENDIO DE PASTO	CILANTRO Y VASCO QUIROGA COL. TLAPECHICO	7 PERSONAS SE ENCARGARON DE SOFOCAR EL FUEGO.
02/01/10	INCENDIO EN BARRANCA	ARTIFICIO Y EL CHICO COL. HIDALGO	SE QUEMO APROXIMADAMENTE 500 m^2 DE PASTO.
02/01/10	INCENDIO DE PASTO	SAUCE Y OLMOS COL. GARCIMARRERO	SE QUEMAN 200 m^2 DE BASURA Y PASTO EN UNA LADERA DONDE CONFLUYEN LAS CALLES DE SAUCE Y LA PRESA
02/01/10	INCENDIO DE PASTO	CARR. MÉXICO-TOLUCA Y PUENTE CONAFRUT COL. SAN GABRIEL	6 PERSONAS FUERON LAS ENCARGADAS DE SOFOCAR EL INCENDIO.
03/01/10	INCENDIO DE PASTO	ARTIFICIOS Y ACUEDUCTO, COL. ACUEDUCTO	7 PERSONAS FUERON LAS ENCARGADAS DE SOFOCAR EL INCENDIO.
03/01/10	INCENDIO PASTO	CDA. CENTENARIO Y CALLE 10 COL. HERÓN PROAL	SIN COMENTARIOS.
15/01/10	QUEMA CONTROLADA	PARQUE LA LOMA, CDA VIOLETA Y FRESNO COL. TORRES POTRERO	SIMULACRO DE INCENDIO ALREDEDOR DE LAS 10:00 CON FUEGO REAL, SE NOTIFICO A BOMBEROS.
18/01/10	INCENDIO DE PASTO	AV. 5 DE MAYO COMPOSTA EN LAS CANCHAS DE FUTBOL	3 PERSONAS REALIZARON ACTIVIDADES DE EXTINCIÓN, SE QUEMARON 200 m^2 DE PASTO.
20/01/10	INCENDIO DE PASTO	3RA CDA, DE PUERTO MAZATLÁN ESQ. PUERTO JUÁREZ. COL. AMP. PILOTO	SE CANALIZA A BOMBEROS, 6 PERSONAS CONTROLARON EL INCENDIO.
21/01/10	INCENDIO DE PASTO	DESIERTO DE LOS LEONES KM 24.500 Y COMUNAL COL. SANTA ROSA XOCHIAC	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 600 m^2 DE PASTO SECO Y BASURA.
21/01/10	INCENDIO DE PASTO	AV. TORRES Y CONSTITUYENTES COL. BELÉN	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 1,000 m^2 DE PASTO.
21/01/10	INCENDIO DE PASTO	CALLE D Y CALLE UNO COL. MERCED GÓMEZ	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 40 m^2 DE PASTO LO CONTROLA VULCANOS.
22/01/10	INCENDIO DE PASTO	CALZ. DE LAS CARRETAS No. 97 Y ROMERÍA COL. COLINAS DEL SUR	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 250 m^2 DE PASTO SECO Y RAMAS.
2301/10	INCENDIO DE PASTO	CARR. MÉXICO –TOLUCA CASA	FUE CONTROLADO POR 6 PERSONAS CAPACITADAS.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
		AGRÓNOMO COL. SAN GABRIEL	
24/01/10	INCENDIO PASTO	CENTENARIO Y LAS ÁGUILAS	ES EN EL INTERIOR DEL PARQUE TARANGO, CON UN APROXIMADO DE 5,000 m^2 QUEMADOS.
25/01/10	INCENDIO DE PASTO	ALTO LERMA Y SANTA MÓNICA COL. CORPUS CRISTI	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 2000 m^2 DE PASTO.
26/01/10	INCENDIO DE PASTO	AV. TORRES Y VOCACIONAL 4 COL. BELÉN DE LAS FLORES	ES CANALIZADO A LOS BOMBEROS Y 6 PERSONAS FUERON LAS ENCARGADAS DE CONTROLARLO.
28/01/10	INCENDIO DE PASTO	ENCINO Y PINO COL. GARCIMARRERO	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 800 m^2 DE PASTO.
28/01/10	INCENDIO DE PASTO	5 MAYO COL. MERCED GÓMEZ	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 600 m^2 DE PASTO SECO Y RAMAS.
28/01/10	INCENDIO DE PASTO	INTERIOR DEL PARQUE TARANGO	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 800 m^2 DE PASTO.
29/01/10	INCENDIO DE PASTO	PASEOS DEL PEDREGAL Y PERIFÉRICO COL. JARDINES DEL PEDREGAL	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 20 m^2 DE PASTO SECO Y TRONCOS.
31/01/10	INCENDIO PASTO	PARQUE TARANGO	SE CONSUMIERON APROXIMADAMENTE 5000 m^2.
07/02/10	INCENDIO PASTO	CALZ. LAS ÁGUILAS Y ESQ. JACARANDAS COL. ÁGUILAS EN EL BOSQUE TARANGO	APROXIMADAMENTE 3500 m^2 DE PASTO FUERON AFECTADOS POR EL FUEGO.
08-02-10	INCENDIO DE PASTO	PROLONGACIÓN REFORMA COL. SANTA FE EN LA PUERTA DE SANTA FE	SE QUEMARON 500 m^2 DE PASTO SECO.
08/02/10	INCENDIO DE PASTO	AV. DÍAZ ORDAZ Y LOMAS JALALPA COL. JALALPA	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 3000 m^2 DE PASTO.
10/02/10	INCENDIO DE PASTO	BLANCO PALOMO Y VULCANILLO COL. DOS RÍOS	SIN COMENTARIOS.
14/02/10	INCENDIO PASTO	CALANDRIA Y PRESA CANUTILLO COL. CANUTILLO	SIN COMENTARIOS.
21/02/10	INCENDIO DE PASTO	CAMINO REAL TOLUCA COL. LA CAÑADA	SIN COMENTARIOS.
22/02/10	INCENDIO CONTROLADO	PARAJE EL MIRADOR EN PARQUE LA LOMA	PARTICIPARON 13 ELEMENTOS EMPEZÓ QUEMA CONTROLADA A LAS 10.26 HRS.
23/02/10	QUEMA CONTROLADA	PARAJE EL MIRADOR EN PARQUE LA	PARTICIPARON 14 ELEMENTOS INICIO A LAS 10.17 HRS.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
		LOMA	
23/02/10	INCENDIO DE PASTO	AV. 5 DE MAYO Y PASEO DE LOS OLMOS COL. MARTINICA	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 5000 m^2 DE PASTO.
25/02/10	QUEMA CONTROLADA	EN LAS ANTENAS DEL PARQUE LA LOMA	PARTICIPARON 8 ELEMENTOS CAPACITADOS.
01/04/10	INCENDIO	PICACHO Y PERIFÉRICO COL. JARDINES DEL PEDREGAL	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 8 METROS DE PASTO.
01/04/10	INCENDIO DE PASTO	CALLE TORRES Y CÁÑAMO COL. BELEM DE LAS FLORES	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 100 m^2.
01/04/10	INCENDIO DE PASTO	FUEGUINOS, COL. MOLINOS	EL INCENDIO FUE DE APROXIMADAMENTE 1000 METROS.
03/04/10	INCENDIO DE PASTO	PTO. SAN CARLOS Y PTO. LÁZARO CÁRDENAS COL. AMPLIACIÓN PILOTO	SE QUEMA UN APROXIMADO DE 80 m^2.
03/04/10	INCENDIO DE PASTO	PARQUE TARANGO COL. LOMAS TARANGO	SE QUEMA UN APROXIMADO DE 350 m^2.
05/04/10	INCENDIO DE PASTO	BAJADA DEL CAPULÍN Y AV. TORRES COL BELÉN DE LAS FLORES	SE QUEMO APROXIMADAMENTE UNA HECTÁREA.
05/04/10	INCENDIO DE PASTO	AV. CENTENARIO Y LOMA NUEVA COL. HOGAR Y REDENCIÓN	SE QUEMA APROXIMADAMENTE 5,000 m^2 DE PASTO.
05/04/10	INCENDIO DE PASTO	MIMOSAS Y GLACIAR COL. OLIVAR DE LOS PADRES	SE QUEMA 1000 METROS DE PASTO.
06/04/10	INCENDIO DE PASTO	LUZ Y FUERZA COL. LOMAS DE TARANGO EN LA ENTRADA DEL PANTEÓN	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 2 HECTÁREAS.
06/04/10	INCENDIO PASTIZAL	INTERIOR PARQUE LA LOMA, COL. MALINCHE	INCENDIO DENTRO DE LA ZONA DE CONSERVACIÓN.
06/04/10	INCENDIO PASTIZAL	MIMOSAS Y ANGOSTURA COL. OLIVAR DE LOS PADRES	SE TRATO DE PASTO EN APROXIMADAMENTE 50 m^2.
07/04/10	INCENDIO DE PASTO	ABADEJOS Y CACATÚAS COL. LOMAS DE LAS ÁGUILAS	SE QUEMARON APROX. 200 METROS CUADRADOS DE PASTO.
11/04/10	INCENDIO DE PASTO	5 MAYO INT. PARQUE TARANGO	SE QUEMÓ APROXIMADAMENTE 500 METROS DE PASTO.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
14/04/10	INCENDIO DE PASTO	FLOR LA MILAGROSA Y CDA MIXTECA COL. PUERTA GRANDE	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 1000 m^2 DE PASTO.
14/04/10	INCENDIO DE PASTO	AV. LAS PRESAS Y VICENTE GUERRERO COL. LA PRESA SECC. HORNOS	SE QUEMAN APROX. 1500 METROS DE PASTO SECO Y BASURA.
16/04/10	INCENDIO DE PASTO	ARTIFICIOS EN LA PRESA TACUBAYA COL. BELEM DE LAS FLORES	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 500 METROS DE PASTO Y BASURA.
16/04/10	INCENDIO DE PASTO	JAZMÍN Y JACARANDAS COL. EL PIRU	SE QUEMAN APROX. 500 METROS DE PASTO SECO Y BASURA.
20/04/10	INCENDIO DE PASTO	PUEBLO NUEVO Y CERRO TECOLALCO COL. PUEBLO NUEVO	SIN COMENTARIOS.
21/04/10	INCENDIO DE PASTO	5 DE MAYO COL. LOMAS DE TARANGO	SIN COMENTARIOS.
23/04/10	INCENDIO DE PASTO	CALZ. DE LOS LEONES Y FUJIYAMA COL. ÁGUILAS	SIN COMENTARIOS.
23/04/10	INCENDIO DE PASTO	PROLONGACIÓN ARTIFICIOS Y LA PRESA COL. CAPULÍN	SE CONSUMIERON APROXIMADAMENTE 450 m^2.
25/04/10	INCENDIO PASTO	RIO BRAVO Y RIO PAPALOAPAN COL. PUENTE COLORADO	EL INCENDIO FUE CONTROLADO POR 6 PERSONAS.
26/04/10	INCENDIO DE PASTO	DESIERTO DE LOS LEONES Y PRIVADA DE ASUNCIÓN COL. SANTA ROSA XOCHIAC	SE QUEMA APROXIMADAMENTE UNA HECTÁREA Y MEDIA.
26/04/10	INCENDIO DE PASTO	AV. TORRES COL. ANGOSTURA	SIN COMENTARIOS.
26/04/10	INCENDIO DE PASTO	CALLE J. HOOK Y HERNANDO DE SOTO COL. LOMAS DE CAPULA	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 2500 m^2 DE PASTO SECO.
28/04/10	INCENDIO DE PASTO	5 DE MAYO COL. LOMAS DE TARANGO	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 2000 m^2 DE PASTO SECO.
28/04/10	INCENDIO DE PASTO	RIO GUADALUPE POR LA PRESA TEQUILASCO COL. TEPEPAN	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 5000 m^2 DE PASTO SECO.
28/04/10	INCENDIO DE PASTO	NOCHE BUENA ENTRE ORQUÍDEA Y AZUCENA COL. LOMAS DE LA ERA	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 120 m^2 DE PASTO Y LLANTAS.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
30/04/10	INCENDIO DE PASTO	PROLONGACIÓN PALMAS Y DESIERTO DE LOS LEONES COL. SAN BARTOLO AMEYALCO	SIN COMENTARIOS.
30/04/10	INCENDIO DE PASTO	PUERTO JUÁREZ Y PUERTO VILLA COL. PILOTO	ES ATENDIDO POR 5 PERSONAS CAPACITADAS.
30/04/10	INCENDIO DE PASTO	PUEBLO NUEVO Y TECOLALCO COL. PUEBLO NUEVO	6 PERSONAS SE ENCARGAN DE CONTROLARLO.
30/04/10	INCENDIO DE PASTO	4TA CDA. POTRERO TEPITO Y CAMINO VIEJO A MIXCOAC COL. SAN BARTOLO AMEYALCO	APOYAN BOMBEROS DE LA DELEGACIÓN CUAJIMALPA. SIN DATO DE SUPERFICIE DAÑADA.
02/05/10	INCENDIO DE PASTO	POLACOS ESQ. CHICHIMECAS COL PARAÍSO	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 500 m^2 DE PASTO Y BASURA, PARTICIPARON 6 PERSONAS PARA CONTROLARLO.
03/04/10	INCENDIO DE PASTO	HACIENDA OJO DE AGUA, COL. PRESIDENTES	SIN COMENTARIOS.
03/05/10	INCENDIO DE PASTO	AV. MINAS ENTRE ROSARINOS Y AV. CHICAGO COL. EL RODEO	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 200 m^2 DE PASTO SECO.
04/05/10	INCENDIO DE PASTO	AMPLIACIÓN TEPEACA EN EL CERRO CALLE CURUCU COL. AVE REAL	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 600 m^2 DE PASTO.
04/05/10	INCENDIO DE PASTO	RIO GUADALUPE Y COLINA COL. ÁGUILAS	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 1500 m^2 DE PASTO SECO.
04/05/10	INCENDIO DE PASTO	PROLONGACIÓN 5 DE MAYO Y PASEO HORNOS COL. LOMAS DE TARANGO	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 5 HECTÁREAS DE PASTO SECO Y BASURA.
05/05/10	INCENDIO	ENCINAL Y JALALPA COL. JALALPA	1500 m^2 DE PASTIZAL Y 700 m^2 EN LA PLATA TRATADORA DE AGUA.
05/05/10	INCENDIO DE PASTO	PERAL Y JALAPA NORTE COL. JALALPA EL GRANDE	SIN COMENTARIOS.
05/05/10	INCENDIO DE PASTO	HIDALGUENSES Y CHICAGO COL. LOMAS DE BECERRA	SIN COMENTARIOS.
06/05/10	INCENDIO DE PASTO	JALALPA Y ATZACAN COL. JALALPA INTERIOR PARQUE JALALPA 2000	SIN COMENTARIOS.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
06/05/10	INCENDIO DE PASTO	DIENTE DE LEÓN Y CILANTRO COL. TLAPECHICO	SIN COMENTARIOS.
06-05-10	INCENDIO DE PASTO	PARQUE TARANGO	SIN COMENTARIOS.
07/05/10	INCENDIO DE PASTO	AV. 5 DE MAYO COL. ARTURO LÓPEZ	SE QUEMAN APROX. 200 METROS DE PASTO SECO.
07/05/10	INCENDIO DE PASTO	TARANGO AND 7, COL. ÁGUILAS 1ERO Y 2DO. PARQUE	SE QUEMAN APROXIMADAMENTE 3 HECTÁREAS.
8/05/10	INCENDIO	CDA. INVIERNO Y TAMAULIPAS COL. 19 DE MAYO	1000 METROS DE PASTO Y 18 UNIDADES MAQUINA PESADA.
08/05/10	INCENDIO	AND. 14 Y TARANGO COL. AMPLIACIÓN LAS ÁGUILAS	SE TRATA DE APROX. 3 HECTÁREAS CON 20 ELEMENTOS EN TOTAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y 8 PERSONAS DE CORENA.
08/05/10	INCENDIO	PINO Y VICENTE GUERRERO COL. TORRES DE POTRERO	SIN COMENTARIOS.
08/05/10	INCENDIO	ENCINAL Y CDA. DE ENCINAL COL. JALAPA TEPITO	SE PIDE APOYO A VULCANOS DE UNAM YA QUE DE LOS SECTORES MAS CERCANOS YA NO CUENTAN CON MATERIAL.
08/05/10	INCENDIO	INTERIOR DEL PARQUE TARANGO COL. LAS ÁGUILAS	SIN COMENTARIOS.
08/05/10	INCENDIO	PERAL ATRÁS DEL SECTOR PLATEROS	6 PERSONAS ATIENDEN EL INCENDIO.
08/05/10	INCENDIO	PUERTO KINO Y STA. LUCIA COL. PILOTO ADOLFO LÓPEZ MATEOS	SE QUEMO APROXIMADAMENTE 800 m^2 DE PASTO.
08/05/10	INCENDIO	PARQUE TARANGO	SIN COMENTARIOS.
09/05/10	INCENDIO	PERIFÉRICO Y SAN ANTONIO COL. CAROLA	SIN COMENTARIOS.
12/05/10	INCENDIO DE PASTO	PROLONGACIÓN REFORMA CARRETERA MÉXICO-TOLUCA POR EL PUENTE CONAFRUT COL. LOMAS DE SANTA FE	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 1000 m^2 DE PASTO SECO.
16/05/10	INCENDIO	DEPORTIVO GÓMEZ FARÍAS COL. PLATEROS	FUE SOFOCADO POR 8 PERSONAS CAPACITADAS, SE QUEMO APROXIMADAMENTE 1200 m^2.

FECHA	TIPO DE SERVICIO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
24/05/10	INCENDIO DE PASTO	RIO GUADALUPE Y BORBONESA COL SAN CLEMENTE	SIN COMENTARIOS.
26/05/10	INCENDIO	GUAJIRAS EN LA BARRANCA DE TARANGO DE LADO DE LA TLACUITLAPA	SIN COMENTARIOS.
29/05/10	INCENDIO DE PASTO	INTERIOR DEL PARQUE JAPÓN	SE QUEMARON 200 m^2 DE PASTO.
30/05/10	INCENDIO DE PASTO	ROSA CHINA Y ALTA TENSIÓN COL. MOLINO ROSAS	SE CANALIZA A VULCANOS.
01/06/10	INCENDIO DE PASTO	PROLONGACIÓN 5 DE MAYO Y AZCAPOTZALCO COL. MERCED GÓMEZ	SE QUEMARON 200 m^2 DE PASTO.
02/06/10	INCENDIO DE PASTO	CENTENARIO Y PUENTE DE LOS POETAS COL. LOMAS DE TARANGO EN EL INTERIOR DEL PANTEÓN JARDÍN	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 200 m^2 PASTO.
11/06/10	INCENDIO DE PASTO	CIRCUITO 4 Y RIO MIXCOAC COL. HOGAR Y REDENCIÓN	SE QUEMARON 1000 m^2 DE PASTO.
12-07-10	INCENDIO DE PASTO Y BASURA	MINAS DE ARENA Y SUR 122 COL REAL DEL MONTE	ES SOFOCADO POR 6 PERSONAS CAPACITADAS.
16/10/10	INCENDIO DE PASTO	INTERIOR PARQUE JAPÓN	ES ATENDIDO POR 6 PERSONAS, NO SE CUENTA CON EL DATO DE SUPERFICIE DAÑADA.
18/10/10	INCENDIO DE PASTO	5 DE MAYO Y CENTENARIO COL. LOMAS DE TARANGO	SE QUEMARON APROXIMADAMENTE 100 m^2 DE PASTO SECO Y HOJARASCA.

En el caso de la Figura 6.1.46 se presenta el mapa de la delegación Álvaro Obregón con la ubicación geográfica de los puntos donde se registraron incendios forestales durante el periodo de enero a octubre del 2010, los cuales en su mayoría fueron de tipo superficial, siendo los pastizales la vegetación principalmente afectada.

Asimismo, la Figura 6.1.47 presenta el mapa de las zonas de riesgo de incendios forestales donde se han clasificado en alto, medio y bajo. La clasificación del nivel de riesgo se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios:

- La cantidad de incendios registrados durante el 2010 en cada zona.
- La cantidad de metros cuadrados o en su caso hectáreas de pastizales que se consumieron durante cada evento.
- La ocurrencia de este tipo de incidentes en las zonas de conservación forestal implica un mayor impacto ambiental, razón por la cual este criterio también se tomó en cuenta.
-

Tanto el Parque como la Barranca Tarango fueron las dos áreas verdes que mayores daños presentaron tanto en número de incendios como en el tamaño de superficie de pastizales dañada, por lo que en la figura 6.3.7 se observan como zonas de alto riesgo. Otra de las zonas que sufrieron grandes daños fueron las áreas verdes cercanas a la Avenida 5 de Mayo.

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS PARA LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN
N
W
E
S
PARQUE ECOLÓGICO LA LOMA
LOCALIZACIÓN
SIMBOLOGÍA TEMÁTICA
Incendio forestal
Área Forestal Protegida
Área Forestal de Conservación Especial
Parque Ecológico
Área Natural Protegida
Área Forestal de Conservación
SIMBOLOGÍA BASE
LÍMITE ESTATAL
LÍMITE ÁLVARO OBREGÓN
ÁREA URBANA
LÍMITE DELEGACIONAL
CUERPOS DE AGUA
RÍOS Y ARROYOS
CALLES
VÍA FÉRREA
ESPECIFICACIONES:
0.7 0.35 0 0.7
Kilómetros
1:25,000
A-6
PELIGROS ANTROPOGÉNICOS
INCENDIOS FORESTALES

Figura 6.1.46 Puntos con Incendios Forestales.

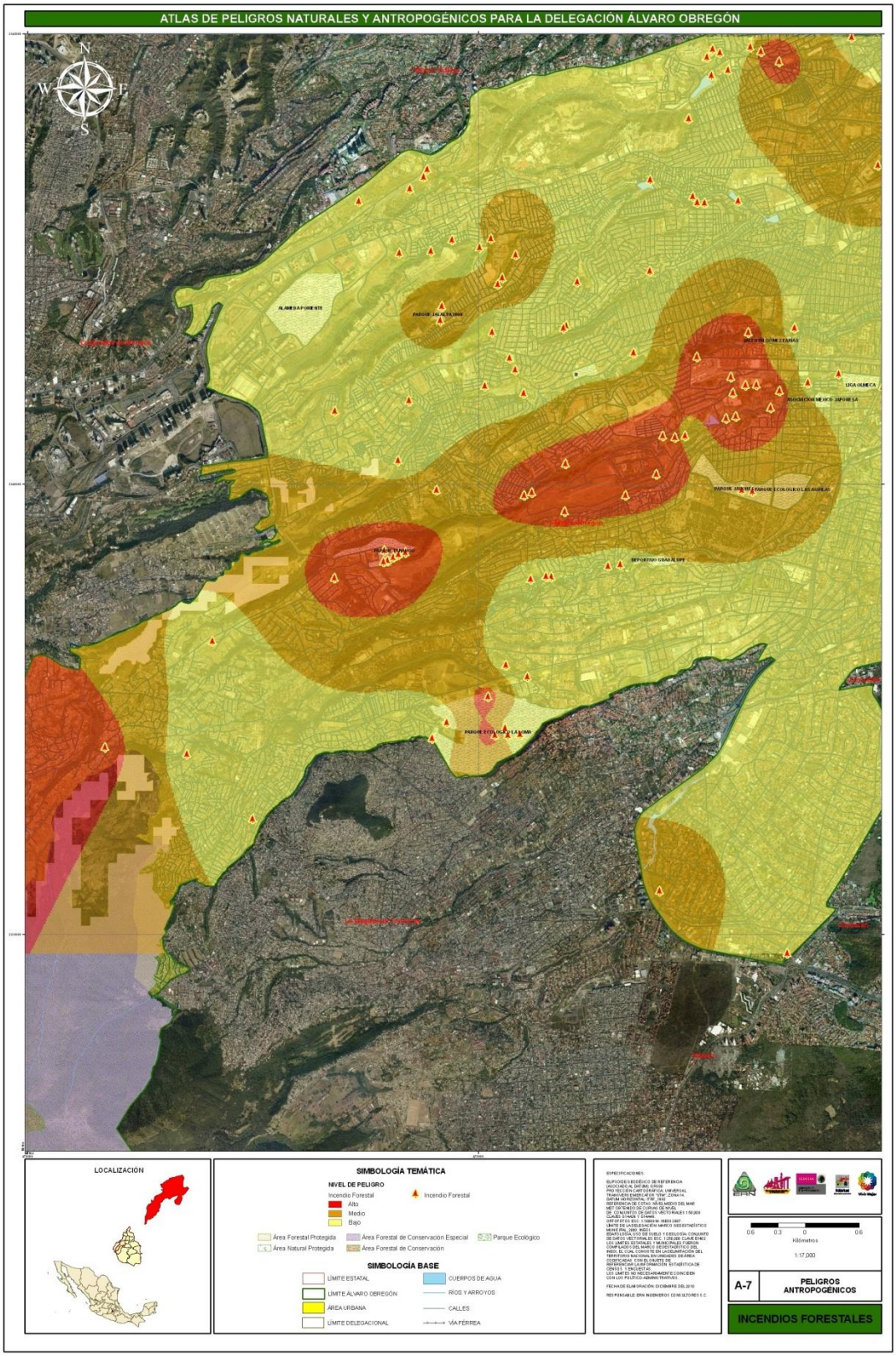

ATLAS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS PARA LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN
N
W
E
S
LOCALIZACIÓN
SIMBOLOGÍA TEMÁTICA
NIVEL DE PELIGRO
Incendio Forestal
Alto
Medio
Bajo
Incendio Forestal
Área Forestal Protegida
Área Natural Protegida
Área Forestal de Conservación Especial
Área Forestal de Conservación
Parque Ecológico
SIMBOLOGÍA BASE
LÍMITE ESTATAL
LÍMITE ÁLVARO OBREGÓN
ÁREA URBANA
LÍMITE DELEGACIONAL
CUERPOS DE AGUA
RÍOS Y ARROYOS
CALLES
VÍA FÉRREA
ESPECIFICACIONES:
FECHA DE ELABORACIÓN: DICIEMBRE DEL 2010
RESPONSABLE: BRN INGENIEROS Y CONSULTORES S.C.
Kilómetros
1:17,000
A-7
PELIGROS ANTROPOGÉNICOS
INCENDIOS FORESTALES

Figura 6.1.47 Áreas de Riesgo de Incendios Forestales.

7.3.6 Bibliografía para Incendios Forestales

Arturo Muñoz, E. y Torres, L., 2006. Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 1ra edición.

Cibrian Tovar, J. y Martínez Domínguez, R. 2008. Serie Fascículos, Incendios Forestales. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Mayo 2008.

CORENA, 2006. Protocolo para la Atención de Incendios Forestales en el Suelo de Conservación del Distrito Federal. Consejo Forestal Del Distrito Federal Comité Técnico Del Programa De Prevención Y Combate De Incendios Forestales Para El Distrito Federal.

García Arróliga, N y Marín Cambranis, R. 2007. Serie 8 Impacto Socioeconómico de los Desastres en México, Características e Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurridos en la República Mexicana en el Año 2006. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Dirección de Investigación.

Comisión de Recursos Naturales, CORENA. Conservación y Restauración de Recursos Naturales. Protección. Incendios Forestales. Disponible en: http://www.sma.df.gob.mx/corena/index.php?ruta=conservacion&op=proteccion_incendios Consulta 2do semestre 2010.