



Delegación Iztapalapa



Atlas de Riesgos Naturales de la Delegación Iztapalapa, México, D.F., 2011



Diciembre de 2011

Entrega Final

Número de obra: 109007PP065685

Número de expediente: PP11/09007/AE/1/122

Delegación Iztapalapa, México, D.F.

Terracon Ingeniería, S.A. de C.V.

Periférico Sur 4225-504, Col. Jardines en la Montaña, Deleg. Tlalpan, 14210 México, D.F

Tel. 5644 4554; e-mail: info@terracon-int.com

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción	4
1.1. Introducción	4
1.1.1 Fundamento Jurídico	5
1.2. Antecedentes	5
1.3. Objetivo	9
1.4. Alcances	10
1.5. Metodología General	10
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo	10
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio	12
2.1. Determinación de la zona de estudio	12
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	13
3.1. Fisiografía	13
3.2. Geología	14
3.3. Geomorfología	16
3.4. Edafología	18
3.5. Hidrología	20
3.6. Climatología	23
3.7. Uso de suelo y vegetación	24
3.8. Áreas naturales protegidas	25
3.9. Problemática ambiental	27
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	28
4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	28
4.2. Características sociales	31
4.3. Principales actividades económicas en la zona	36
4.4. Características de la población económicamente activa	36
4.5. Estructura urbana	37

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural	40
5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico	40
5.1.1. Fallas y Fracturas	40
5.1.2. Sismos	44
5.1.3. Tsunamis o maremotos	47
5.1.4. Vulcanismo	47
5.1.5. Deslizamientos	51
5.1.6. Derrumbes	52
5.1.7. Flujos	53
5.1.8. Hundimientos (Subsistencia)	53
5.1.9. Erosión	56
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico	56
5.2.1. Ciclones (huracanes y ondas tropicales)	56
5.2.2. Tormentas eléctricas	59
5.2.3. Sequías	59
5.2.4. Temperaturas máximas extremas	59
5.2.5. Vientos fuertes	61
5.2.6. Inundaciones	61
5.2.7. Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)	64

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1 Introducción

El presente Atlas de Riesgos de la Delegación Iztapalapa se realizó en el marco del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). En el desarrollo de este Atlas se utilizaron los Términos de Referencia establecidos por SEDESOL, que incluyen los criterios del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), y los planteados en el PRAH. Los Términos de Referencia se encuentran circunscritos al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

Dentro del contexto geográfico y socioeconómico de la Delegación Iztapalapa, existen fenómenos perturbadores de origen natural que afectan el funcionamiento urbano de la demarcación (subsistencia del terreno, fracturamiento del subsuelo, procesos de ladera y zonas susceptibles a inundaciones) y problemáticas de tipo social (crecimiento y desarrollo urbano irregulares, infraestructura vial y de servicios públicos complejos, contaminación de recursos naturales, por mencionar algunos) que se perfilan sin lugar a dudas como los problemas más agudos y crecientes a resolver. Por estos motivos, el presente instrumento cartográfico permite dimensionar las problemáticas geológicas e hidrometeorológicas como un conjunto de peligros o amenazas que requieren atención especial por parte de distintos actores sociales de la Delegación.

Tradicionalmente, ante los eventos naturales destructivos, la respuesta se ha limitado a la atención de las calamidades ocasionadas por estos, tomando limitadas medidas preventivas. Actualmente el mundo ha reconocido que la manera más eficiente y económica del manejo de desastres es la prevención del posible impacto asociado y la planificación de la atención en situaciones de emergencias.

El identificar los efectos potenciales y/o pérdidas que pudieran presentarse en el contexto social y material ante la ocurrencia de fenómenos de origen natural, permite que dentro de los programas de desarrollo y los planes de inversión se puedan definir medidas que eviten o atenúen las consecuencias de los futuros desastres. De igual manera, con el conocimiento del posible impacto de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, es posible establecer acciones para modificar las condiciones que propician los efectos de estos fenómenos. El presente Atlas pretende conformar una base de datos que proporcione los elementos necesarios para que estas acciones puedan ser implementadas.

La concepción del Atlas de Riesgos de la Delegación Iztapalapa se encamina entonces a cumplir con funciones específicas tales como:

- Identificar y ubicar las fuentes de peligro geológico e hidrometeorológico.
- Determinar el alcance y el potencial impacto que representarán para la población la ocurrencia de los fenómenos naturales identificados en un determinado momento mediante una valoración del riesgo inherente a estos fenómenos.
- Delinear las políticas (de prevención, mitigación, y atención de emergencias) que son necesarias para atender los efectos de tales peligros.
- Contribuir a la elaboración de planes estratégicos que apoyen la toma de decisiones ante las problemáticas de riesgo con obras y acciones que ayuden a su disminución.

Para el presente estudio se consideraron la geología, estructura geológica, datos de campo, análisis de laboratorio y estudios específicos por fenómeno. En el análisis de los peligros hidrometeorológicos se incluyó la compilación de datos meteorológicos y su tratamiento estadístico. La información obtenida ya ha sido integrada con la información cartográfica. Se presentan mapas de los principales fenómenos identificados con el potencial de producir un daño a la población. De igual manera, se presenta un análisis del contexto socio-económico de la población de la Delegación Iztapalapa incluyendo los mapas correspondientes.

1.1.1 Fundamento jurídico

En el Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se establece la obligación del Estado Mexicano de organizar un sistema de planeación del desarrollo nacional, el cual refleje claramente los objetivos y prioridades del desarrollo económico y social, recoja las aspiraciones y demandas de todos los grupos interesados, y los plasme en un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán, obligatoriamente, los programas de la Administración Pública Federal.

Asimismo, se da cumplimiento a los Artículos 2, 4, 9, 11 y 12 de la Ley General de Protección Civil. En ellos se establece que la política pública en la materia de protección civil se ajustará a los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo y tendrá como propósito esencial, promover la prevención y el trabajo independiente y coordinado de los órdenes locales de gobierno. Se señala la conformación del Sistema Nacional de Protección Civil encabezado por el Ejecutivo Federal, el cual, entre sus competencias, está la de dictar los lineamientos generales para inducir y conducir las labores de protección civil, a fin de lograr la participación de los diferentes sectores y grupos de la sociedad.

También se indica que 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, destinadas a la protección de la población, contra los peligros y riesgos que se presentan ante la eventualidad de un desastre. Por estos motivos, el fundamento jurídico de este trabajo se encuentra circunscrito al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 en el cual se precisa como una estrategia, “hacer de la Prevención de Desastres y la Gestión del Riesgo una política de desarrollo sustentable” incorporando la prevención de desastres en las herramientas de planeación del desarrollo territorial, social y ambiental.

1.2 Antecedentes

La dinámica terrestre y atmosférica produce manifestaciones de la naturaleza que se tipifican por su intensidad y violencia. Estas manifestaciones son normales, completamente naturales y forman parte de la historia de la formación de la Tierra y de su dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica. En estas manifestaciones no existe intervención humana directa o significativa, su gestión sólo puede darse por la vía del control o mitigación de sus impactos sobre la población.

En México, los fenómenos naturales pueden llegar a producir efectos desastrosos, que redundan en pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas se relacionan con el daño físico, expresado en víctimas, en daños a la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente (Cardona, 1992). Las pérdidas indirectas generalmente pueden subdividirse en efectos sociales como la interrupción del transporte, servicios públicos, medios de información y efectos económicos tanto del comercio y de la industria.

Los asentamientos humanos, poblados, ciudades, etc., se construyen y se configuran modificando o transformando la naturaleza, como es la tierra, el aire, la flora, la fauna y el agua. El resultado es un nuevo entorno que combina lo natural con lo social bajo patrones de alta centralidad y densidad, un nuevo medio ambiente urbano. El proceso de urbanización es al parecer irreversible (Caputo et al., 1985). Este proceso ha estado presente en el desarrollo de la Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México.

El Atlas de Riesgos de la Delegación Iztapalapa identifica los efectos y consecuencias de los fenómenos perturbadores y/o peligros para la población en la demarcación territorial. Dichos peligros traen como resultado desde situaciones cotidianas de emergencia hasta desastres de diversa naturaleza. En estas condiciones, el Atlas se convierte en un documento de consulta y análisis para la determinación de las medidas preventivas y de mitigación de acuerdo con el tipo de riesgos a los que se encuentra expuesta la población de la Delegación.

El contexto actual de la Delegación Iztapalapa entendido por sus aspectos social, demográfico y económico hacen necesaria la concepción y el diseño de un Atlas de Riesgos que pueda integrar los elementos del medio natural y sus implicaciones para la vida urbana. El Atlas se convierte en un instrumento de análisis que permite dimensionar las distintas problemáticas de riesgo a las que están expuestos los habitantes de la Delegación.

A lo largo del tiempo, los antecedentes de peligros geológicos e hidrometeorológicos en la Delegación han sido amplios. Anterior a la conquista, la mayoría del territorio actual de Iztapalapa (las zonas centro-norte y suroeste) era parte del lago de México-Tenochtitlán. Así se evidencia en el Plano Reconstructivo de la Región de Tenochtitlán, que elaboró en 1968 el Arq. Luis González Aparicio. Los problemas de inundaciones siempre han sido comunes en la historia de la Cuenca de México, por lo que se remontan a la época colonial del Valle de México y los problemas de agrietamiento comenzaron a tener mayor relevancia posteriormente a la desecación del lago de México-Tenochtitlán (Figura 1.2.1).

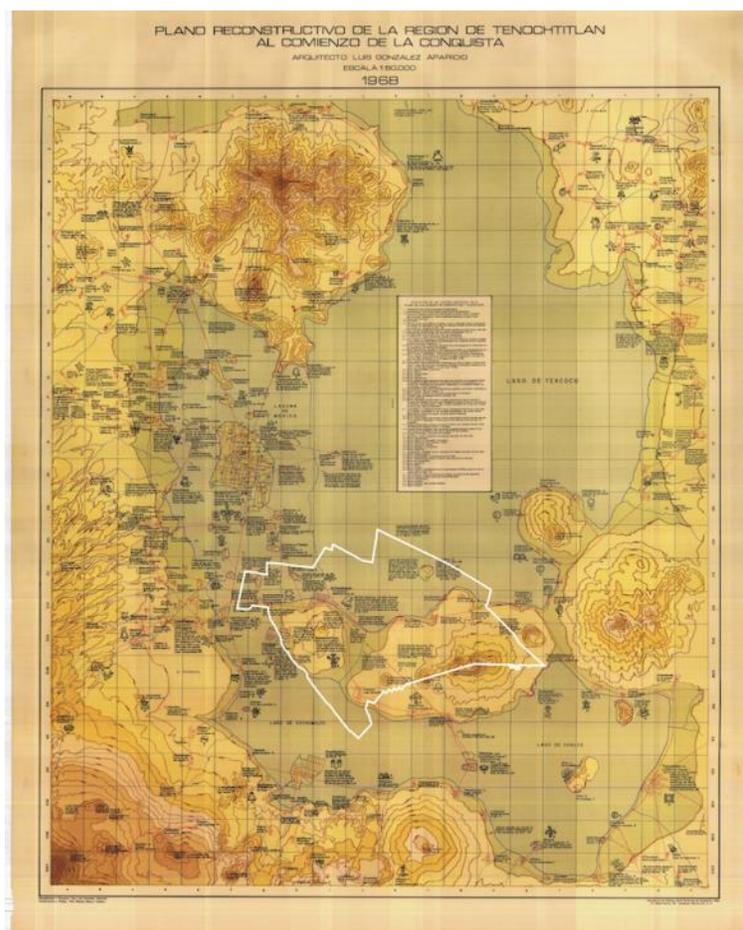


Figura 1.2.1 Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista (González Aparicio, 1968). El polígono indica los límites de la Delegación Iztapalapa.

En 1902, era clara la ubicación de dos zonas importantes con presencia de cuerpos de agua, como reductos del antiguo lago, al sur y noreste del territorio actual de la demarcación que, con el paso del tiempo, se han convertido en zonas de agrietamiento y con una importante ocupación urbana, tal como se muestra en el Plano Topográfico del Distrito Federal elaborado por el Ing. Topógrafo e Hidrógrafo Antonio Linares (Figura 1.2.2).



Figura 1.2.2 Plano topográfico del Distrito Federal elaborado en 1902 por el Ing. Topógrafo e Hidrógrafo Antonio Linares.

Otro de los primeros antecedentes modernos de los problemas de hundimiento de la Ciudad de México fue documentado en 1925 por los trabajos del Ing. Guillermo Gayol, entonces director de obras de drenaje, quien informó por primera vez acerca de las evidencias de tal fenómeno (Marsal y Mazari, 1959). De uno a dos años después de que en 1957 se pusiera en operación la primera etapa de los aprovechamientos de agua potable ubicados en la zona oriente del Valle de México con el bombeo de 0.5 m³ /s en los alrededores del Peñón del Marqués, aparecieron las primeras fracturas o grietas en la periferia de dicho edificio volcánico. Para la década de 1970 ya se reportaban los efectos de fracturas en su flanco suroeste y en 1982 se documentaron los efectos del agrietamiento cercanos a la avenida Ermita Iztapalapa.

El final de la década de 1980 y el inicio de la de 1990 se iniciaron estudios cartográficos y de ingeniería geológica sobre fracturas en zonas localizadas de la Delegación. En 1989 Ovando-Shelley y Montiel documentaron la presencia de fracturas en la zona suroeste de Iztapalapa en los límites con la Delegación Tláhuac. Dichas observaciones sugieren que para el mismo año, las fracturas se distribuían en una franja entre el Peñón del Marqués y la U.H. Cananea, de manera similar a como se encuentran actualmente (CGEO-UNAM, 2007).

La frecuencia e intensidad de las afectaciones por fenómenos naturales en la Delegación Iztapalapa han tenido efectos importantes sobre la población, las actividades económicas y el medio ambiente. A

continuación se detallan algunos sucesos recientes de acuerdo con información interna de la Delegación:

- De 1999 a 2001, diversos estudios contratados con este propósito, recomendaron algunas medidas de mitigación para el fenómeno del agrietamiento. Destacaron entre estas el relleno de grietas con una mezcla de cemento-bentonita-tepetate, la construcción de pozos de absorción para favorecer la infiltración de agua al subsuelo y las restricciones al desarrollo urbano en zonas de grietas.
- A principios de 2007 se instaló el Consejo Delegacional de Protección Civil exponiéndose la situación de emergencia en relación con las grietas existentes en la Delegación. En julio del mismo año se suscitó la ruptura de un ducto de gasolina propiedad de PEMEX en la Colonia Lomas de San Lorenzo, debido al movimiento de una fractura localizada en la Avenida de Las Torres y la calle Vista Hermosa y con el consecuente derrame de hidrocarburos al subsuelo. Posteriormente, la misma fractura generó un socavamiento en la esquina de las calles Vista Hermosa y Guadalupe Victoria, en donde una persona perdió la vida. Este fue el primer sitio de movimiento crítico por fracturamiento.
- Durante 2008, se registró una actividad importante de fracturamiento por la activación de fallas con la dinamización de 28 puntos de movimiento crítico: dos en enero (en la ZUE Santa Martha Acatitla Sur y Pueblo Santa Martha Acatitla), uno en febrero (en la UH Ejército de Oriente Zona ISSSTE), dos en abril (en la UH Ejército de Oriente Zona Peñón), siete en mayo (en la ZUE Ejidal Santa María Aztahuacán y ZUE's Santa Martha Acatitla Norte y Sur), dos en junio (en la UH Ermita Zaragoza y Pueblo Santa Cruz Meyehualco), ocho en julio (en la ZUE Santa Martha Acatitla Sur, Pueblo San Sebastián Tecoloxtitlán, Pueblo Santa Cruz Meyehualco, UH Ejército de Oriente Zona ISSSTE y UH La Concordia Zaragoza), tres en agosto (en la UH Ermita Zaragoza, UH Ejército de Oriente Zona ISSSTE y UH Santa Cruz Meyehualco), dos en septiembre (en la UH José María Morelos y Pavón y la UH Ejército Constitucionalista) y uno más en noviembre (en la UH Álvaro Obregón).
- Se registró actividad de fracturas en dos puntos críticos más, uno en 2009 en un predio sobre la calle Vista Hermosa y otro en 2010 en la UH Benito Juárez (ambos relacionados con el de 2007 en la calle Vista Hermosa de Lomas de San Lorenzo).
- Durante el año 2011, se ha registrado actividad de fracturamiento en siete puntos, en las colonias ZUE Santa María Aztahuacán (tres), la UH Santa Cruz Meyehualco (tres) y el Pueblo de Santa María Aztahuacán (uno), dos de ellos son reincidentes (uno en cada una de las primeras colonias) para dos eventos ocurridos en 2008.
- Aunque son variados los daños que provocaron las fracturas, entre los principales se destacan la ruptura de tuberías de agua potable, drenaje e hidrocarburos (tomando en cuenta el punto de movimiento crítico de 2007 en Lomas de San Lorenzo), daños en la estructura de inmuebles y edificaciones, tanto viviendas como equipamiento urbano (aunque mayormente las primeras) y daños a las vías de comunicación vial en carpeta asfáltica, banquetas y guarniciones.
- Al 2011 la superficie potencialmente afectada por fracturamiento se estima en 23.2 millones de metros cuadrados (2,320ha).
- Tan solo durante 2010 por recimentación de edificios, mantenimiento de pilotes de control y renivelación de planteles educativos afectados en zonas de grietas, la Delegación efectuó un ejercicio de recursos cercano a los 93 millones de pesos.

- Durante 2010 los trabajos de la Delegación en mantenimiento y sustitución de tuberías sobre las redes públicas de drenaje (132 mil metros) y agua potable (6 mil metros) en zonas de fracturamiento ascendieron a una cifra cercana a los 41 millones de pesos.
- Es notable que los trabajos mencionados anteriormente representan un gasto público redirigido con el cual se dejan de atender las necesidades de mantenimiento de las redes de infraestructura de otras zonas de la demarcación que no se encuentran expuestas de igual forma a los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, pero que en un futuro representarán una mayor inversión de recursos en su tratamiento.
- En la demarcación se tienen identificadas 27 zonas de inundación importantes en época de lluvias abarcando una superficie de 2.2 millones de metros cuadrados (alrededor de 220ha), que generan conflictos viales y daños en viviendas e inmuebles (como las inundaciones recientes en 2010 y 2011 en las colonias Álvaro Obregón y Unidad Modelo donde han resultado afectadas por lo menos 300 y 100 viviendas particulares respectivamente).
- En cuanto a procesos de ladera, se estima que la superficie caracterizada por este tipo de fenómenos asciende a 2.1 millones de metros cuadrados (alrededor de 207ha), generalmente zonas de laderas con escarpes (zonas con alturas variables y pendientes altas del terreno con materiales geológicos volcánicos diversos) y taludes (zonas con pendientes elevadas originadas por cortes de tipo constructivo y en algunos casos con tratamientos geotécnicos si no completos, parciales efectuados por la propia Delegación).
- Hasta el año 2011, los puntos que la Delegación tiene cuantificada en peligro potencial por procesos de ladera son 57 y se encuentran distribuidos principalmente en la Sierra de Santa Catarina, el Peñón del Marqués y el Cerro de la Estrella. El derrumbe ocurrido el 22 de enero de 2009 en la colonia Palmitas que cobró la vida de dos personas es el evento reciente más notable para este tipo de peligros geológicos.

En el Anexo 6.1 se enlistan los eventos geológicos e hidrometeorológicos que han afectado a la Delegación Iztapalapa de 1970 a 2009. Esta información fue obtenida de los propios registros de la Delegación y de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (<http://www.desenredando.org/>). La Figura 1.2.3 muestra muestra las zonas de la Delegación que han sido afectadas por los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos.

Derivado del convenio de colaboración entre el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Delegación Iztapalapa, durante el segundo semestre de 2007, se realizó un reconocimiento de una zona afectada por fracturas del subsuelo entre la zona San Lorenzo Tezonco y el Peñón del Marqués, que no había sido cartografiada con detalle previamente. Como parte de este trabajo, también se realizó una recopilación de las fracturas cartografiadas por distintos autores (Ovando-Shelley y Montiel, 1989; Lugo-Hubp et al., 1991; Lugo-Hubp, 1996; Sirda, 1998; Instituto de Geología, 1999; Cabral-Cano et al., 2000; Lugo-Hubp, 2002; Aguilar-Pérez et. al., 2006).

1.3 Objetivo

El principal objetivo del Atlas de Riesgos de la Delegación Iztapalapa es generar una herramienta que brinde a las autoridades delegacionales el insumo que aporte los lineamientos básicos para diagnosticar, ponderar y detectar los peligros en su espacio geográfico a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias. Esto permitirá a las autoridades de la Delegación diseñar y definir las estrategias y proyectos pertinentes en el territorio ante posibles contingencias. También coadyuvará a la planeación, elaboración e implementación de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a las amenazas geológicas e hidrometeorológicas y de esta manera mejorar la calidad de vida en zonas específicas de la Delegación. El Atlas incorpora información

geográfica de los riesgos de origen natural, identifica zonas expuestas al peligro y define las características de la población ubicada en estas zonas. Una síntesis de los principales objetivos son:

- Presentar los elementos mínimos cartografiables para la elaboración de los Atlas.
- Proporcionar los lineamientos para la generación, validación y representación cartográfica de la información temática de las Zonas de Riesgo (previo análisis del peligro-vulnerabilidad).
- Homologar los datos con la finalidad de obtener instrumentos confiables y capaces de integrarse a una base de datos nacional.
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afectan a la Delegación de Iztapalapa.

Se pretende que el presente Atlas, sea un elemento de consulta para definir acciones programáticas y presupuestales enfocadas a guiar el desarrollo territorial en espacios seguros, ordenados y habitables.

1.4 Alcances

La interpretación de la cartografía ayudará a detectar, clasificar y zonificar las áreas de peligros. Permitirá correlacionar las zonas propensas a manifestar fenómenos perturbadores y el espacio físico vulnerable considerando aspectos tales como la infraestructura, la vivienda, el equipamiento, factores socioeconómicos, etc.

La correlación permitirá identificar diferentes niveles de peligro desde una perspectiva cualitativa. Los resultados del estudio contribuirán a establecer las prioridades en el ordenamiento territorial, la prevención de desastres, la reducción de la vulnerabilidad y los riesgos y todos aquellos elementos relacionadas con el desarrollo sustentable de los asentamientos humanos. En síntesis, el Atlas proporcionará las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo en la Delegación Iztapalapa.

1.5 Metodología General

Para la elaboración del Atlas de Riesgos de la Delegación Iztapalapa se utilizaron los lineamientos establecidos en el documento “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo” de la SEDESOL. De igual manera, se consideraron los lineamientos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) para identificar las zonas de riesgo ante fenómenos perturbadores de origen natural indicados en la “Guía para la Elaboración de Atlas de Riesgos y/o Peligros”. Esta guía se concibe como una herramienta que tiene como objeto apoyar la elaboración de cartografía temática y bases de datos relacionados con los fenómenos de origen natural que afectan al territorio.

Otra herramienta metodológica utilizada es el documento “Metodología para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos” también desarrollado por el CENAPRED. Un elemento importante del proceso metodológico fue la recopilación bibliográfica de estudios realizados en la Delegación Iztapalapa en la temática de los riesgos por fenómenos naturales (geológicos y meteorológicos) y los reconocimientos de campo.

1.6 Contenido del Atlas de Riesgo

En el presente Atlas se presenta la caracterización de los elementos del medio natural (información y cartografía). Se analizan los elementos que conforman el medio físico de la zona de estudio atendiendo

los aspectos de Fisiografía, Geología, Relieve, Edafología, Hidrología, Climatología, Uso del Suelo y Vegetación, Áreas Naturales Protegidas y Problemática Ambiental.

También se incluye la caracterización de los elementos sociales, y demográficos (información y cartografía) con indicadores básicos que revelan las condiciones generales del estado que guarda la Delegación Iztapalapa, atendiendo los aspectos de Dinámica Demográfica, Distribución de la Población, Pirámide de Edades, Mortalidad, Densidad de Población, Características Sociales (escolaridad, hacinamiento, marginación y pobreza). De igual manera, se consideran las Principales Actividades Económicas en la zona, Características de la Población Económicamente Activa, Estructura Urbana (equipamiento, servicios, asentamientos irregulares, reserva territorial y baldíos urbanos).

El Atlas también contiene el análisis de los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que afectan la zona. Se analizaron los fenómenos geológicos que se presentan en la Delegación: fallas y fracturas, sismos, vulcanismo, deslizamientos, derrumbes, flujos, hundimientos y erosión. Los fenómenos hidrometeorológicos analizados son: ondas tropicales, tormentas eléctricas, sequías, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes inundaciones y masas de aire (heladas y granizadas).

La base de datos del contenido del Atlas se encuentra, en su mayoría, representada en cartografía digital en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

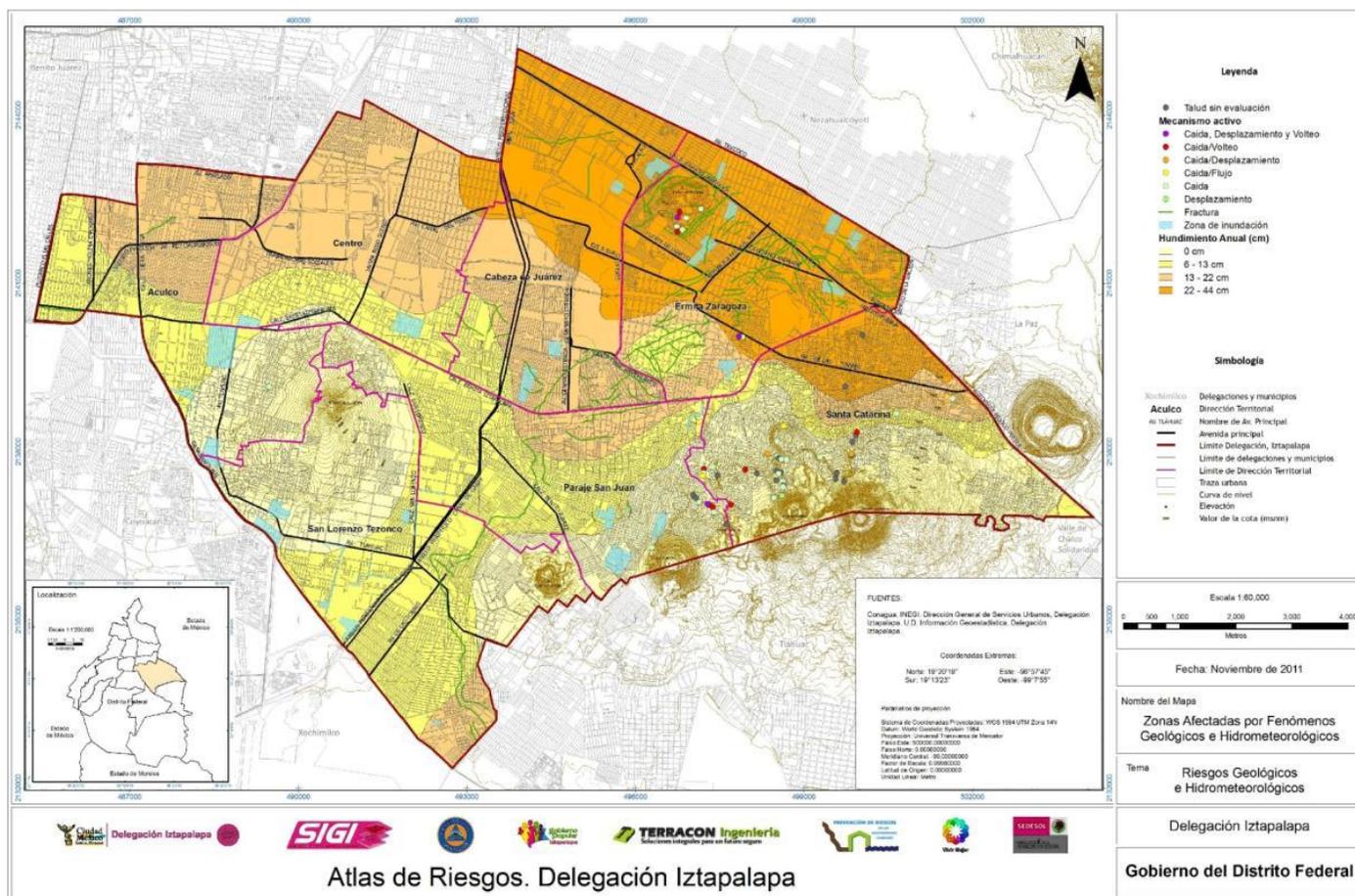


Figura 1.2.3 Zonas afectadas en la Delegación Iztapalapa por fenómenos geológicos e hidrometeorológicos

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

2.1 Determinación de la zona de estudio

El territorio de la Delegación Iztapalapa se ubica en la parte oriente del Distrito Federal, con las siguientes coordenadas extremas como referencias geográficas: al Norte 19° 24'; al Sur 19° 17' de latitud Norte. Al Este 98° 58', al Oeste 99° 08' de longitud Oeste. La Delegación en sus partes de planicie tiene una altitud de 2,240 msnm, siendo superada tan sólo por los edificios volcánicos de la Sierra de Santa Catarina, El Cerro de la Estrella y El Peñón del Marqués que llegan a alcanzar una altitud máxima de 2,820 msnm.

Actualmente la extensión territorial de la Delegación Iztapalapa es de 11,667 ha, que representan el 7.62 % del área total del Distrito Federal (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2008). La Delegación guarda colindancia, al Norte, con la Delegación Iztacalco y el Municipio de Nezahualcóyotl, en el Estado de México; al Oriente, con los Municipios de La Paz y Valle de Chalco Solidaridad, en el Estado de México; al Sur, con las Delegaciones de Tláhuac y Xochimilco; y al Poniente, con las Delegaciones de Coyoacán y Benito Juárez (Figura 2.1.1). En el Anexo 6.2 se describe en detalle la poligonal del área de estudio.

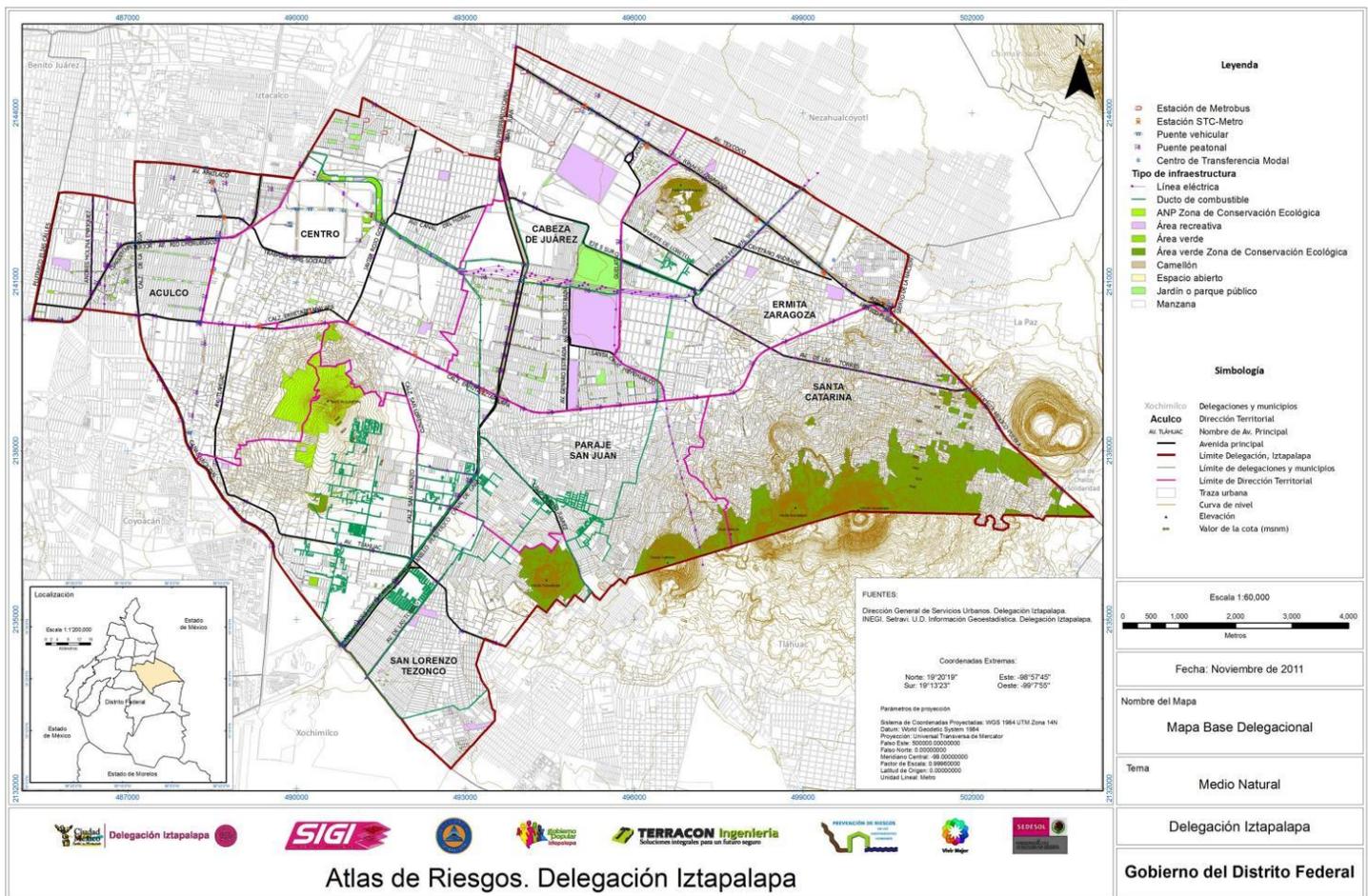


Figura 2.1.1. Mapa Base de la Delegación Iztapalapa.

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

De origen lacustre en la época prehispánica, desecado y modificado drásticamente por la ocupación urbana, las principales características del medio físico natural que imperan en la Delegación Iztapalapa, son:

3.1 Fisiografía

La Delegación Iztapalapa se ubica al oriente de la Cuenca de México en la Provincia Fisiográfica Faja Volcánica Mexicana (Figura 3.1.1), siendo la número X de las 15 regiones en que está dividida la República Mexicana, la cual se extiende en dirección este - oeste atravesando al país. Esta Provincia se encuentra conformada por grandes sierras volcánicas, coladas de lava, conos dispersos, amplios escudos-volcanes de basaltos, depósitos de arenas y cenizas dispersas entre extensas llanuras. Además, destacan amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos o por depósitos de lagos antiguos. Manuel Álvarez Jr. (1961) la denominó como Zona de Fosas Tectónicas y Vulcanismo Reciente. En el interior de esta provincia se encuentra la Cuenca de México, que es una de las fosas más grandes dentro de esta Provincia y forma parte de la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anahuac (Mooser y Molina, 1993, Vázquez-Sánchez y Jaimes Palomera, 1989).



Figura 3.1.1 Provincias Fisiográficas de México (INEGI).

El abrupto relieve de las montañas que rodean a la Cuenca alcanza altitudes que sobrepasan los 5,000 msnm y están formadas principalmente por riolitas, dacitas, andesitas y traquitas generalmente cubiertas por basaltos. Los valles que originalmente habían sido cuencas lacustres profundas, se encuentran rellenos con materiales fluviales y lacustres derivados de las montañas, así como por enormes masas de cenizas de volcanes más recientes.

La Cuenca de México se encuentra limitada por elevaciones topográficas de origen volcánico como son la Sierra de Guadalupe al norte, la Sierra de Las Cruces al poniente, la Sierra del Chichinautzin al sur, el volcán del Ajusco al suroeste y la Sierra Nevada al oriente.

La fisiografía de la Delegación Iztapalapa está dominada por un valle y algunas montañas aisladas. El relieve en su mayor parte corresponde al valle que proporciona las superficies planas óptimas para el desarrollo de asentamientos humanos. También se encuentran ciertas irregularidades aisladas que

corresponden a las elevaciones más importantes del área, siendo las que conforman la Sierra de Santa Catarina, el Peñón del Marqués y el Cerro de la Estrella (Figura 3.1.2).

Los materiales que constituyen el subsuelo corresponden a una intercalación de productos volcánicos tales como lavas, tobas y cenizas que incluyen materiales granulares transportados por río y arroyos provenientes de las partes topográficamente altas y que fueron transportados hacia los valles. Cubriendo a dichos materiales y en espesores variables, se encuentran arcillas y arenas finas que son el producto del sedimento de los antiguos lagos.

En la Delegación Iztapalapa, el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual varía de 12°C en las partes más altas a una altitud que va de 2 250 m a 18°C en las de menor altitud. La precipitación total anual varía de 1000 a 600 mm y la estación lluviosa es principalmente en los meses de verano. La evaporación potencial anual es de alrededor de 400 mm (INEGI).

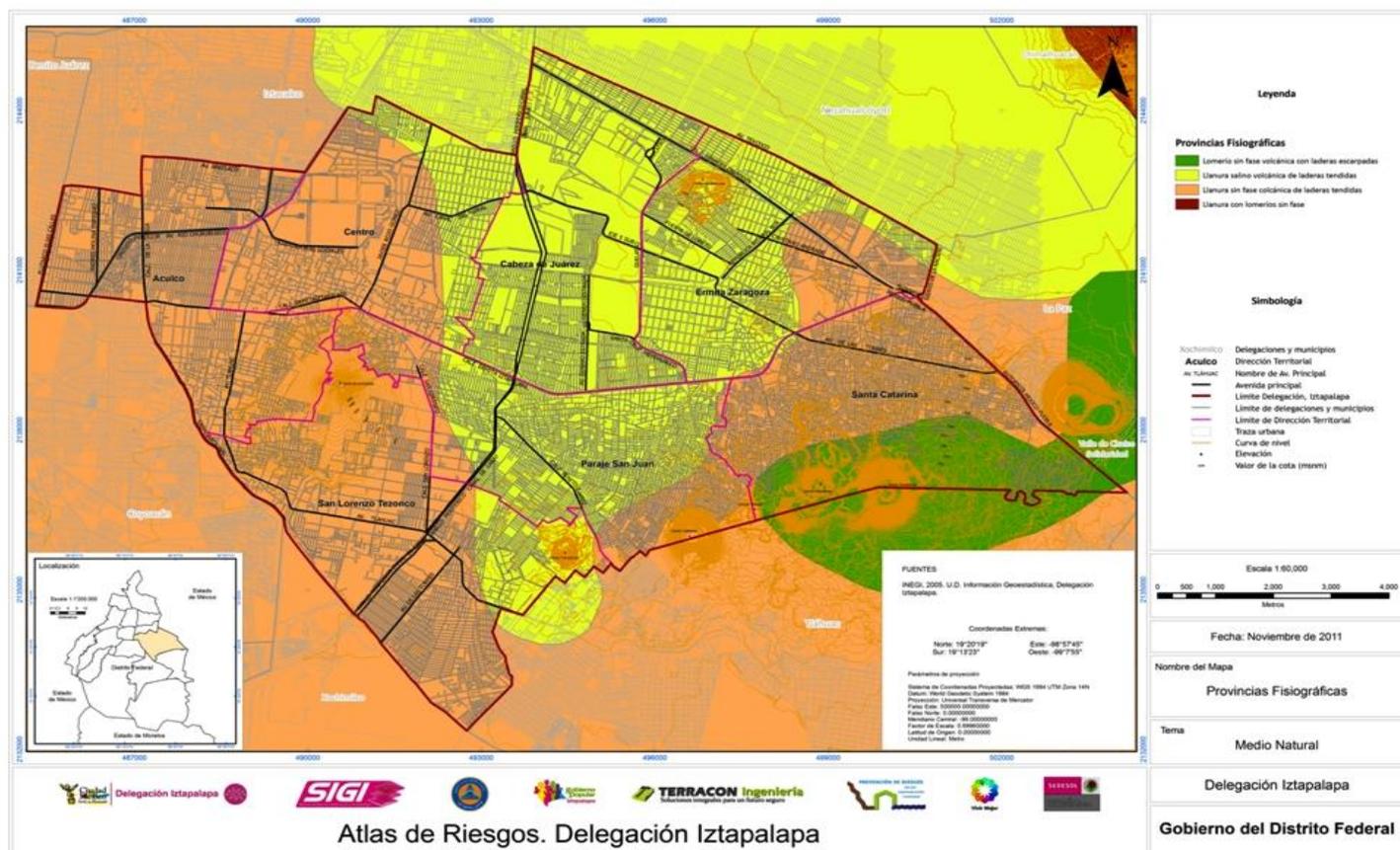


Figura 3.1.2 Fisiografía de la Delegación Iztapalapa

3.2 Geología

La zona de estudio, se ubica en la región oriental de la Cuenca de México, la cual se localiza en una estructura de graben desarrollada durante el Oligoceno, donde una gruesa secuencia de materiales volcánicos y lacustres fueron depositados. La cuenca fue cerrada durante el Pleistoceno como resultado de una serie de actividades volcánicas.

La estructura geológica regional de la Cuenca de México ha sido estudiada por Zeeavert (1953), Marsal y Mazari (1959), Mooser (1974, 1975) y De Cserna et al. (1987). Se encuentra compuesta básicamente de

rocas volcánicas y sedimentos de tipo lacustre. La unidad geológica más profunda, observada en afloramientos más allá del límite sur de la cuenca, está constituida por calizas, areniscas y esquistos. Se considera que esta unidad litológica tiene un espesor de más de 1500 m. Información obtenida de un pozo en la zona de la Mixhuca, ubica esta unidad a una profundidad de 1581 m (Vázquez- Sánchez y Jaimes-Palomera, 1989).

A esta secuencia la sobreyace una unidad volcánica del Terciario Medio que incluye material clástico del Eoceno, basaltos y riolitas del Oligoceno y andesitas del Mioceno con un espesor total de aproximadamente 300 m. Los depósitos del Plioceno inferior están representados por material piroclástico y lacustre con un espesor de alrededor de 600 m.

La secuencia Plio-Cuaternaria consiste principalmente de andesitas basálticas y andesitas, y piroclásticos interestratificados con sedimentos lacustres y aluviales, con un espesor de más de 1,000 m. Los depósitos del Cuaternario-Reciente cubren todo el piso de la cuenca y comprenden aproximadamente 600 m de depósitos aluviales y fluviales. La Figura 3.2.1 muestra la distribución y espesores de estas unidades en la zona de estudio.

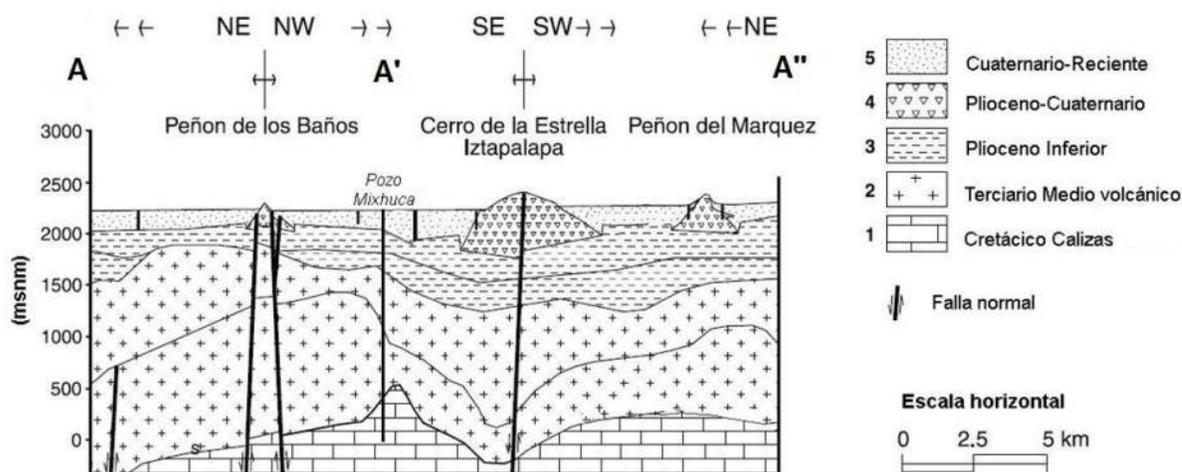


Figura 3.2.1 Sección geológica de la Cuenca de México (Modificado de Edmunds et al., 2002).

En superficie, la geología de la zona de la Delegación Iztapalapa, corresponde al valle lacustre, piedemonte y estructuras volcánicas. Estudios de Marsal y Mazari (1959) clasifican a los suelos en tres zonas: lago, transición y lomas.

La zona del lago está formada por secuencias arcillosas, limos y arenas con diferentes grados de cementación y consolidación. La zona de transición, que corresponde a la franja que delimita la zona del lago, está dividida en abrupta y gradual o estratificada. La zona de lomas incluye las elevaciones mayores en Iztapalapa que corresponden a edificios volcánicos de la Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón del Marqués.

En la secuencia estratigráfica somera predominan los sedimentos de ambiente lacustre y en algunas zonas aledañas a los edificios volcánicos se encuentran depósitos de aluviales y coluviales (de pendiente) a diferentes profundidades (Figura 3.2.2). Las depresiones topográficas localizadas entre las edificaciones volcánicas no solo presentan relleno sedimentario en el subsuelo, sino también secuencias compuestas por material piroclástico con diferentes grados de consolidación y rocas volcánicas (Carreón, 2011).

De Cserna y colaboradores (1987) propusieron la presencia de dos fallas geológicas inferidas para Iztapalapa con orientación N50E cuya traza en superficie podría coincidir con los Cerros de La Estrella y El

Peñón. Sin embargo, estas estructuras no tienen una manifestación clara en superficie por lo que su existencia y su localización es todavía controversial (Carreón, 2011).

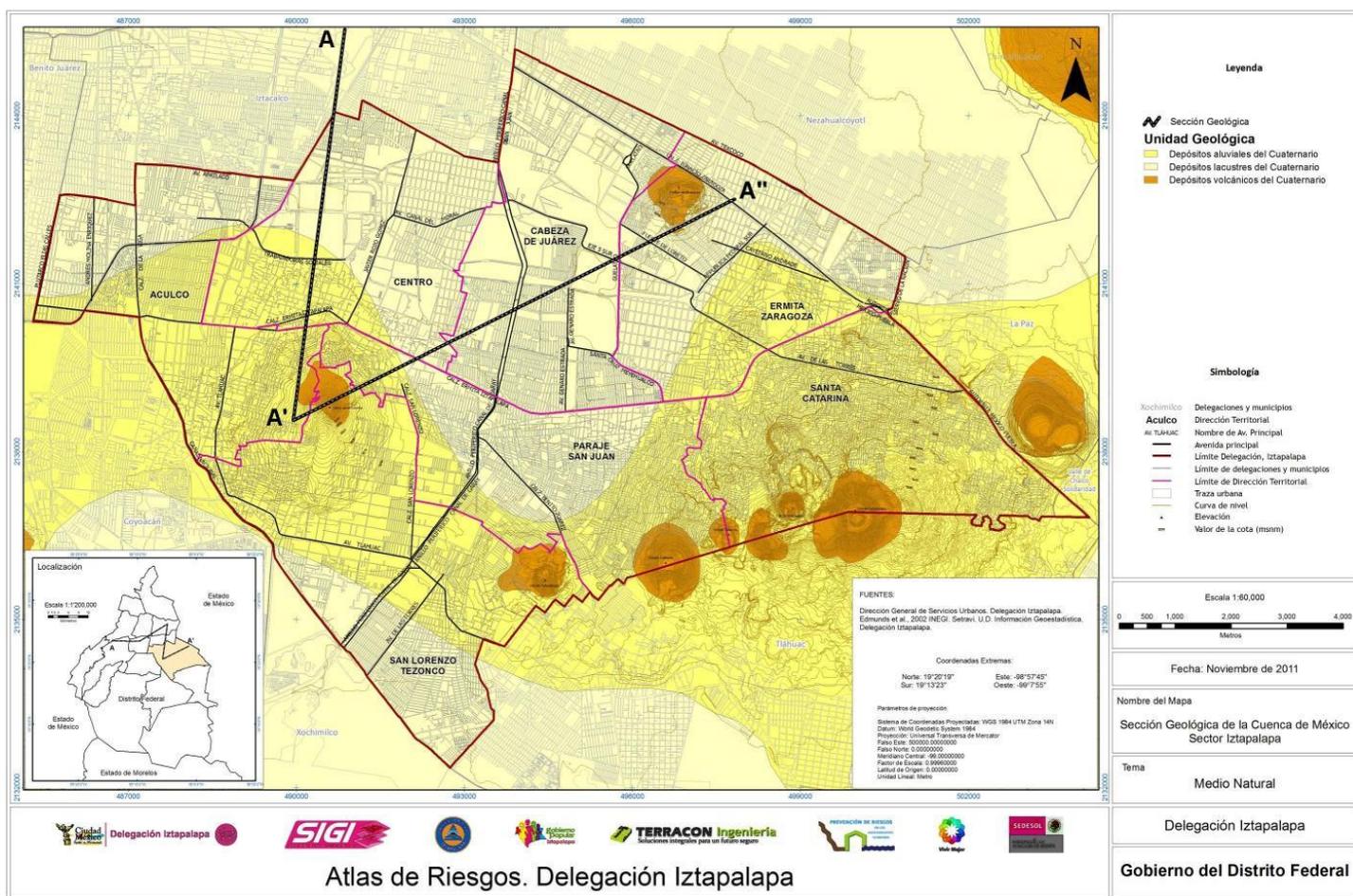


Figura 3.2.2 Mapa geológico de la Delegación Iztapalapa, mostrando la ubicación de la sección A-A' de la Figura 3.2.1.

3.3 Geomorfología

Desde el punto de vista morfológico, la Delegación Iztapalapa presenta una superficie relativamente plana, que ocupa aproximadamente el 81%, situada a una elevación de 2241 msnm. Tiene un espesor de sedimentos de aproximadamente 700 m, y se considera fueron acarreados por los cauces que descendían de las sierras existentes, como Xochitepec y Nevada. La planicie es interrumpida por las elevaciones volcánicas, cerros de la Estrella, El Peñón del Marqués y al este, la Sierra de Santa Catarina (Vera y López, 2010) (Figura 3.3.1).

El Cerro Peñón del Marqués es un volcán cinerítico situado en la parte norte de la Delegación, tiene una elevación máxima de 2370 msnm, su cima tiene 132 m sobre el nivel de la planicie, litológicamente está constituido por lavas y piroclastos ambos de composición básica. Los piroclastos se observan afectados por numerosas grietas originadas por la combinación de movimientos tectónicos y explotación del agua subterránea (Huizar, 1998). Su topografía es de laderas cortas y muy inclinadas, son típicas de un cono cinerítico y no presenta modelado fluvial. Este volcán ha sido aprovechado como banco de material para construcción.

El Cerro de la Estrella, tiene una elevación de 2450 msnm, su cima se encuentra a 214 m sobre la planicie, está constituido por lavas basálticas cubiertas por piroclastos y tobas. Tiene una topografía relativamente suave, sus laderas son menos inclinadas que las del Peñón del Marqués, y están parcialmente cubiertas por una carpeta vegetal de árboles (pirul) y pastos, el modelado fluvial es incipiente (Huizar, 1998).

El Cerro la Caldera, situado al noreste de la delegación, es un volcán constituido por lapilli, presenta dos cráteres freatomagmáticos tipo caldera, forma la parte terminal oriental de la Sierra Santa Catarina. Su elevación es de 2350 msnm. Sus laderas son cortas y rectas presentando muy poco modelado fluvial. Salvo una ligera cubierta de pasto, prácticamente carece de vegetación. El cerro tiene dos cráteres en cuyo interior se practica la agricultura, así mismo en su ladera sudeste se ubica el relleno sanitario del mismo nombre (Huizar, 1998).

El relieve más sobresaliente en esta zona, es la Sierra Santa Catarina que tiene una extensión de 12 km y su orientación es SE-NE, tiene una elevación de 2750 msnm, la cima está a 510 m sobre la planicie. Está constituida por rocas basálticas que se alternan con material piroclástico (escoria, tezontle). En esta sierra existen siete volcanes principales (Yahualixqui, Xaltepec, Tetecón, Mazatepec, Tecuatzi, Guadalupe y La Caldera). El volcán Guadalupe es el más alto y más reciente de todos.

Debido a la aspereza de los derrames de lava que constituyen sus laderas, la Sierra Santa Catarina es muy irregular y de suaves pendientes y no presenta rasgos importantes de modelado fluvial. Presenta relieve de origen endógeno y exógeno; el endógeno es de tipo volcánico acumulativo y el exógeno es de tipo erosivo acumulativo y antrópico (Lugo et al., 1994). Este último se debe a la extracción de material aprovechado para la construcción. Los asentamientos humanos han proliferado ocupando prácticamente toda la ladera occidental. Presenta una serie de 11 conos cineríticos bien conservados, de los cuales tres han sido intensamente explotados como banco de material, como es el caso del volcán Yahualixqui.

La Figura 3.3.1, muestra el mapa morfogenético de Iztapalapa, en el que se delimitan las unidades morfogenéticas con base en el criterio de homogeneidad relativa, para lo que se consideran cuatro aspectos: el origen general del relieve, tipos generales del relieve (planicies, lomeríos, piedemontes y laderas de montañas), edades (rocas, estructuras y formas) y geometría del relieve (Tapia Vareya y López Blanco, 2002). Se identificaron cinco unidades morfogenéticas que se mencionan a continuación:

Laderas montañosas: Representadas por la Sierra de Santa Catarina y el cerro de la Estrella. Presentan un origen endógeno volcánico, del Terciario Superior- Cuaternario (0-5 m.a.). Se encuentran formadas principalmente de conos volcánicos y derrames de lava. Presentan rocas básicas e intermedias, lavas andesíticas, dacíticas, riódacíticas y tobas, con material piroclástico de flujo y de caída (De Cserna, et al., 1987, Mooser, *et al.*, 1996). Presenta superficies cumbreles redondeadas, con una altitud media de 2450 a 2750 msnm; y una altura relativa dominante de 510m.

Lomeríos: Los cerros Peñón del Marqués y Yuhualixqui constituyen esta unidad. Son de origen endógeno volcánico modelado (tectónizado y denudatorio) del Cuaternario (0-2 m.a.). Su litología dominante es de tobas, cenizas y depósitos piroclásticos de flujo y de caída. Están compuestos de rocas basálticas y basáltico-andesitas (De Cserna, et al., 1987, Mooser, et al., 1996). Se caracterizan por presentar estructuras disyuntivas generadas por movimientos tectónicos actuales (fallas) (Tapia Vareya y López Blanco, 2002). Presentan una altitud media 2350 a 2370 msnm, y una altura relativa de 132 y 214 m.

Planicie lacustre: Su origen es exógeno acumulativo del Cuaternario (0-2 m.a.). Está compuesta de sedimentos lacustres que provienen del acarreo que produce el agua de los cauces de montaña, desde los depósitos piroclásticos de explosiones recientes de los volcanes Cuaternarios de los alrededores (Tapia Vareya y López Blanco, 2002). Esta unidad presenta una altitud media de 2241m, y ocupa el mayor porcentaje del terreno de la Delegación.

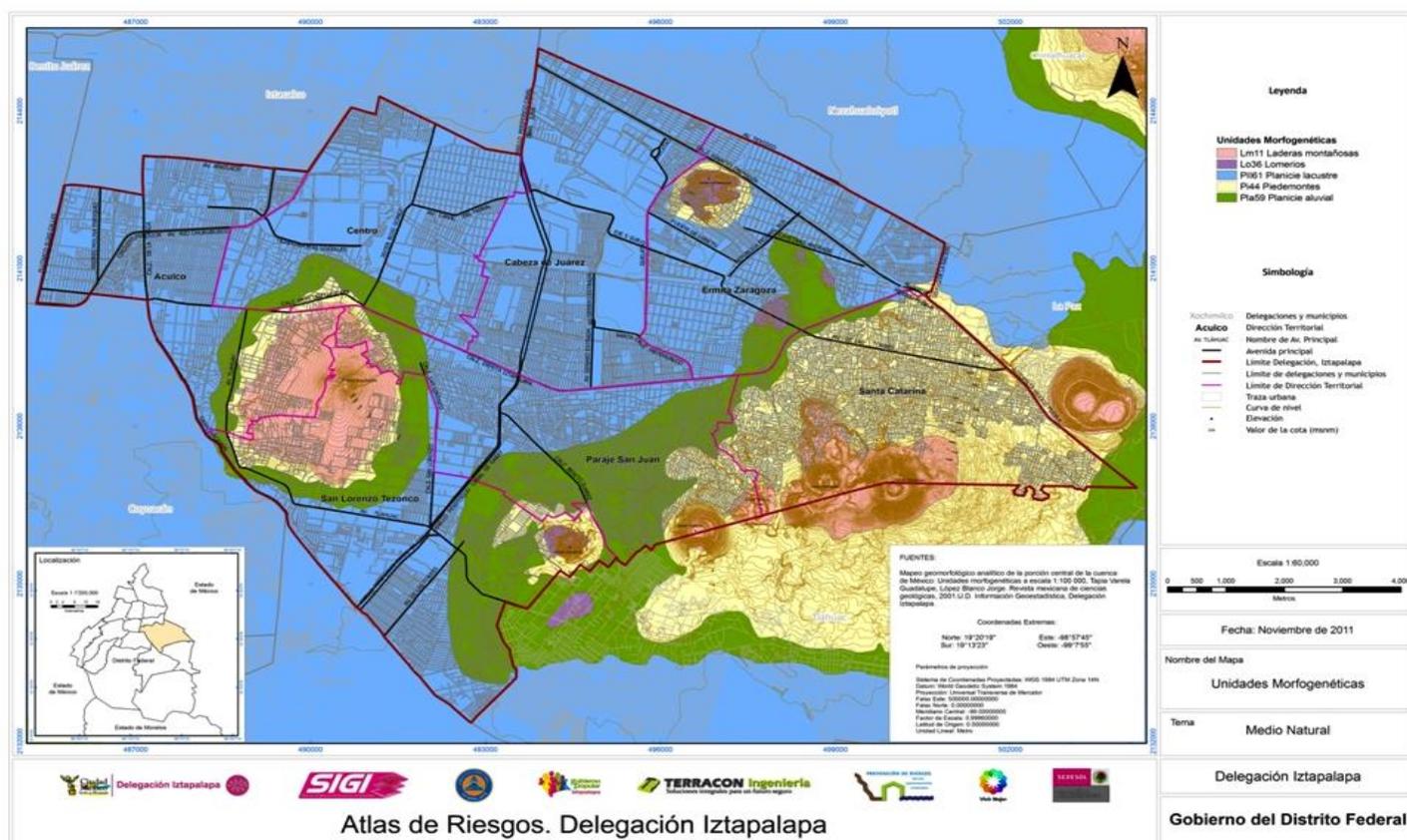


Figura 3.3.1 Unidades morfogenéticas.

Pie de monte: Se encuentra en las laderas de la Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella, Cerro la Caldera y Peñón del Marqués. Presentan un origen exógeno acumulativo (denudatorio y tectonizado) del Cuaternario (0-2 m.a.) (Tapia Vareya y López Blanco, 2002), están compuestos de lavas, tobas, cenizas y depósitos epiclásticos y piroclásticos de flujo; algunos presentan forma de abanico con una composición de basalto y basalto-andesítica (De Cserna et al., 1987; Mooser et al., 1996). También se caracterizan por presentar tectonismo activo que se manifiesta por la presencia de fallas.

Planicie aluvial: Esta unidad se localiza en los alrededores del Cerro de la Estrella y la Sierra de Santa Catarina. Es de origen exógeno acumulativo del Cuaternario (0-2 m.a.). Formado de material acumulativo aluvial y por otros depósitos de ladera, originados por procesos gravitacionales y fluviales. Asimismo, algunas de ellas se caracterizan por estar formadas por depósitos de lahar retrabajados, y por secuencias piroclásticas de caída y de flujo, asimismo de tobas eólicas y brechas de pómez (Tapia Vareya y López Blanco, 2002).

3.4 Edafología

Los tipos de suelo dominantes en la Delegación Iztapalapa, de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO (1975), son los feozem y solonchack (INEGI, 1983) (Figura 3.4.1). La unidad de suelos solonchack (Zg+Zm/3/n), se presenta en la porción central del territorio de la delegación Iztapalapa. Son literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas y en las partes más bajas de los valles y llanos. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de

sal. Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo (INEGI, 2004).

Los suelos feozem (Hh+Hg+Zm/2/n, Hh+Re/2/P y Hh/2), se encuentran en la mayor parte del suelo de Iztapalapa, rodeando a la unidad de suelos solonchack. Estos suelos son carentes de un horizonte cálcico, un horizonte gypstico o concentraciones de cal suave pulverulenta dentro de los primeros 125 cm. de profundidad. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas.

Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal. Presentan profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los menos profundos, situados en laderas, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego (INEGI, 2004).

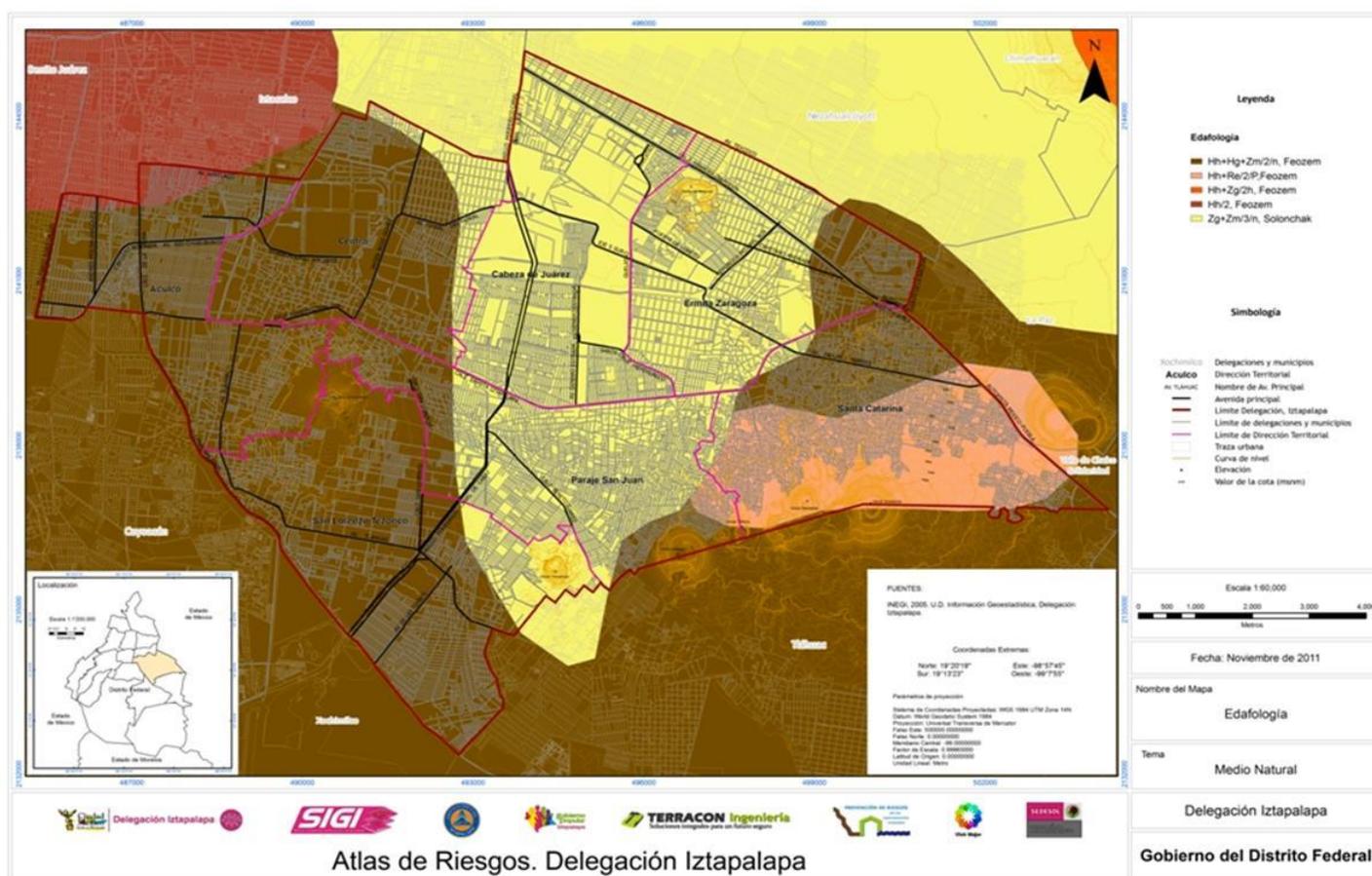


Figura 3.4.1. Edafología de la Delegación Iztapalapa.

A continuación se describen brevemente algunas características particulares de las unidades de suelo presentes en la delegación Iztapalapa. En la Tabla 3.4.1, se muestra el área que ocupan estos suelos y el porcentaje correspondiente con respecto al área total del territorio de la Delegación.

Hh+Hg+Zm/2/n Feozem: Combinación de un feozem háplico + feozem gleyco + solonchack mólico de textura media, sódico y comprende el 48.93% siendo los suelos predominantes en la Delegación. Ocupa la porción poniente y norponiente, así como una pequeña porción al nor-oriente y sur, su área total es de 55.57 km². Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Con una capa saturada de agua al menos alguna época del año. Esta capa es de color gris, verde o azulado y se mancha de rojo cuando se expone al aire, son poco susceptibles a la erosión. Presentan menos del 34% de arcilla y saturación de sodio intercambiable de 15 a 40%.

Hh+Re/2/P Feozem: Es una combinación de feozem háplico + regozol eútrico, de textura media y fase pedregosa, que comprende el 10.37% de los suelos de Iztapalapa. Se localiza en la zona oriente, a lo largo del límite sur-oriente de la Delegación. Presenta una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Es ligeramente ácido a alcalino y más fértil que los suelos dísticos (suelos ácidos, ricos en nitrógeno, pero pobres en otros nutrientes importantes para las plantas). Contiene menos del 34 % de arcilla y es pedregoso a más de 50 cm de profundidad.

Hh/2 Feozem: Es un suelo feozem háplico de textura media y ocupa el 0.98% de la Delegación. Este tipo de suelos se localizan en una pequeña porción en el límite nor-poniente del territorio de Iztapalapa. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Contiene menos del 34% de arcilla.

Zg+Zm/3/n Solonchack: Combinación de solonchack gleyco + solonchack mólico de textura fina, sódico y comprende el 39.72 % del suelo de la Delegación. Se ubica en la porción centro-norte y cubre un área de 45.11 km². Es un suelo salino en todo o alguna parte del suelo. Se presenta en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas y en las partes más bajas de los valles y llanos. Con una capa saturada de agua al menos alguna época del año, la capa es de color gris, verde o azulado y se mancha de rojo cuando se expone al aire. Contiene más del 35 % de arcilla y presentan saturación de sodio intercambiable de 15 a 40%.

Tabla 3.4.1 Distribución por área y porcentual de tipos de suelo en la Delegación Iztapalapa.

Tipo de suelo	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Hh+Hg+Zm/2/n Feozem	55.57	48.93
Hh+Re/2/P Feozem	11.77	10.37
Hh/2 Feozem	1.12	0.98
Zg+Zm/3/n Solonchack	45.11	39.72
TOTAL	113.57	100.00

Por otro lado, de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (ALDF, 1993), la Delegación forma parte de lo que fuera una zona lacustre, presenta un suelo inestable para las construcciones de cimentaciones y redes de infraestructura, integrado por depósitos de arcilla, altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenidos diversos de limo y arcilla, al igual que las cubiertas superficiales formadas por suelos aluviales y rellenos artificiales. La excepción de este tipo de suelos se encuentra en los montículos cerriles referidos anteriormente en la sección de morfología los cuales se encuentran constituidos principalmente por material basáltico.

3.5 Hidrología

El relieve que rodea la planicie de la Cuenca de México, impide que los escurrimientos superficiales que descienden de las partes altas fluyan fuera de la cuenca originando así una cuenca endorreica (cerrada), lo que determinó la existencia de lagos como el de Texcoco y el de Tenochtitlan, que en tiempos históricos

se fusionaban en uno sólo (Fiura 3.5.1). El primero contenía agua salobre mientras que el segundo era de agua dulce, la mayor parte del área de la Delegación Iztapalapa formó parte del Lago de Texcoco y una mínima parte era inundada con agua dulce (Huizar, 1998).

Iztapalapa fue una región con grandes extensiones de agua por su colindancia con el Lago de Texcoco, en sus inicios a la Delegación la atravesaba el Río Churubusco que al unirse con el río de la Piedad formaban el río Unido. También la cruzaba el Canal Nacional, actualmente Calzada de la Viga, donde se recolectaban las aguas de los canales de Chalco, Tezontle, Del Moral y el de Garay para desembocar en el Canal del Desagüe (Figura 3.5.2). A pesar de ello, en la actualidad no existen depósitos naturales de agua debido a la pavimentación urbana que ha tenido la Delegación (Ramírez y Rodríguez, 2002).

Por su parte la escorrentía natural que desciende de los cerros existentes en Iztapalapa (Figura 3.5.3), no tiene aprovechamiento alguno y al llegar a la parte baja es canalizada y sale de la Delegación a través de los canales de Chalco y Nacional que se encuentran a cielo abierto y que forman límites con las Delegaciones de Xochimilco y Coyoacán. Además, los canales de Churubusco, La viga y el Canal de Garay que se encuentran entubados. Cabe indicar que la densidad del avenamiento natural que desciende de las elevaciones es baja debido a que los materiales tienen una permeabilidad elevada que permiten una importante infiltración de la precipitación. Este fenómeno controla la generación de flujo superficial sobre todo en la Sierra Santa Catarina y el Peñón del Márquez, también está condicionado por las lluvias que son de menor cantidad que en otras partes de la Cuenca de México (Vera y López, 2010).

La escorrentía superficial que se genera a partir de la precipitación sobre las construcciones y calles es con frecuencia la que genera los problemas de inundaciones que ocasionalmente afectan a la Delegación Iztapalapa y transporta el asolve que posteriormente lo obstruye el drenaje urbano (Figura 3.5.4).

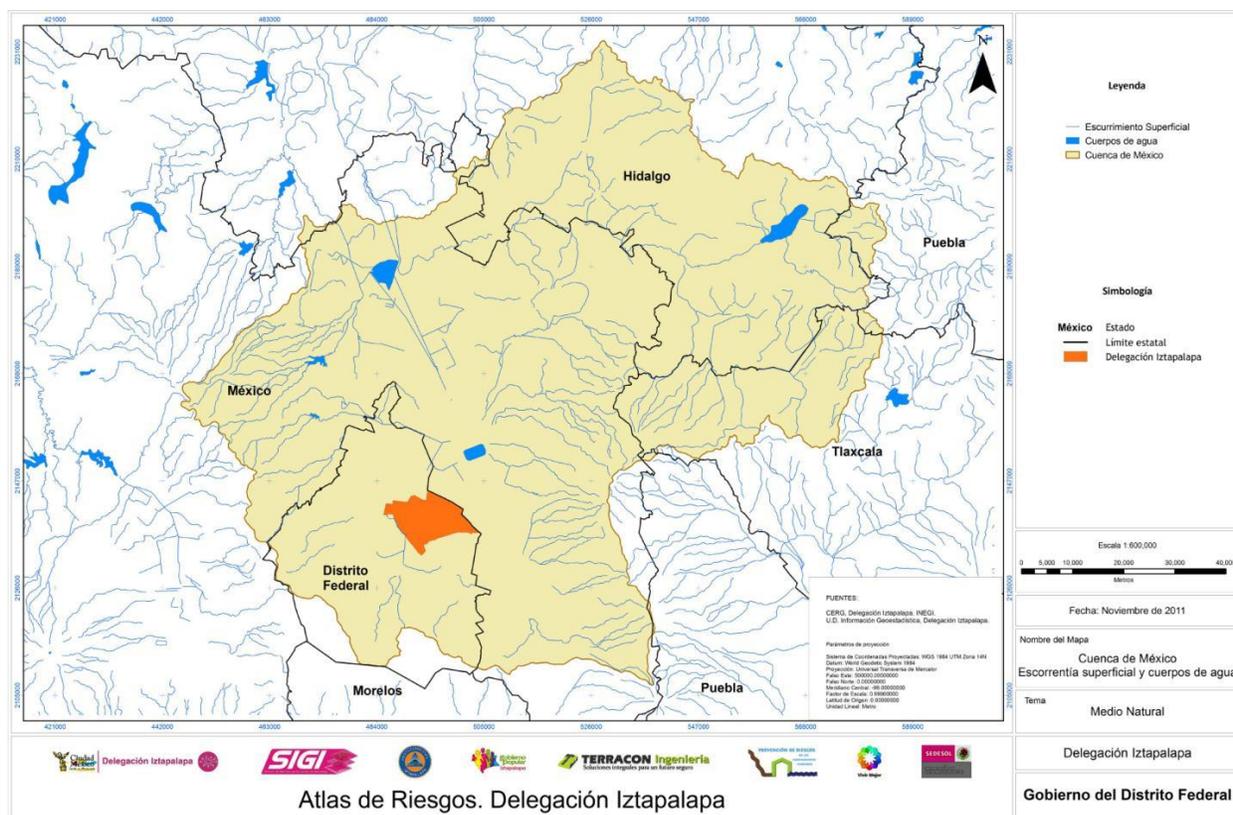


Figura 3.5.1 Mapa de cuenca de captación de la Delegación Iztapalapa.

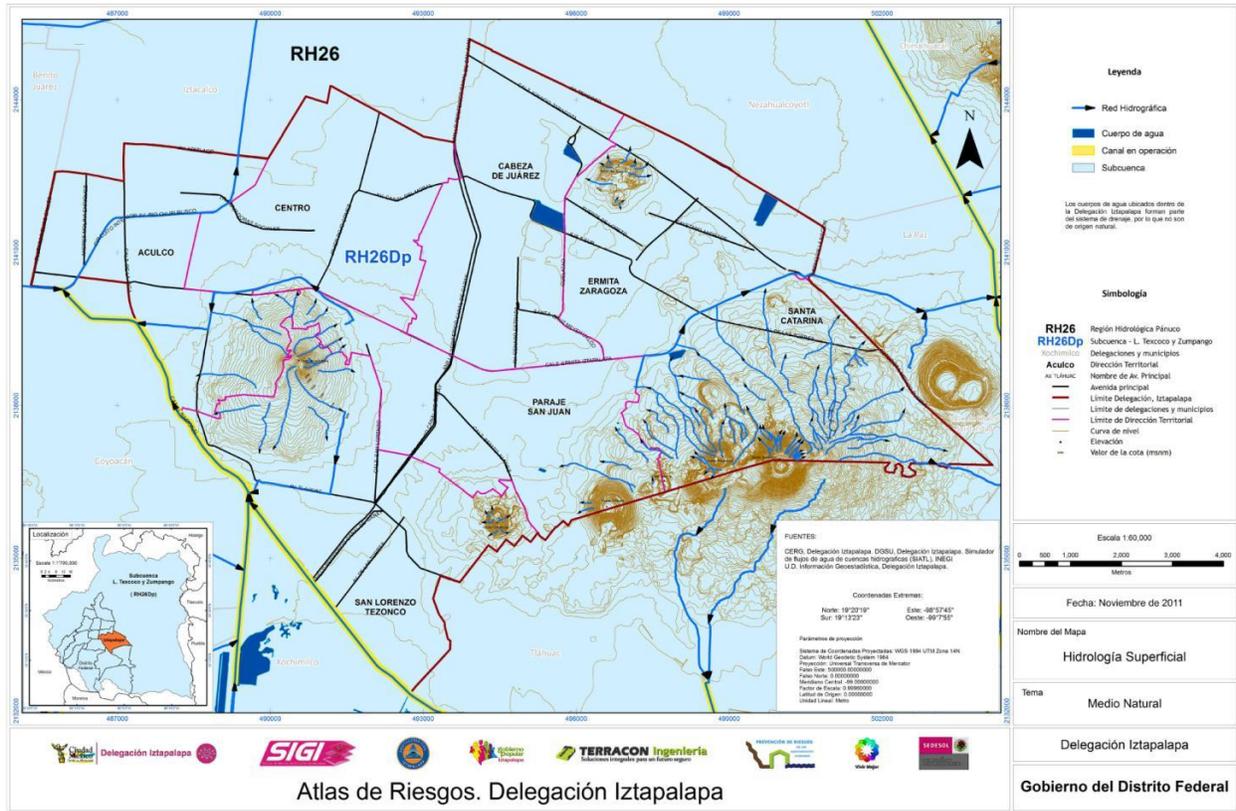


Figura 3.5.2 Mapa de Hidrología Superficial de la Delegación Iztapalapa.

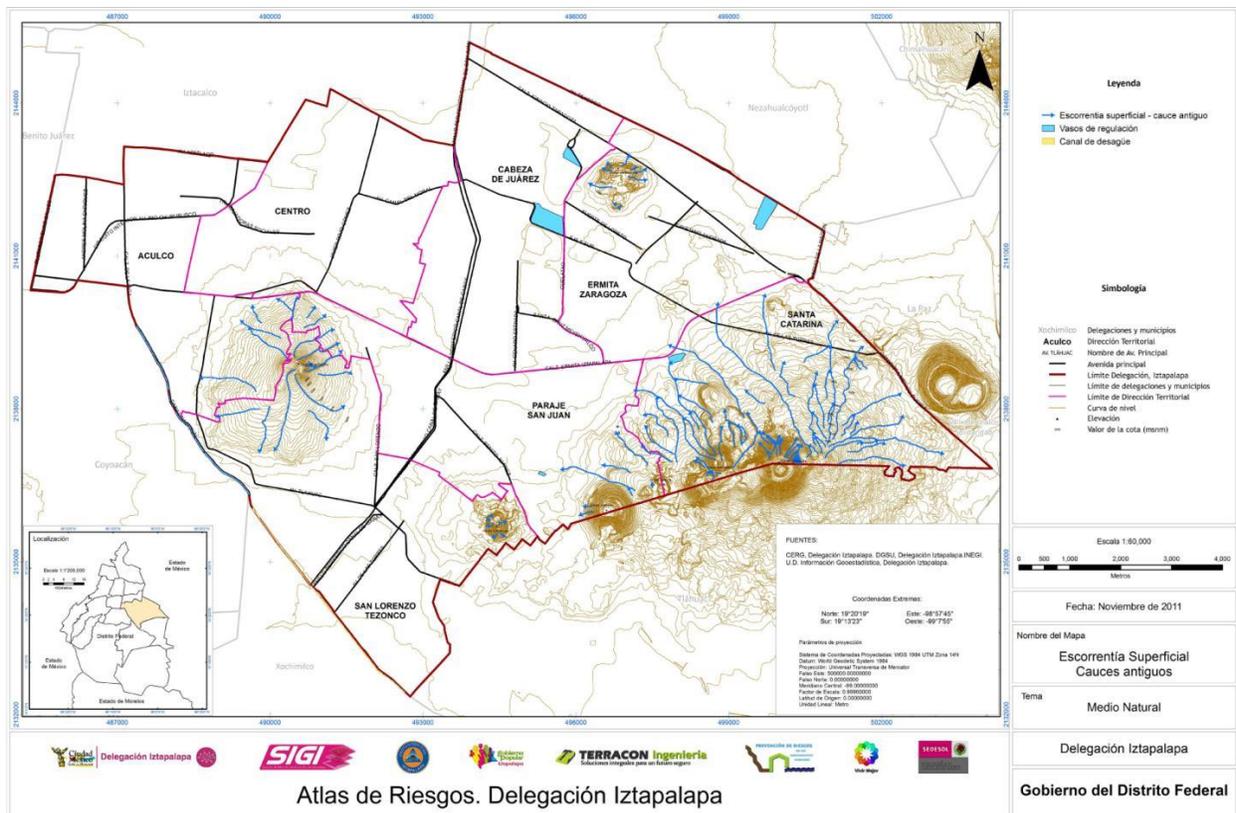


Figura 3.5.3 Escorrentía superficial cauces antiguos.

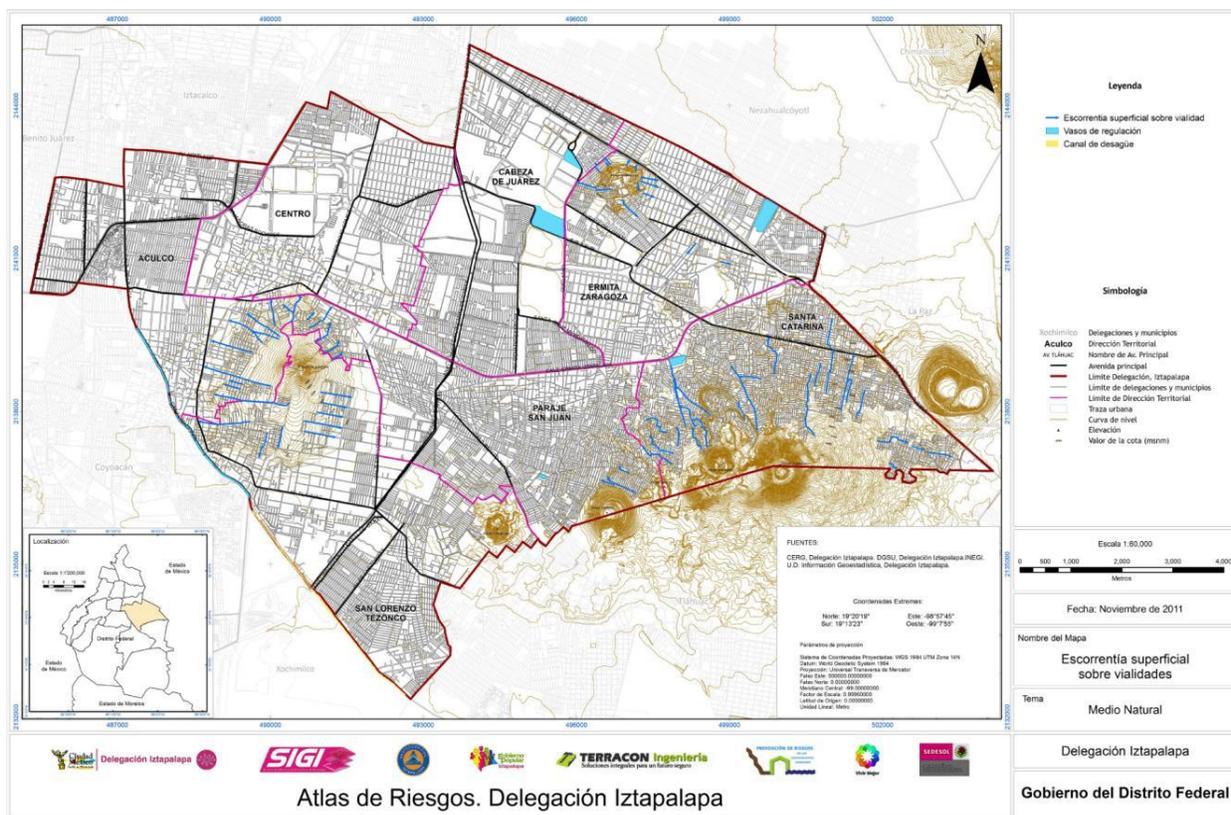


Figura 3.5.4 Mapa de escorrentía superficial sobre vialidades.

3.6 Climatología

El clima predominante en la Delegación Iztapalapa es el templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad C(Wo), correspondiente al 82% de la superficie delegacional y el 18% restante es BS1K Semiseco (INEGI, 1998).

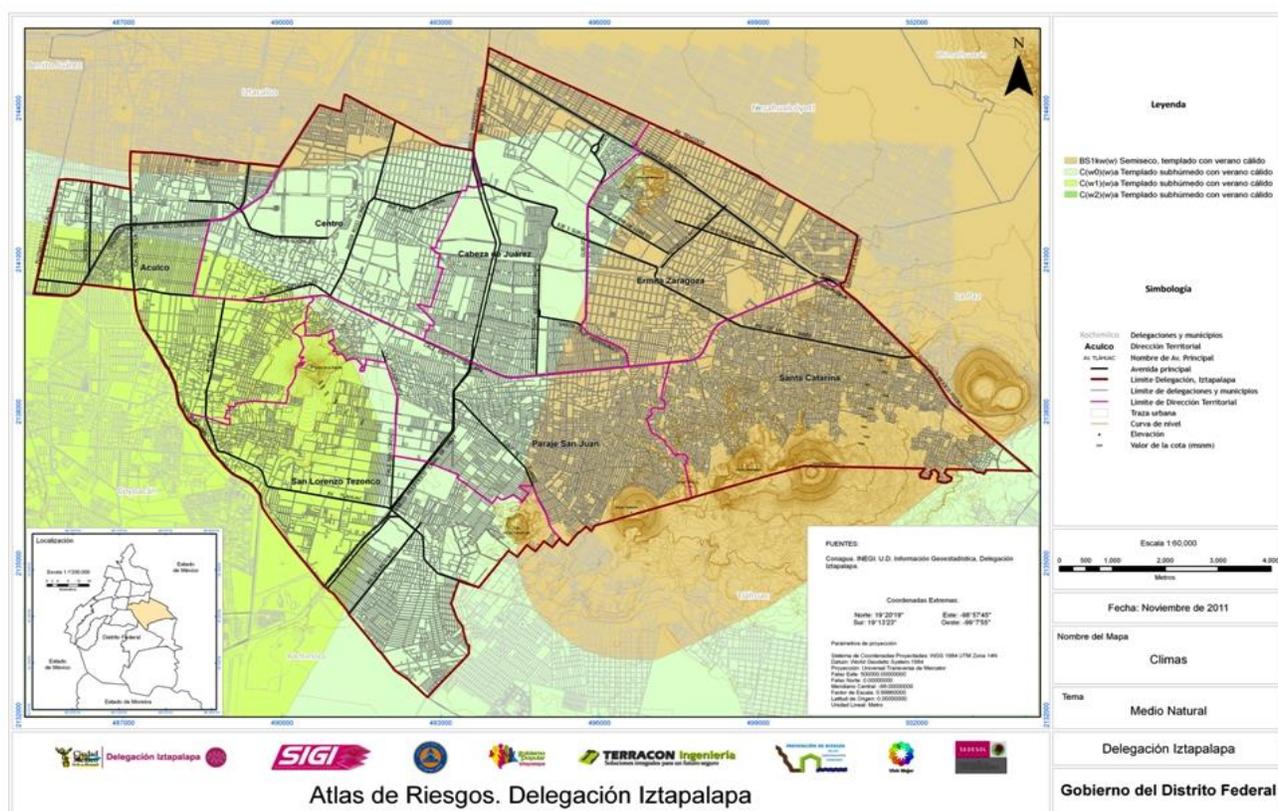
La temperatura promedio es de 16.7° C, debido a que la temperatura del aire es mayor en los núcleos urbanos, por la capacidad de los materiales de construcción para almacenar calor (Jáuregui, 2000), y extremas menores de 13.2° en invierno y 19.0° en primavera. La precipitación pluvial anual, registrada de 1956 a 1989 es en promedio de 607.00 mm donde el año más seco registra los 403.80 mm y el año más lluvioso de 864.80 mm según datos de la Comisión Nacional de Agua, Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm (García 1988, Guillén-Guerrero 1996) (Figura 3.6.1).

El tipo clima BS1 kw (w) es el predominante en Iztapalapa, se distribuye en la porción oriental y norte (Figura 3.6.1). Este es un clima de seco a semiseco templado, con lluvias en verano y el resto del año presenta lluvias escasas, el porcentaje de lluvia invernal es menor del 5 %, con un rango de precipitación entre 500 y 600 mm (INEGI, 2005).

El clima C(w0)(w), se presenta a lo largo de la parte central y hacia el norponiente de Iztapalapa (Figura 3.6.1). Este subtipo es el menos húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y porcentaje de precipitación menor a 5mm; la precipitación media fluctúa entre los 500 y 600 mm, la mayor precipitación se registra en junio con valores entre 110 y 120 mm, la mínima se presenta en enero y febrero con un valor menor de 10 mm; el régimen térmico medio anual oscila entre 12 y 16 °C, las temperaturas máximas se presentan en los meses de abril, mayo y junio, cuyas medias mensuales oscilan

entre 16° y 18 °C, en enero se registra la mínima con un rango que fluctúa entre los 11 ° y 12 °C (INEGI, 2005).

El clima templado subhúmedo tipo C(w1), se presenta en la zona poniente de Iztapalapa (Figura 3.6.1). Se caracteriza por precipitación en verano, y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5%. El régimen pluvial medio anual tiene un rango de 600 – 800 mm, los meses con mayor precipitación son de julio a agosto, donde se registran entre 140 a 150 mm, el mes más seco es febrero con 3 - 5 mm; la temperatura promedio es entre 12 y 18 °C, con un verano cálido, la temperatura media mensual más alta se presenta en los meses de abril y mayo, alcanzando de 18 a 19 °C, y la mínima en el mes de enero (13° a 14 °C) (INEGI, 2005).



3.7 Uso de suelo y vegetación

El agotamiento del modelo económico sustitutivo produjo la creación de nuevos espacios dedicados no sólo para la vivienda, sino también para la producción y el consumo, áreas recreativas, servicios de educación, salud, etc. Esta situación ha causado una alteración en el uso de suelo. El uso de suelo, se entiende como la actividad a la que se destina la edificación que ocupa el suelo urbano y son los elementos que se le incorporan al suelo los que le permiten y definen su uso (Villavicencio y Durán, 1993).

Las formas de incorporación del suelo para uso urbano constituye un antecedente primordial para entender y conocer las características que ha adquirido el proceso de urbanización de la Delegación Iztapalapa. El suelo es un recurso natural básico, es un medio que interviene en diversos ciclos naturales y que además funciona como soporte del hábitat de diferentes especies, incluyendo al hombre (Belausteguigoitia et. al., 1999).

La vegetación y el uso actual de suelo de la Delegación Iztapalapa están influenciados por los diferentes pisos altitudinales. En las porciones bajas, en donde se localizan los suelos salinos y las áreas inundables, su forestación artificial inducida, se basa principalmente en vegetación arbórea como el pirul, eucalipto, casuarina, el trueno, entre otras, mismas que han sido introducidas con programas de reforestación en el Cerro de la Estrella, mezclándolas con la especie nativa de pirul (Figura 3.7.1).

En las áreas con altitudes medias, representadas por los piedemontes, la vegetación es herbácea del tipo de las gramíneas, leguminosas, cactáceas, liliáceas y compuestas, y arbórea como el pirul, eucalipto, casuarina, cedro y huizache. Las áreas cerriles como la Sierra de Santa Catarina y El Cerro de la Estrella, que sobresalían del antiguo lago de Tenochtitlán resguardan parte de la flora original, representada tan sólo por la variedad de pirul común y maleza de temporal (SARH, 1990; Cruickshank-García, 1995; CNA, 1996).

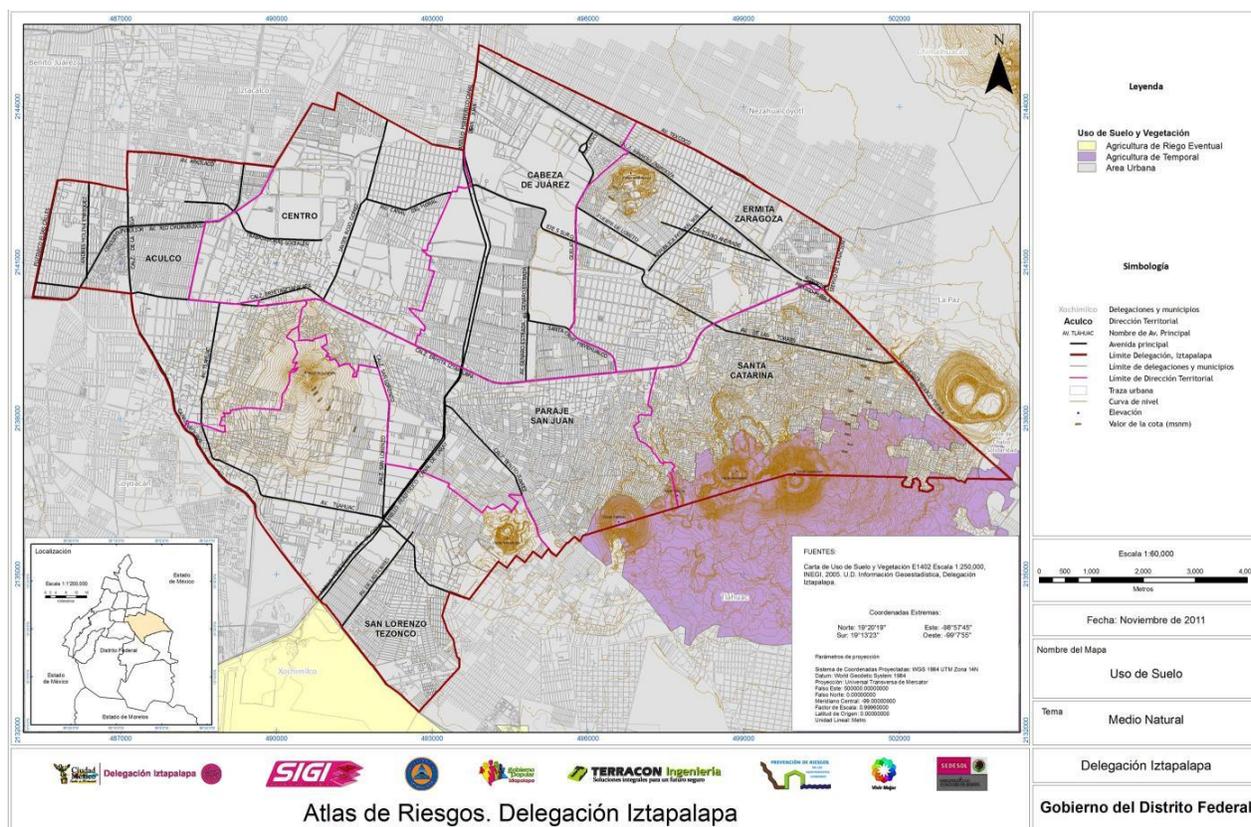


Figura 3.7.1 Uso del Suelo.

3.8 Áreas naturales protegidas

La principal función de las áreas Naturales Protegidas, 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, peligro de extinción) o bien de ecosistemas representativos a nivel local, regional, país e incluso internacionalmente. Estas áreas generan, al igual que otros terrenos del área rural del Distrito Federal, diversos servicios ambientales tales como recarga de mantos acuíferos, captura de CO2 y partículas suspendidas; oportunidades de recreación, entre otras.

En la Delegación Iztapalapa se han establecido dos áreas naturales protegidas, la del Cerro de la Estrella, y la Sierra de Santa Catarina decretadas como tal por el gobierno del Distrito Federal (Figura 3.8.1). La Sierra de Santa Catarina, cuenta con una superficie de 576 ha y es considerada una Zona Sujeta a

Conservación Ecológica, que es aquella área que presentan uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, son zonas para preservar los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico y bienestar general.

El Cerro de la Estrella cuenta con una superficie de 143 ha y fue decretado como como Parque Nacional el 14 de agosto de 1938. Es decir que se consideró como un área de representación biogeográfica a nivel nacional, que presenta uno o más ecosistemas que se significan por su belleza escénica, su valor científico, educativo o recreativo, histórico, flora y fauna de importancia nacional y aptitud para el desarrollo del turismo. Sin embargo, dado que sus condiciones naturales no justifican una categoría de Parque Nacional, en 1991, el Gobierno del D.F. y el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), iniciaron el proceso mediante el cual el Gobierno Federal abrogó el decreto de Parque Nacional y el Gobierno del Distrito Federal lo declaró bajo la figura de Área Natural Protegida de ámbito local, es decir Zona Sujeta a Conservación Ecológica. (Información tomada de la Secretaría del Medio Ambiente <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php>).

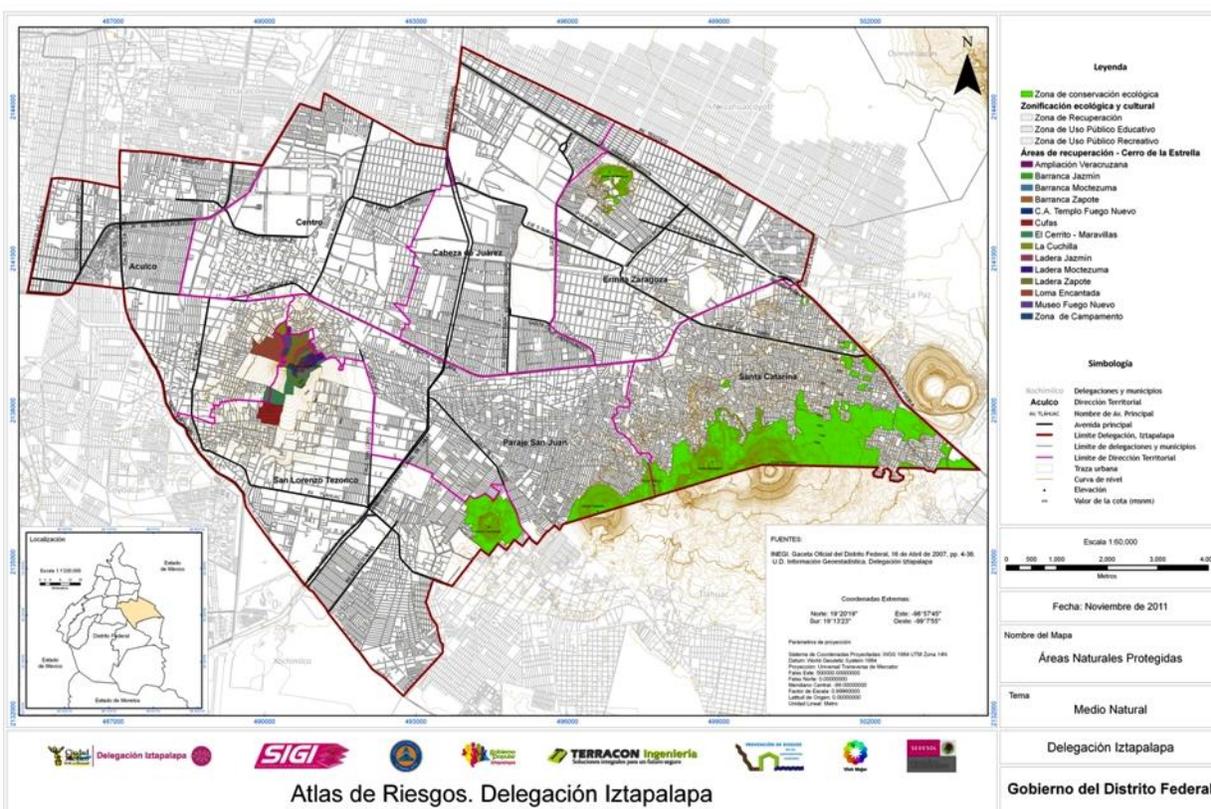


Figura 3.8.1 Mapa que muestra las áreas naturales protegidas de la Delegación Iztapalapa.

3.9 Problemática ambiental

La problemática ambiental de la Delegación Iztapalapa se debe principalmente al gran crecimiento de la zona del área urbana del Distrito Federal. Los altos topográficos constituidos por la Sierra de Santa Catarina, el Peñón del Marqués y el Cerro de la Estrella, que son clasificados como Áreas Naturales Protegidas son áreas estratégicas por su capacidad de recarga de los mantos acuíferos. Poseen recursos minerales y sus condiciones naturales hacen factible el uso de suelo forestal y agrícola; sin embargo, estas condiciones se han deteriorado por el establecimiento de asentamientos humanos y por la explotación de minas lo que, a su vez, representa un peligro para la vida de las personas que habitan en ella. Además de que afectan sus condiciones naturales y provocan cambio en el uso de suelo, eliminan la poca vegetación y la fauna existente, bloquean la filtración y captación del agua pluvial. De igual manera, erosionan el suelo, lo que lo vuelve vulnerable a deslizamientos y derrumbes. Todos estos factores influyen directamente en el estado ecológico (Villavicencio y Durán, 1993).

El origen de los asentamientos en la Delegación Iztapalapa datan del siglo X D.C., en donde, con el transcurso del tiempo, este espacio ha sufrido diferentes modificaciones en su infraestructura, límites, etc. Hasta mediados del siglo XX la Delegación fue un poblado en condiciones de pobreza y precariedad; sin embargo, a partir de los años cincuenta se produjo una importante transformación urbana cuya característica principal fue la gran oferta de suelo barato para la edificación de viviendas populares y de un considerable número de conjuntos habitacionales

Por otro lado, en Iztapalapa la infraestructura y servicios resultan insuficientes y escasos y en última instancia de muy baja calidad. Asimismo, la adquisición de tierras para la construcción de vivienda progresiva, que es producida por el sector popular, es en muchas ocasiones de forma ilegal; así, las tierras de los altos topográficos fueron incorporadas al mercado del suelo y urbanizadas perdiendo su carácter ecológico.

Cabe mencionar que los efectos que causan los asentamientos humanos, principalmente en las Áreas Naturales Protegidas son, por un lado, sociales y, por el otro, ecológicos. Las consecuencias sociales se generan debido a las desigualdades socioeconómicas. Por lo tanto, las personas que se asientan en estas zonas alejadas de los servicios urbanos, por el lado de los efectos ecológicos se tiene la deforestación, la erosión de los suelos, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación del aire, agua y suelos.

Otro elemento negativo del proceso de urbanización que ha experimentado la Delegación Iztapalapa son los tiraderos de basura, ya que ante la insuficiencia de actividades de recolección se forman los tiraderos clandestinos, como los de la Sierra de Santa Catarina y el de San Lorenzo Tezonco, lo que tiene efecto en la salud, el suelo y la atmósfera.

Con respecto a la degradación forestal y la deforestación, se ha estimado que las causas principales para su deterioro son el cambio de uso de suelo, la tala clandestina y los incendios forestales. Como consecuencia se provoca una elevada contaminación atmosférica y tolvaneras por la falta de vegetación en la zona (Villavicencio y Durán, 1993).

CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, en la Delegación Iztapalapa habitan un total de 1'815,786 persona, de los cuales 880,998 son hombres (48.5%) y 934,788 son mujeres (51.5%) (Figura 4.1.1).

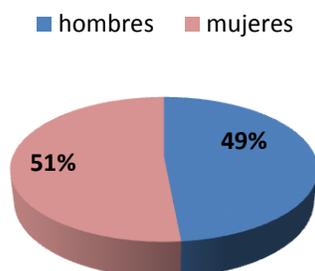


Figura 4.1.1 Población según Género Delegación Iztapalapa.

Utilizando datos del crecimiento poblacional histórico revisado en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y del Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal 2003, el crecimiento tendencial de la Delegación Iztapalapa es que se muestra en la Tabla 4.1.1.

Tabla 4.1.1 Escenario Tendencial de Crecimiento Poblacional.

Año	Delegación Iztapalapa		Distrito Federal	
	Población	Tasa %	Población	Tasa %
2000	1,773,343	1.04	8,605,239	0.32
2006	1,890,839	1.07	8,747,755	0.25
2010	1,956,974	0.86	8,831,853	0.24
2020	2,107,798	0.75	9,020,898	0.21
2025	2,173,399	0.61	9,111,886	0.20

La tendencia histórica indica que el ritmo de crecimiento tiende a disminuir de manera paulatina pasando de una tasa de crecimiento de 1.17 % en el año 2003 a 0.61 % en el año 2025, lo cual indica que la tasa de crecimiento bajará su ritmo al 50%. Esta desaceleración en el crecimiento se debe principalmente a que el área de la delegación ha dejado de ser una reserva territorial para el crecimiento urbano, anulando la oferta de suelo para el desarrollo de vivienda.

Respecto a la población indígena asentada en la Delegación Iztapalapa, el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa (2008) registra un reducido grupo de gente que mantiene su dialecto natal, entre los que destacan el Náhuatl, Otomí, Mixteco y el Mazateco. Este grupo es representado por 32,141 habitantes, lo cual significa el 1.81 %, de la población total de la Delegación (Figura 4.1.2).

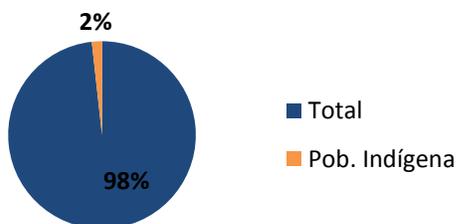


Figura 4.1.2 Población Indígena.

En base al II Censo de Población y Vivienda 2005 y al Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, la población joven de la Delegación está conformada por un 36.4% del total de sus habitantes; el 60% de sus integrantes se encuentra en la etapa de población adulta; y alrededor del 7.8% es constituido por gente de la tercera edad (Figura 4.1.3). Dentro del contexto de las poblaciones joven y adulta, aproximadamente el 44.6% se encuentra en edad reproductiva de acuerdo al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa (2008).

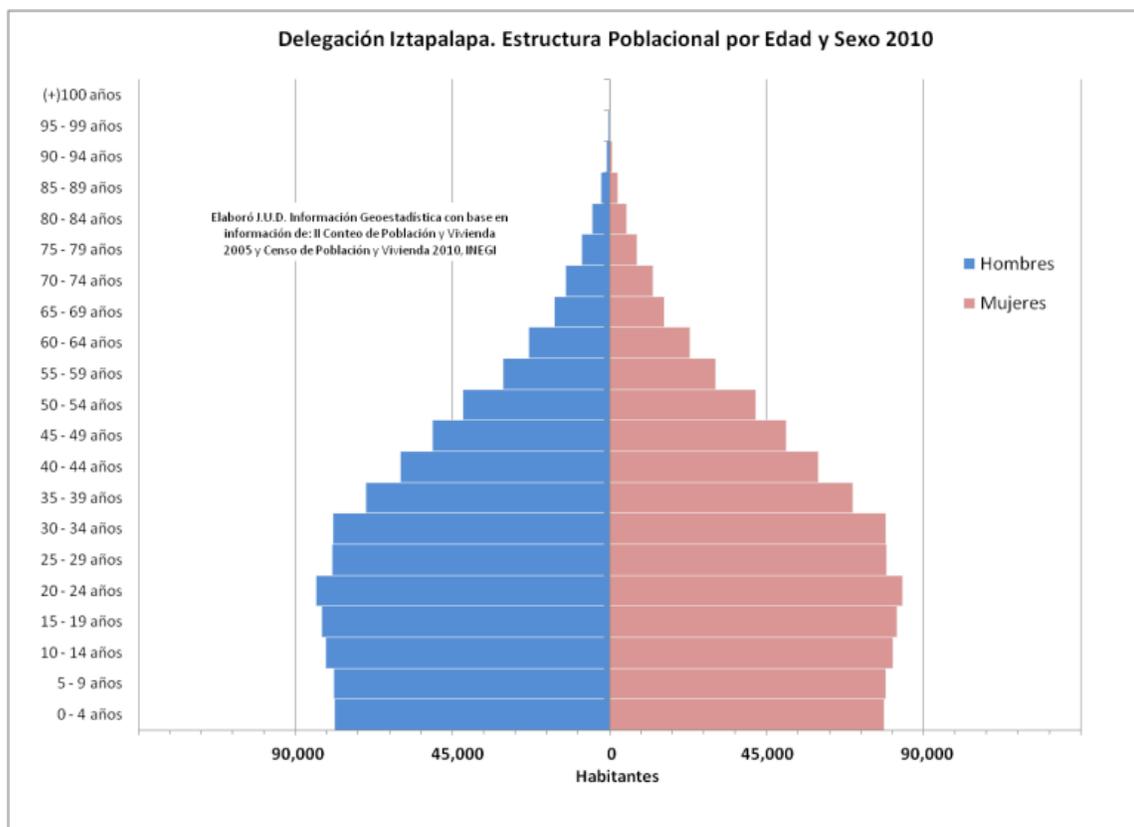


Figura 4.1.3 Estructura Poblacional por Edad y Sexo 2010.

En base a la información de la Dirección General de Información en Salud del Distrito Federal (2010), la tasa de mortalidad en la Delegación de Iztapalapa para el año 2007 fue de 469.9 por cada 100 000 habitantes, lo que significa un total de 8,638 defunciones. Las diez principales causas de mortalidad en la Delegación Iztapalapa para ese mismo año se indican en la Tabla 4.1.2.

Tabla 4.1.2 Principales Causas de Mortalidad en la Delegación Iztapalapa 2007.

No.	Causa	Defunciones	Tasa
1	Diabetes mellitus	1,653	89.5
2	Enfermedades del corazón	1,411	76.4
3	Tumores malignos	1,075	58.2
4	Enfermedades cerebrovasculares	498	27
5	Enfermedades del Hígado	493	26.7
6	Accidentes	438	23.7
7	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	289	15.6
8	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	265	14.3
9	Influenza y Neumonía	261	14.1
10	Agresiones (homicidios)	187	10.1

En relación con la superficie del territorio delegacional, Iztapalapa tiene una densidad bruta de 156 hab/ha, de acuerdo al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa (2008). Esta cifra resulta ser más alta que la de 119 hab/ha registrada en el Distrito Federal (Figura 4.1.4). La unidad de análisis es a nivel de colonia por ser la unidad que requiere la Delegación.

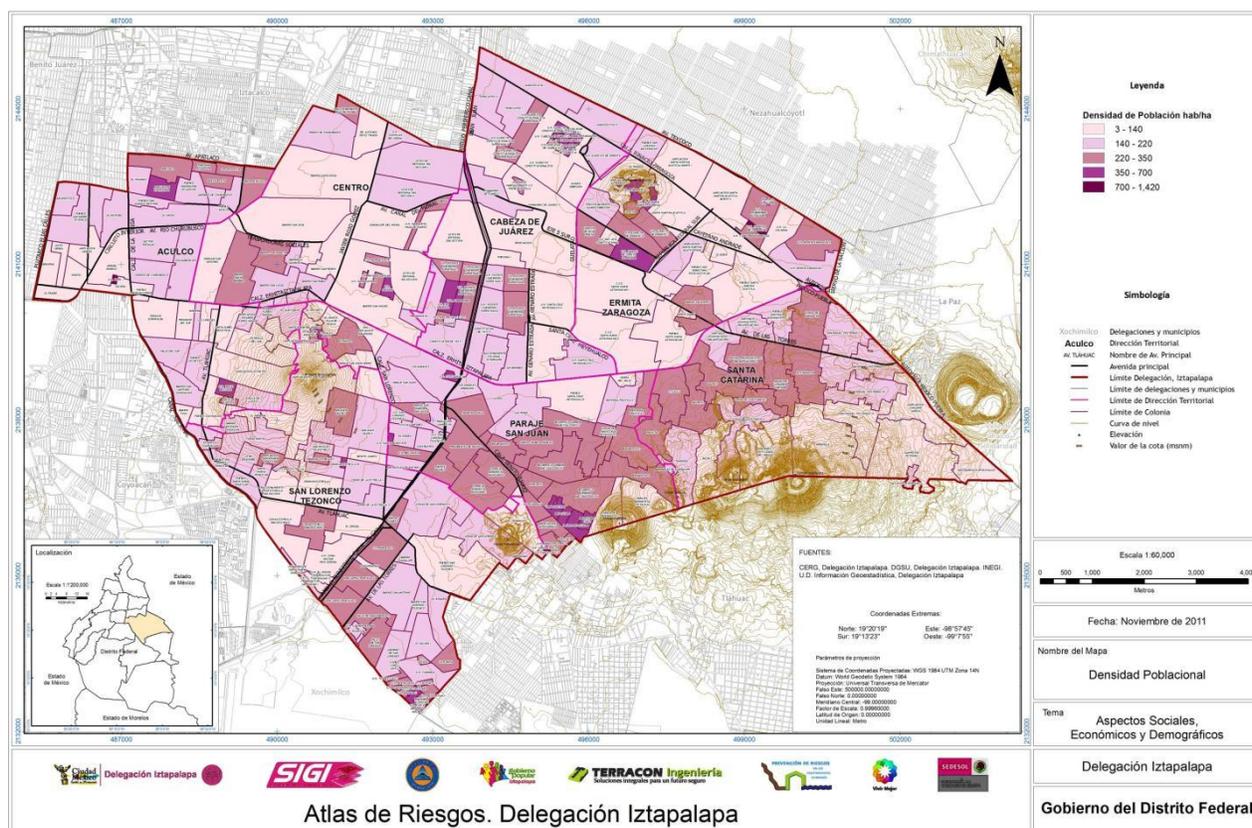


Figura 4.1.4 Densidad de Población de la Delegación de Iztapalapa.

4.2. Características sociales

4.2.1 Escolaridad

Las características educativas se muestran en la Tabla 4.2.1 considerando los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI. La Figura 4.2.1 muestra el equipamiento en educación de la Delegación.

Tabla 4.2.1 Características Educativas de la Delegación Iztapalapa.

CARACTERÍSTICAS EDUCATIVAS	
POBLACION QUE NO ASISTE A LA ESCUELA	
DE 3 A 5 AÑOS	44%
DE 6 A 11 AÑOS	2.46%
DE 12 A 14 AÑOS	5.37%
POBLACION QUE ASISTE A LA ESCUELA	
DE 15 A 17 AÑOS	74.37%
DE 18 A 24 AÑOS	35%
POBLACION ANALFABETA	
DE 8 A 14 AÑOS	1.78%
DE 15 AÑOS Y MAS	2.70%

4.2.2 Marginación Urbana

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa (2008) refiere que la Delegación ocupa el 14° lugar desde la perspectiva del bienestar social de las 16 delegaciones que conforman el Distrito Federal.

La Delegación Iztapalapa cuenta con 186 Unidades Territoriales a nivel de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB'S), de las cuales, en base al II Censo de Población y Vivienda 2005, 65 de ellas presentan una marginación muy alta, 46 una marginación media y 45 se presentan con alta marginación. En contraste, se encuentran 15 Unidades Territoriales con 107,638 habitantes, las cuales presentan grados de marginación baja y las 15 restantes con 71,471 habitantes, presentan una marginación muy baja (Figura 4.2.2). Lo anterior, pone de manifiesto las condiciones de carencias en las que habita el 21% de la población del Distrito Federal.

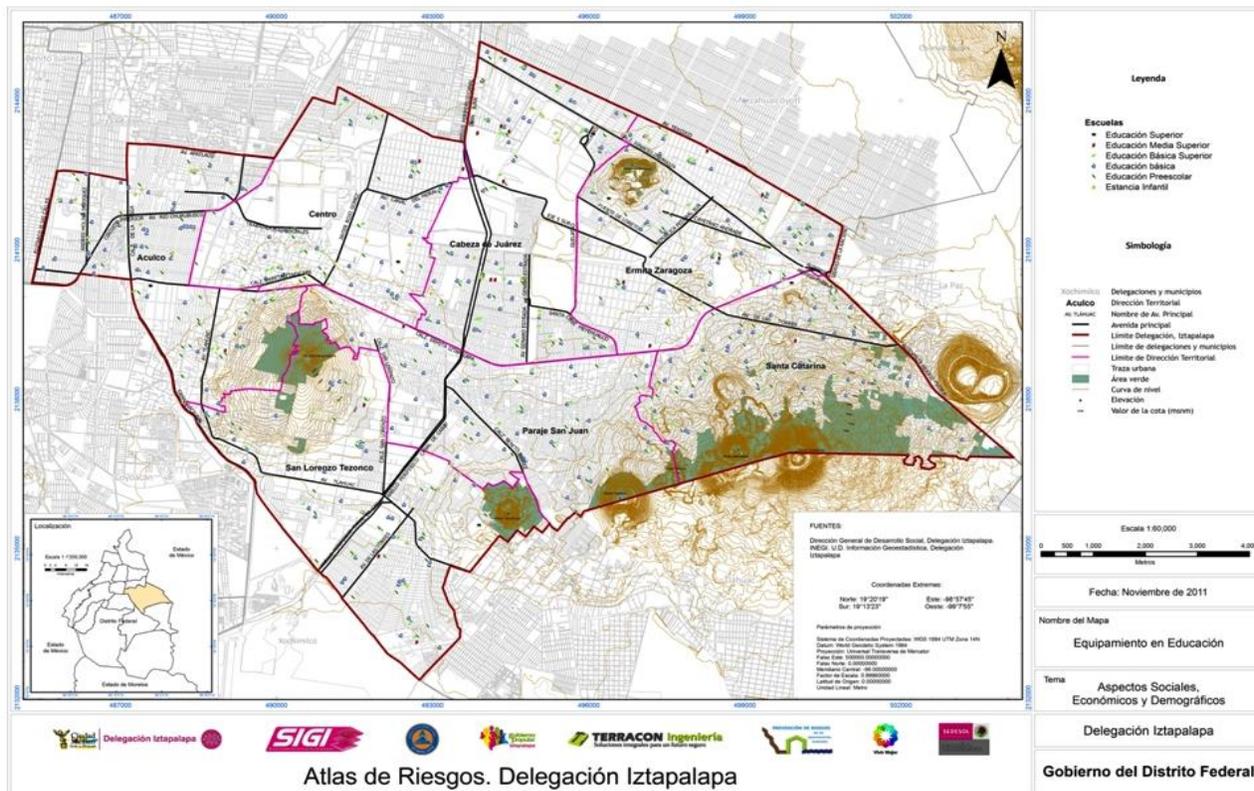


Figura 4.2.1 Equipamiento en Educación en la Delegación Iztapalapa.

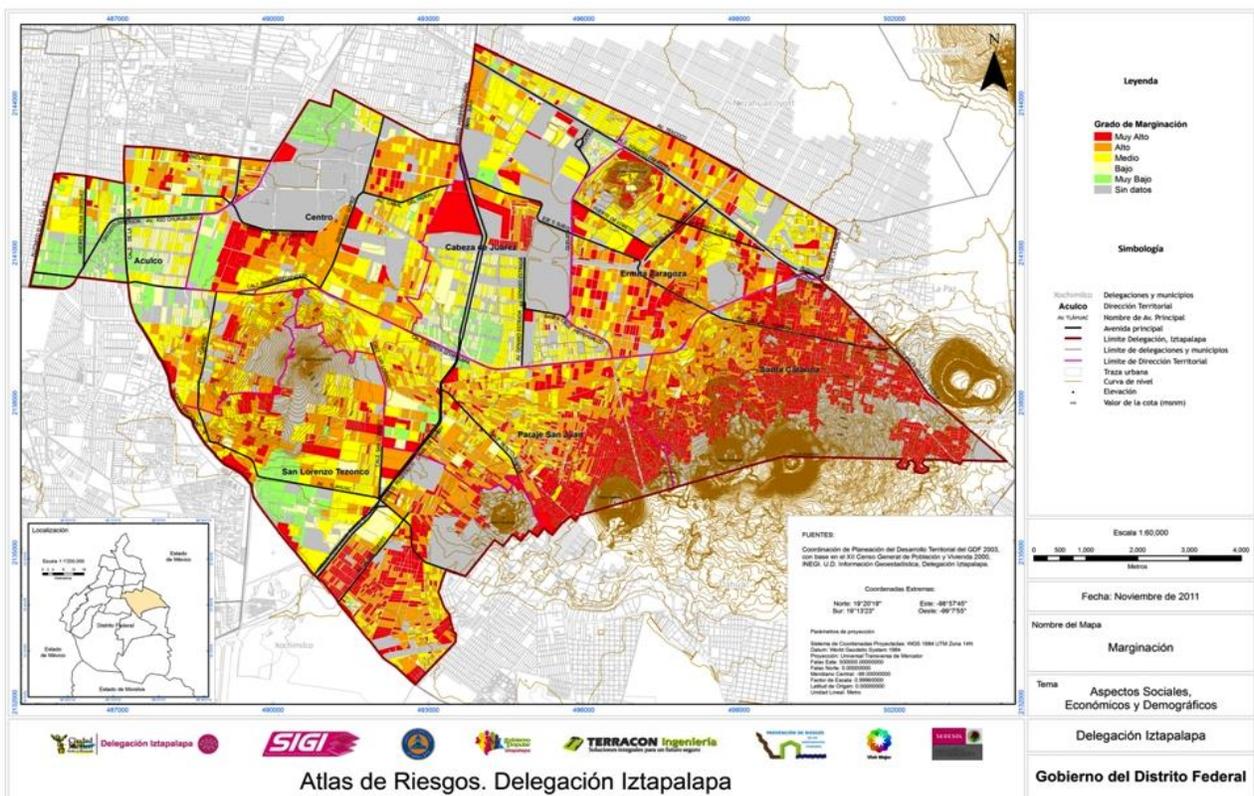


Figura 4.2.2 Marginación Urbana.

4.2.3 Asentamientos humanos irregulares

El crecimiento urbano de la Ciudad de México se ha presentado de manera desmedida por diferentes causas, una de ellas es la migración de población del campo a la ciudad, incrementando el valor del suelo de la ciudad. La población migrante al no tener poder adquisitivo para la compra de suelo urbano de forma regular, recurre a la invasión de zonas de propiedad ejidal, comunal, federal o compra ilegal de suelo en zonas ubicadas principalmente en la periferia de la ciudad, las cuales no son aptas para el desarrollo urbano, formándose en consecuencia los asentamientos irregulares, los cuales presentan carencias en cuanto a la calidad de vivienda, falta de servicios e infraestructura, entre otros.

En el Distrito Federal se consideran actualmente 837 asentamientos irregulares en suelo de conservación. En la Delegación Iztapalapa se registran 176, de este tipo de asentamientos de los cuales 96 (54.55%) se localizan en los polígonos de aplicación de los Programas Parciales de Desarrollo Urbano Cerro de la Estrella y Sierra de Santa Catarina (ubicándose 59 en suelo urbano y 37 en suelo de conservación), y los 80 restantes (45.45 %) se localizan en suelo urbano de la delegación según el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa, 2008. En el Anexo 6.3 se presenta un listado de cada uno de los Asentamientos Humanos Irregulares registrados en la Delegación Iztapalapa.

4.2.4 Salud y asistencia social

La Delegación Iztapalapa cuenta con un hospital pediátrico y un hospital general del Gobierno del Distrito Federal, dos hospitales y una clínica del ISSSTE, dos hospitales del IMSS, 21 centros de salud de la Secretaría de Salud, cuatro clínicas del IMSS y tres del ISSSTE así como clínicas privadas que apoyan la cobertura de la demanda de los habitantes (Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa, 2008). El 60.4% de la población cuenta con derecho habiencia por un 38.3% que no tiene acceso a los mismos (Figura 4.2.3).

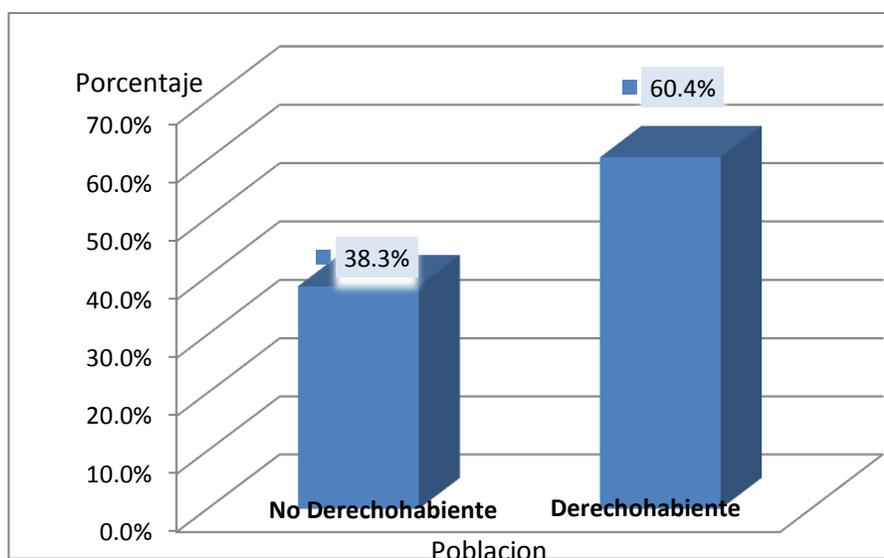


Figura 4.2.3 Población Derechohabiente en la Delegación Iztapalapa. Acceso a Servicios de Salud

En la Tabla 4.2.1 se muestran las condiciones de discapacidad de la población (Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI).

Tabla 4.2.1 Condiciones de Discapacidad de la Población en la Delegación Iztapalapa.

DISCAPACIDAD	
POBLACION CON LIMITACIONES	83949
POBLACION CON LIMITACIONES MOTORAS	43407
POBLACION CON LIMITACIONES VISUALES	25209
POBLACION CON LIMITACIONES DEL HABLA	6405
POBLACION CON LIMITACIONES AUDITIVAS	9291
LIMITACIONES PARA VESTIRSE, BAÑARSE O COMER	3934
LIMITACIONES PARA PONER ATENCION	3883
LIMITACION MENTAL	9203
POBLACION SIN LIMITACION	1702600

De cada 1,000 personas derechohabientes, 494 cuentan con derecho a recibir atención médica en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); 176 tienen acceso a servicios médicos en el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE); dos tienen derecho a recibir servicios médicos en institutos de seguridad social estatales (ISSSET, ISSSEMyM, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON); y, 251 son derechohabientes de la Secretaría de Salud a través del Seguro Popular o Seguro Médico para una Nueva Generación, del Sistema de Protección en Salud (Figura 4.2.4).

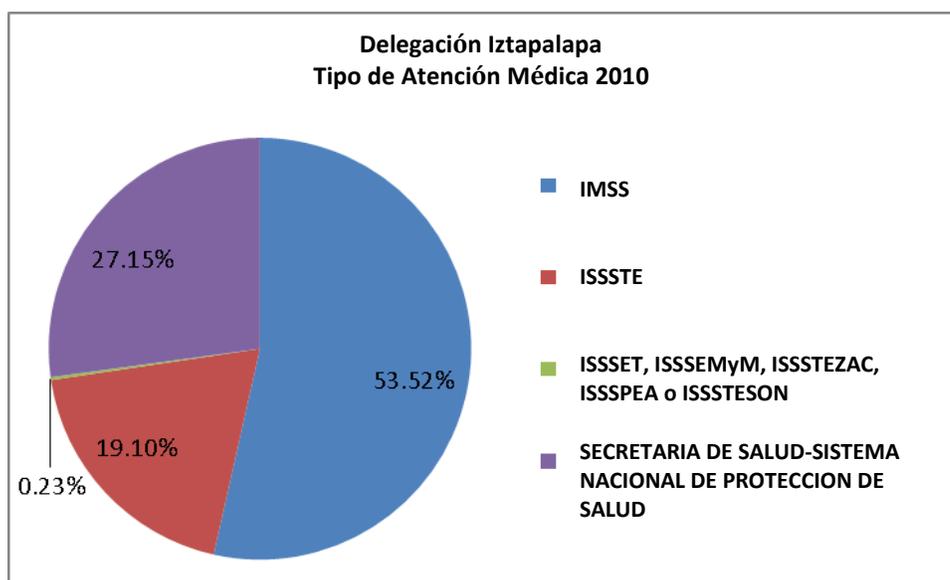


Figura 4.2.4 Tipo de Atención Médica 2010.

El equipamiento en salud se muestra en la Figura 4.2.5. Así mismo, la Figura 4.2.6 señala los principales sitios que brindan atención social a la población de la Delegación Iztapalapa.

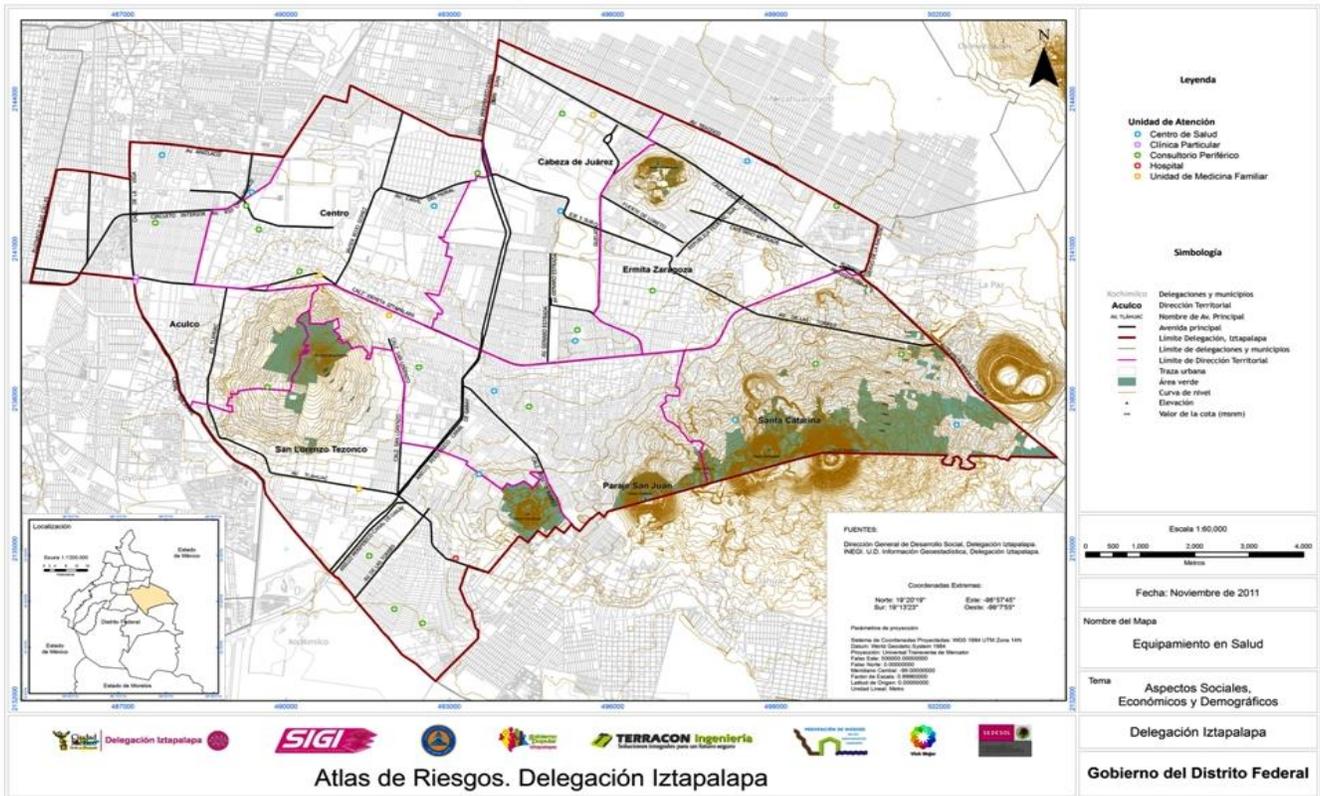


Figura 4.2.5 Equipamiento en salud.

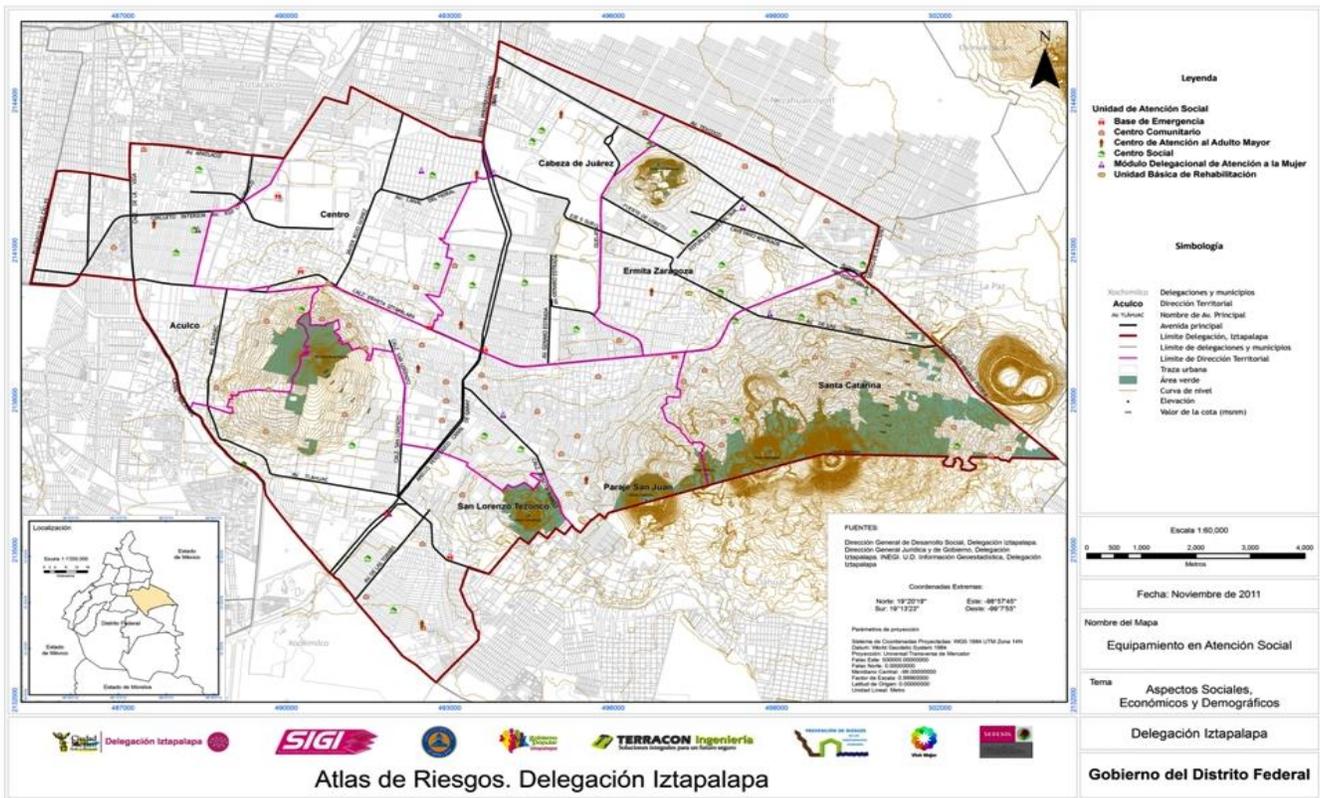


Figura 4.2.6. Equipamiento en atención social.

4.3 Principales actividades económicas en la zona

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa, 2008 registra que la población económicamente activa ocupada en la Delegación participa en mayor porcentaje en el sector terciario, con el 70.0%. Es decir, que más de dos terceras partes de esta población labora en comercios y servicios. El sector secundario ocupa el segundo lugar participando con el 26.40%, donde las principales actividades son la industria manufacturera y la minería. Iztapalapa es un territorio netamente urbano, por lo que el sector primario presenta la menor participación con tan sólo el 0.20 %. (Figura 4.3.1).

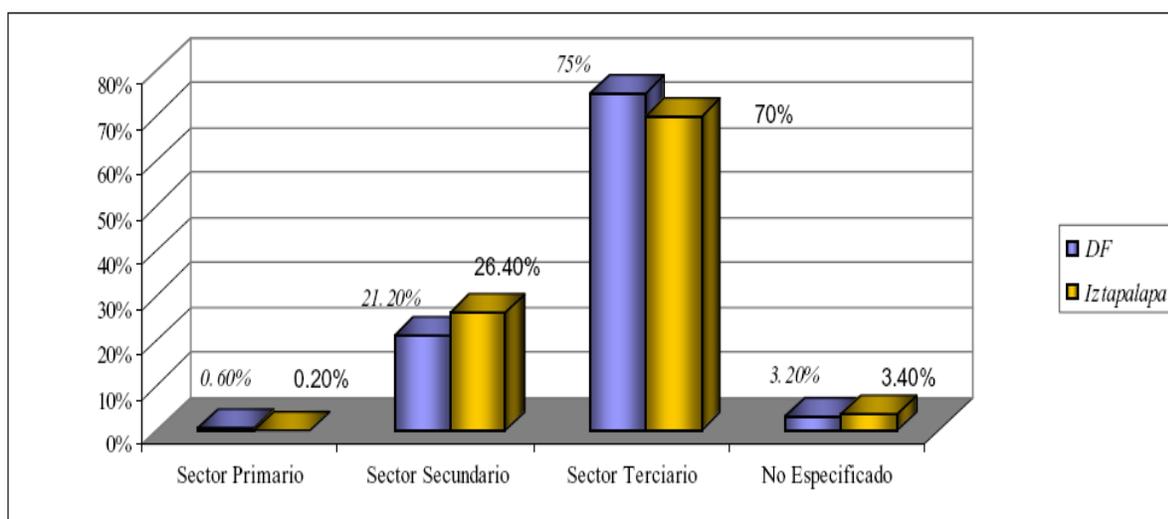


Figura 4.3.1 Población ocupada por sector (INEGI, Cuaderno Estadístico Delegación Iztapalapa, 2002).

4.4 Características de la población económicamente activa

Del total de población en la Delegación registrada en el Censo de Población y Vivienda del año 2000, la Población Económicamente Activa (PEA), está conformada por 716,950 habitantes, es decir 40.42%, de los cuales 705,741 está ocupada, representando el 98.4% y el 1.6% restante se encuentra desocupada, o bien se considera desempleada (Figura 4.4.1).

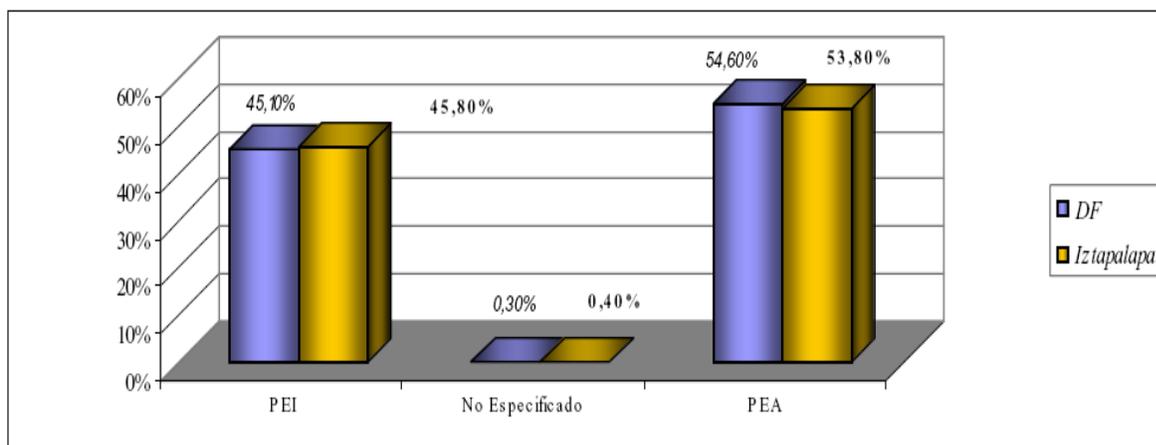


Figura 4.4.1 Comparativo de la Población Económicamente Activa (PEA).

La Figura 4.4.1 muestra que el comportamiento que guarda la PEA con relación al Distrito Federal es semejante al registrado a nivel delegacional. En lo que se refiere a la Población Económicamente Inactiva (PEI), que se refiere a las personas de 12 años y más que en la semana de referencia no realizaron alguna actividad económica ni buscaron trabajo, está constituida por 609,972 personas; de las cuales 439,529 son mujeres.

En base al Cuaderno Estadístico de la Delegación Iztapalapa (2002), la distribución del ingreso de la población económicamente activa y ocupada muestra que el 50.3% de la población percibe menos de dos salarios mínimos, en tanto que a nivel Distrito Federal el indicador es de 42.4%, manifestando con ello que en la Delegación Iztapalapa existe un mayor índice de pobreza (Figura 4.4.2).

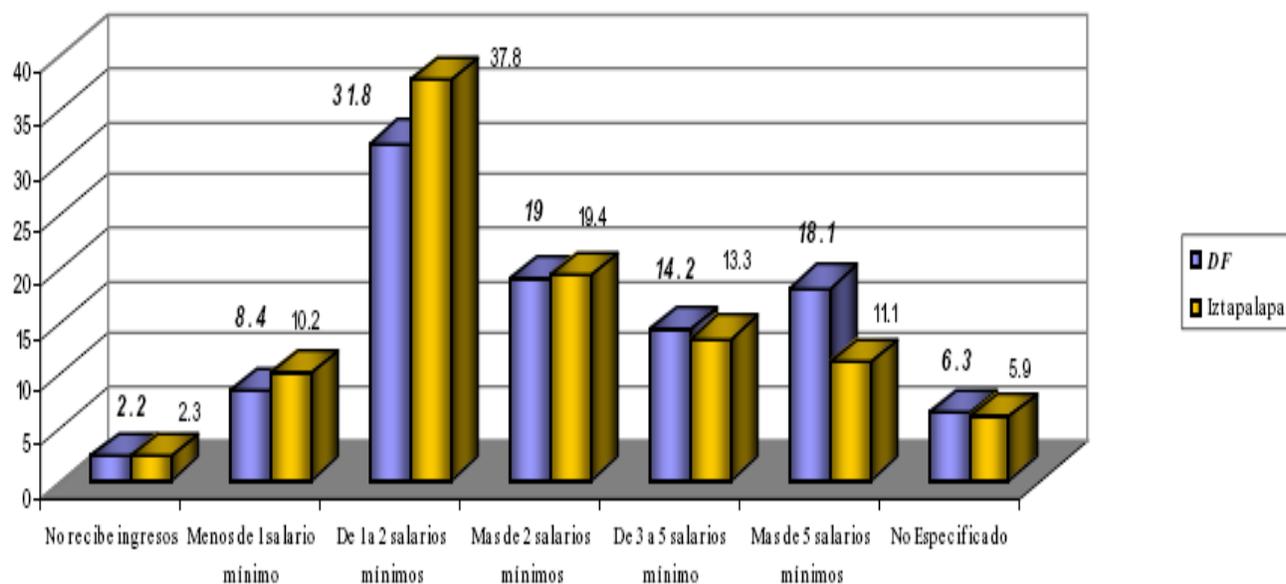


Figura 4.4.2 Población ocupada por nivel de ingreso mensual.

4.5 Estructura urbana

Actualmente la estructura urbana en la Delegación cubre eficientemente un 70% del territorio urbano, según cifras del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa, 2008. La parte sur, que corresponde a las laderas de la Sierra de Santa Catarina, no presentan cuenta con esta estructura, necesaria para las actividades económicas así como para los servicios y equipamientos que la población requiere de forma inmediata y mediata.

El crecimiento urbano en forma acelerada y anárquica, da como resultado que en un 60% del territorio coexistan actividades que en ocasiones resultan incompatibles e inductoras de conflictos, como es el caso de industrias no adecuadas, que en un medio habitacional perjudican a la estructura vial e impactan el ambiente y la salud de la población vecina. Considerando las limitaciones del Centro Urbano de Iztapalapa, como apoyo a éste, se han desarrollado espacios que albergan equipamiento urbano de nivel regional, comercio, servicios y localidades dedicadas a la difusión de la cultura y la recreación, que apoyan a la población de las colonias más cercanas (Figura 4.5.1; Figura 4.5.2). En el Anexo 6.4 se muestra una descripción más detallada sobre las características de algunos componentes del equipamiento urbano de la Delegación.

En la Delegación Iztapalapa actualmente se han desarrollado 716 Unidades Habitacionales (Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa, 2008). Respecto a los servicios, se observa que la mayoría de las viviendas tienen agua potable (96.74%) lo que constituye una cobertura de 29.2% respecto del total del Distrito Federal. Casi la totalidad de viviendas en Iztapalapa tienen servicio de drenaje (98.49%) y un amplio sector poblacional goza de luz eléctrica al interior de la vivienda (99.50%).

Algunas de la problemáticas respecto a las condiciones de la vivienda en la Delegación son (Programa Delegacional de Desarrollo Urbano en Iztapalapa, 2008):

- Nivel de Hacinamiento. En promedio, cada hogar está compuesto por cuatro personas y el índice de hacinamiento por vivienda particular de cualquier clase es también de cuatro personas con un promedio de un ocupante por cuarto, resultando este indicador mayor al que registra el nivel del Distrito Federal, con un promedio de 3.8 hab/viv.
- Mal estado de las edificaciones.
- Proximidad a industrias o ductos de energéticos.
- Alta probabilidad de inundaciones.
- Insuficiencia en el suministro de servicios.
- Colonias localizadas en zonas minadas, atravesadas por fallas geológicas o construidas en terrenos blandos de origen lacustre.
- Antigüedad de las Unidades Habitacionales
- Ocupación ilegal de áreas comunes.
- Ausencia y abandono de espacios destinados a la recreación.
- Proliferación de problemas de inseguridad, delincuencia y convivencia vecinal.
- Construcción de estructuras metálicas en estacionamientos para el resguardo de los automóviles.
- Basura.
- Ruido en exceso.
- Deterioro de la imagen de los conjuntos habitacionales.
- Proliferación de comercios y talleres en las plantas bajas.

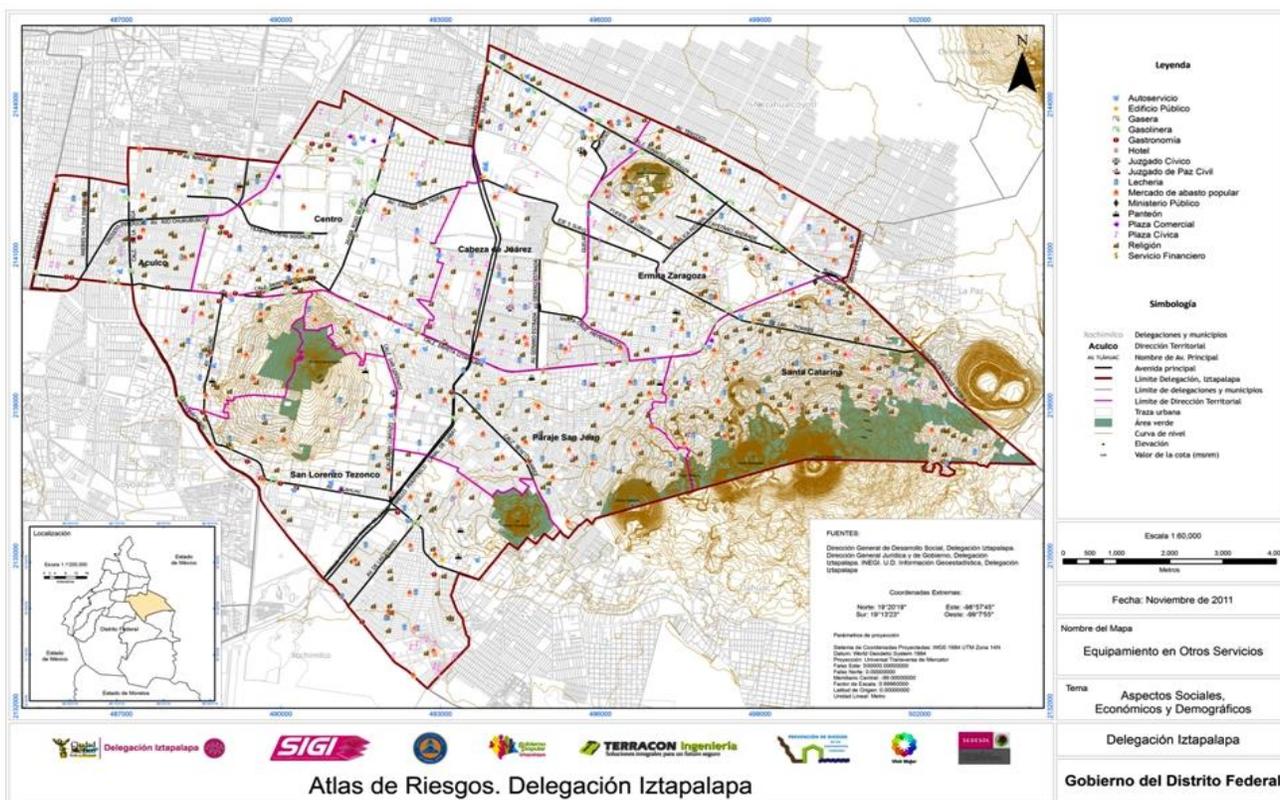


Figura 4.5.1 Equipamiento urbano.

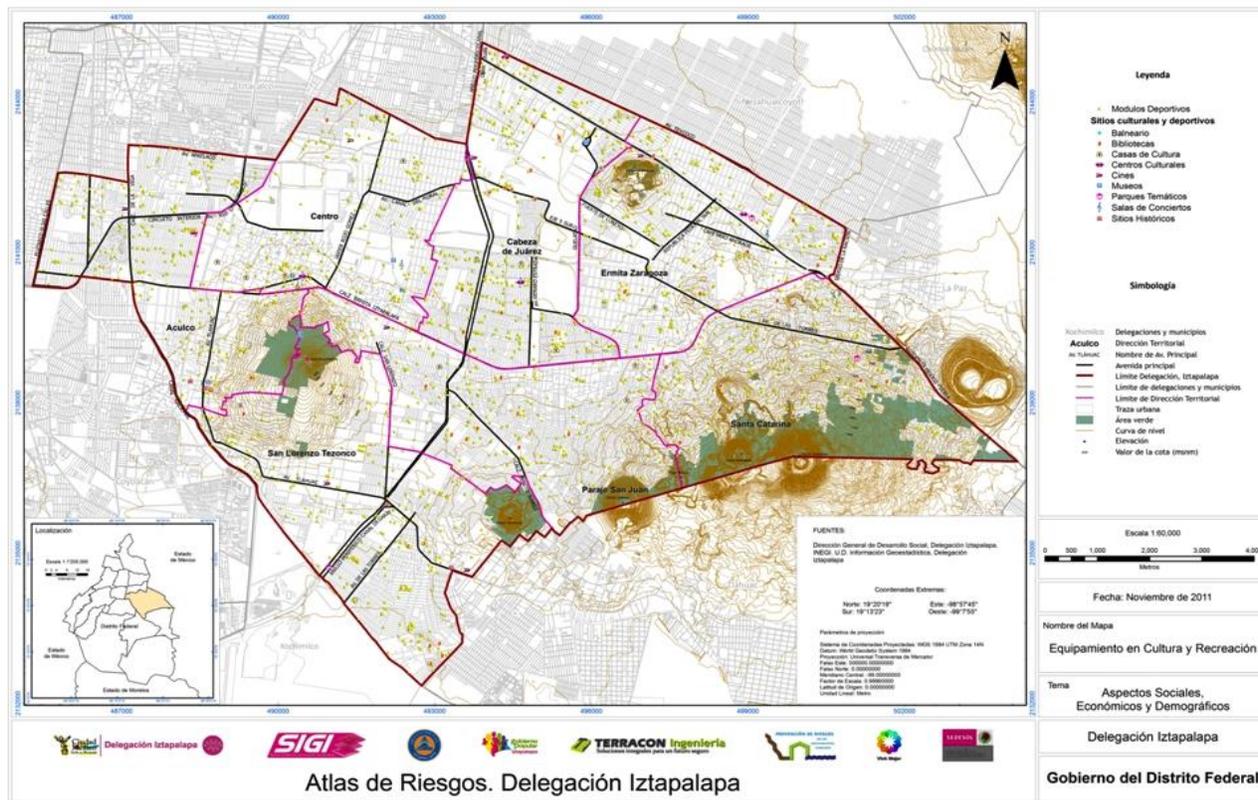


Figura 4.5.2 Equipamiento en cultura y recreación.

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

Algunas amenazas se clasifican como de origen natural porque están asociadas con la posible ocurrencia de fenómenos de la naturaleza como expresión de su dinámica o funcionamiento. Las constantes amenazas por fenómenos naturales y los desastres que conllevan han formado parte de la historia de la Delegación Iztapalapa.

En este capítulo se pretende actualizar el conocimiento sobre los diferentes peligros a los que se encuentra expuesta la ciudadanía, así como caracterizar el territorio con la información concerniente a los peligros a través de mapas para facilitar su identificación. En este estudio se incluye el análisis de los peligros por fenómenos naturales de tipo geológico e hidrometeorológico que afectan a la zona de estudio. En el Anexo 6.5 se presenta una descripción de las características generales de estos fenómenos.

5.1 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

Los fenómenos geológicos son aquellos que están relacionados con la actividad y dinámica interna de la Tierra y de la corteza terrestre, y que tienen que ver con la transformación de la superficie terrestre (incluyendo el fondo marino), dando origen a las fallas (continentales y regionales) y fracturas, a los plegamientos, el vulcanismo, los deslizamiento de tierra, etc.

5.1.1. Fallas y Fracturas

Hasta el año 2011, se estima que el fracturamiento en la Delegación Iztapalapa cubre una superficie potencialmente afectada de 23.2 millones de metros cuadrados. En el área de estudio este fenómeno se considera complejo debido a que se le asocian a diferentes mecanismos de origen (Figura 5.1.1).

Se han identificado combinaciones locales entre mecanismos de fractura y procesos disparadores que determinan las características de diversos tipos de fracturas a diferentes escalas de acuerdo a condiciones geológicas específicas. Los mecanismos de fracturamiento identificados hasta ahora en la Delegación Iztapalapa son (Carreón, 2011):

- a) Deslizamiento gravitacional por bloques sobre una superficie de falla (Peñón del Marques).
- b) Deformación diferencial plástica en materiales lacustres (San Sebastián, Santa Cruz Meyehualco).
- c) Pérdida de estructura por colapso de materiales no consolidados asociado a infiltración de agua o vibración (laderas de baja pendiente).
- d) Deformación diferencial en zonas de contacto y/o alternancia entre materiales con alta heterogeneidad mecánica (Santa Maria Aztahuacán).
- e) Fracturamiento por el desplazamiento de grandes masas de bloques en una base de material granular inestable (San Lorenzo Tezonco).

Carreón (2011) propone que las fracturas que han sido cartografiadas y estudiadas en la cuenca fluvio-lacustre de la Delegación Iztapalapa sean clasificadas de acuerdo al proceso geológico que dio origen a la vulnerabilidad natural del medio y a la magnitud de su afectación (Tabla 5.1.1).

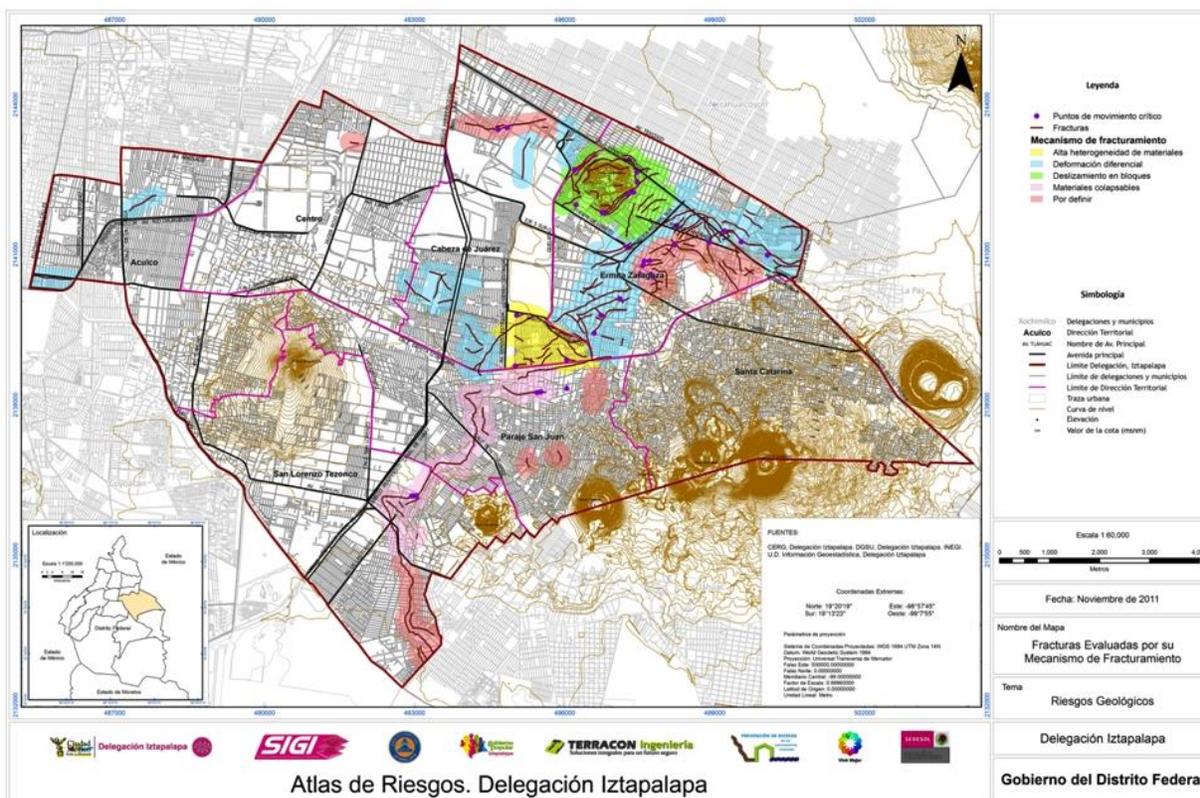


Tabla 5.1.1. Clasificación de fracturas en Iztapalapa de acuerdo a su origen (Carreón, 2011).

<p>Fracturas por deformación diferencial de extensión variable en superficie, afectan principalmente a la secuencia sedimentaria somera.</p>	<p>Fracturas locales en materiales colapsables de materiales no cohesivos</p>	<p>Fracturas de orden intermedio que afectan secuencias de orden hidrogeológico</p>	<p>Fracturas de orden regional que se asocian al fallamiento del basamento rocoso</p>
<p>La deformación puede ser plástica o por contrastes de rigidez en zonas de contacto. Estas discontinuidades no presentan una dirección preferencial, pueden mostrarse erráticas, como en Santa Cruz Meyehualco, o propagarse de acuerdo a las condiciones de carga en superficie, generalmente bordean las zonas más rígidas. Estas fracturas se pueden mitigar con las soluciones geotécnicas convencionales (adecuación de cimentaciones, rellenos etc.)</p>	<p>Generalmente forman socavamientos superficiales y se propagan por zonas de debilidad preexistentes. Estas fracturas se pueden mitigar evitando fugas e infiltraciones y rellenando con el material adecuado.</p>	<p>Se originan por la desestabilización mecánica que origina una extracción excesiva de agua subterránea en zonas localizadas. La mejor medida de mitigación es el monitoreo de la deformación y del flujo de agua subterránea para, eventualmente, disminuir el caudal extraído o cambiar de sitio los pozos.</p>	<p>Se propagan de profundidades mayores a los 500 m hacia la superficie buscando zonas de debilidad como contactos litológicos o fracturas preexistentes.</p>

En la zona de fracturamiento de San Lorenzo Tezonco, continuamente se han reportado movimientos y rupturas en la superficie del terreno, destacando los ocurridos en Julio de 2007 y en Junio de 2009. Los fracturamientos y colapsos súbitos y las dimensiones de las fracturas reportadas (profundidad, apertura y extensión en superficie) indican que el desequilibrio mecánico que les dio origen no es un proceso únicamente geotécnico. De acuerdo con estudios realizados, el fracturamiento que afecta a San Lorenzo Tezonco, se relaciona con una zona de contacto abrupto con una masa importante de piroclastos semisoldados (tobas) que posiblemente está asociado con el aparato de escoria volcánica ubicado al suroriente de Iztapalapa (Carreón, 2011).

También se señalan las posibles áreas de influencia que se estiman entre 15 y 20 m en dirección perpendicular a la trayectoria de las fracturas.

La Figura 5.1.2 muestra la zonificación de daños a viviendas ocasionados por fracturamiento en del Peñón del Marqués y San Lorenzo Tezonco, se observa que el patrón general de fracturamiento tiene una orientación NW-SE en Santa Martha Acatitla y radial en el Peñón del Marqués. En los alrededores se ha observado que el material deformado corresponde a una toba pumicítica que pierde fácilmente su estructura al contacto con el agua (material colapsable). Además, en los flancos se encuentran fallas relacionadas con movimientos en masa (Carreón, 2011).

Los diferentes estudios realizados en Iztapalapa han concluido que las fracturas que afectan el subsuelo se forman por la combinación de los fenómenos de subsidencia gradual, compactación diferencial entre estratos arcillosos, rocas y otros medios granulares así como las discontinuidades en el subsuelo que juegan un papel fundamental en el desarrollo del fracturamiento, factor que debe tomarse en consideración en zonas aparentemente no afectadas (Carrión, 2011).

Se tienen numerosos antecedentes de la presencia de este fenómeno entre los que se pueden mencionar los ocurridos en abril 2000 en las faldas del cerro Peñón del Marqués y en la Sierra Santa Catarina provocando daños en las viviendas; en enero de 2001, daños a un amplio número de viviendas. En 2009 en un predio sobre la calle Vista Hermosa y otro en 2010 en la Unidad Habitacional Benito Juárez (ambos relacionados con el de 2007 en la calle Vista Hermosa de Lomas de San Lorenzo). Durante el año 2011 se ha registrado actividad en siete puntos en las colonias ZUE: Santa María Aztahuacán (3), la UH Santa Cruz Meyehualco (3) y el Pueblo de Santa María Aztahuacán (1). Dos de ellos ocurrieron en el 2008. Aunque son variados los daños que han provocado, entre los principales se destacan la ruptura de tuberías de agua potable, drenaje e hidrocarburos, daños en la estructura de inmuebles y edificaciones, tanto viviendas como equipamiento urbano y daños a las vías de comunicación vial en carpeta asfáltica, banquetas y guarniciones.

La Figura 5.1.3 muestra la distribución de las superficies propensas al peligro por fracturamiento en función del área de influencia de las fracturas mapeadas. En la Delegación de Iztapalapa, debido a la extensión del problema, así como a los elementos estructurales involucrados, al fenómeno de fallamiento y fracturamiento se le ha asignado un nivel de peligrosidad **MUY ALTO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 3.

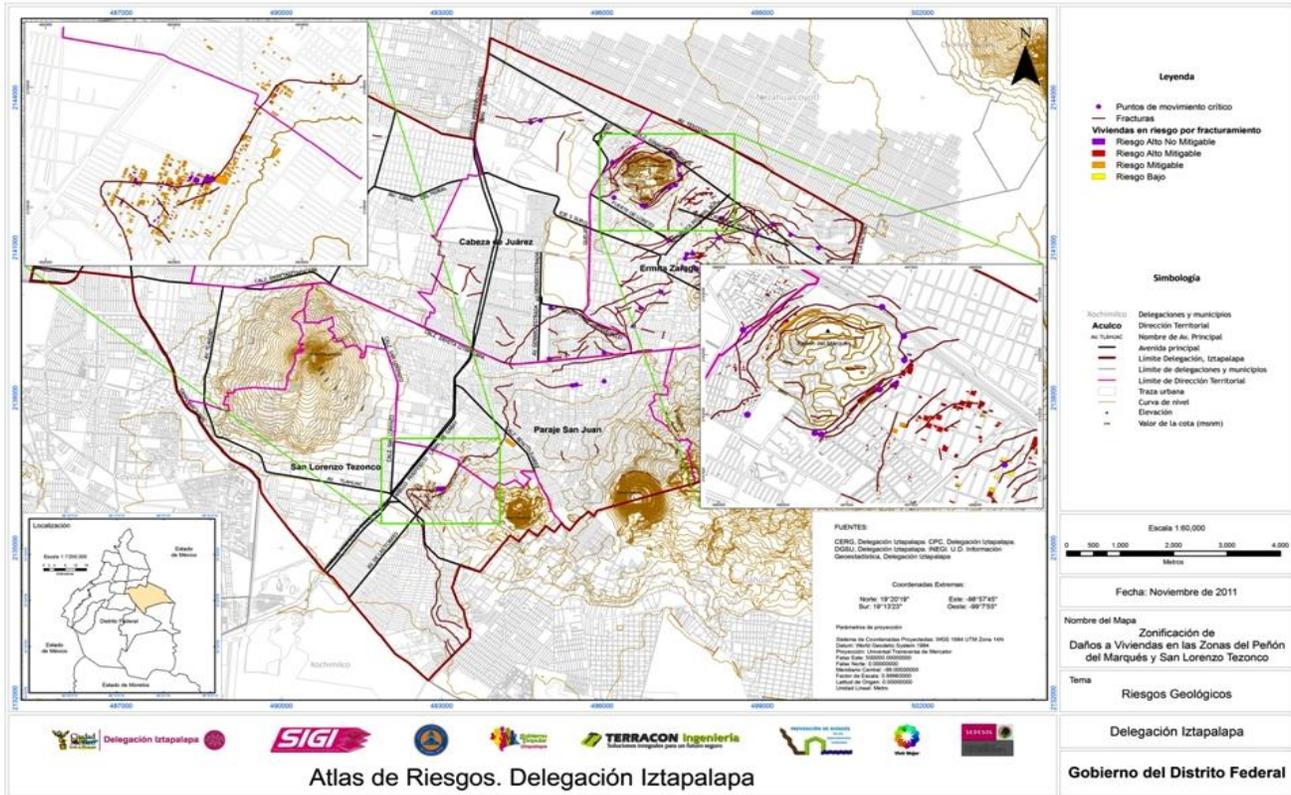


Figura 5.1.2 Zonificación de daños a viviendas ocasionados por fracturamiento en el Peñón del Marqués y San Lorenzo Tezonco.

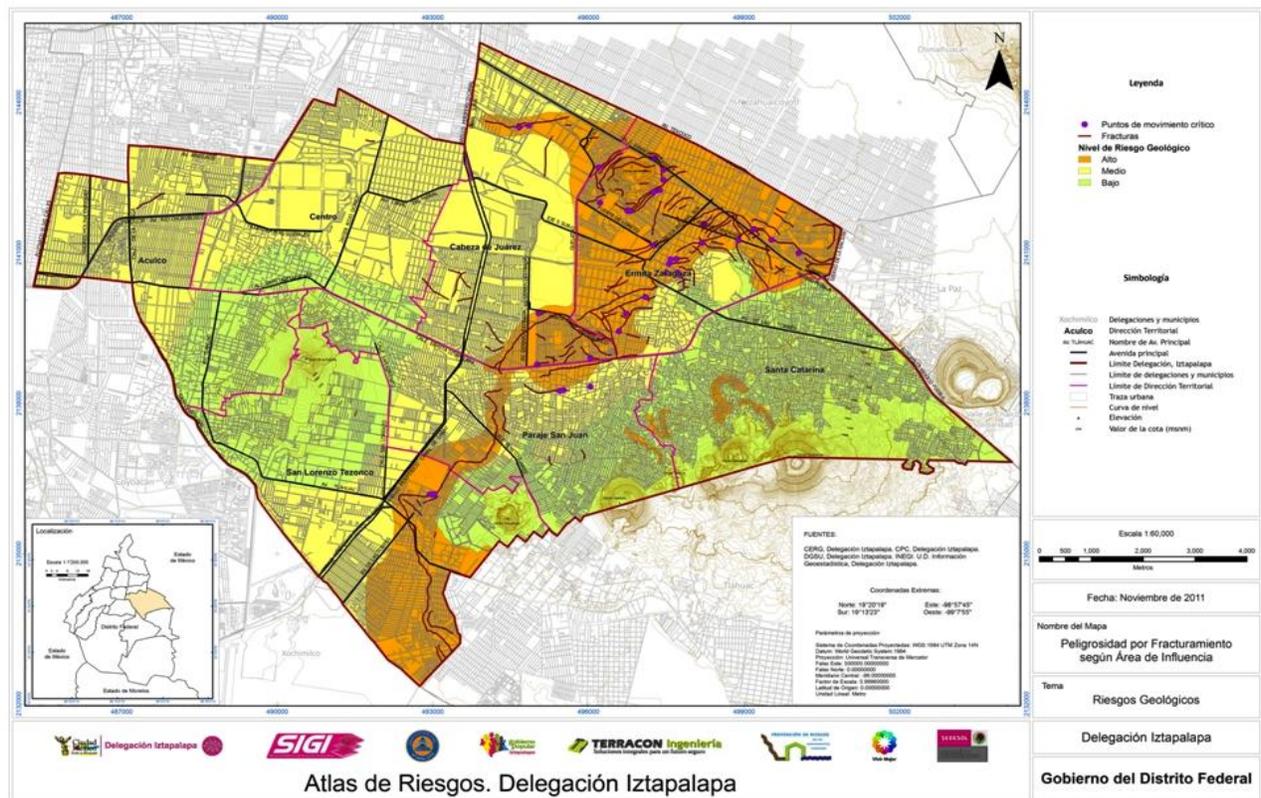


Figura 5.1.3 Peligrosidad por fracturamiento según área de influencia.

5.1.2. Sismos

La Delegación Iztapalapa como parte de la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, de acuerdo con la regionalización sísmica de México. La zona B junto con la C, se consideran zonas intermedias, en ellas se registran sismos no tan frecuentemente, son zonas afectadas por altas aceleraciones, pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (Servicio Sismológico Nacional, SSN; <http://www.ssn.unam.mx/>) (Figura 5.1.4).

No obstante lo anterior, debido a las condiciones del subsuelo del Valle de México, puede esperarse altas aceleraciones y ha sido afectada por sismos de muchos tipos y diversas intensidades. Las principales fuentes sísmicas que la afectan pueden clasificarse en cuatro grupos (Rosenblueth et al., 1987): (1) Temblores locales ($M \leq 5.5$), originados dentro o cerca de la cuenca; (2) Temblores corticales, tipo Acambay ($M \leq 7.0$), que se originan en el resto de la placa de Norteamérica; (3) Temblores de profundidad intermedia de falla normal, causados por rompimientos de la placa de Cocos ya subducida, pudiendo llegar hasta $M=6.5$ debajo del Valle de México; y (4) Temblores de subducción ($M > 8.0$).



Figura 5.1.4 Regionalización sísmica de la República Mexicana (CFE).

Los sedimentos lacustres de origen volcánico de la ciudad de México presentan propiedades índices y mecánicas singulares, que no se ajustan a los patrones de comportamiento de la mayoría de los suelos. Su comportamiento mecánico, tanto estático como dinámico es complejo (Díaz, 2006). Debido a esto y a pesar de la gran distancia epicentral a la que ocurren los sismos de subducción (280 a 600 km), la ciudad es particularmente vulnerable ya que el tipo de ondas que llegan son ricas en periodos largos que sufren menos atenuación y experimentan gran amplificación al atravesar las arcillas del lago.

En la zonificación de la Ciudad de México se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo (Figura 5.1.5) (Marsal y Mazari, 1959):

Zona I firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle. Está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.

Zona II o de transición: presenta características intermedias entre la Zonas I y III.

Zona III o de lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas y el fenómeno de licuación de arenas.

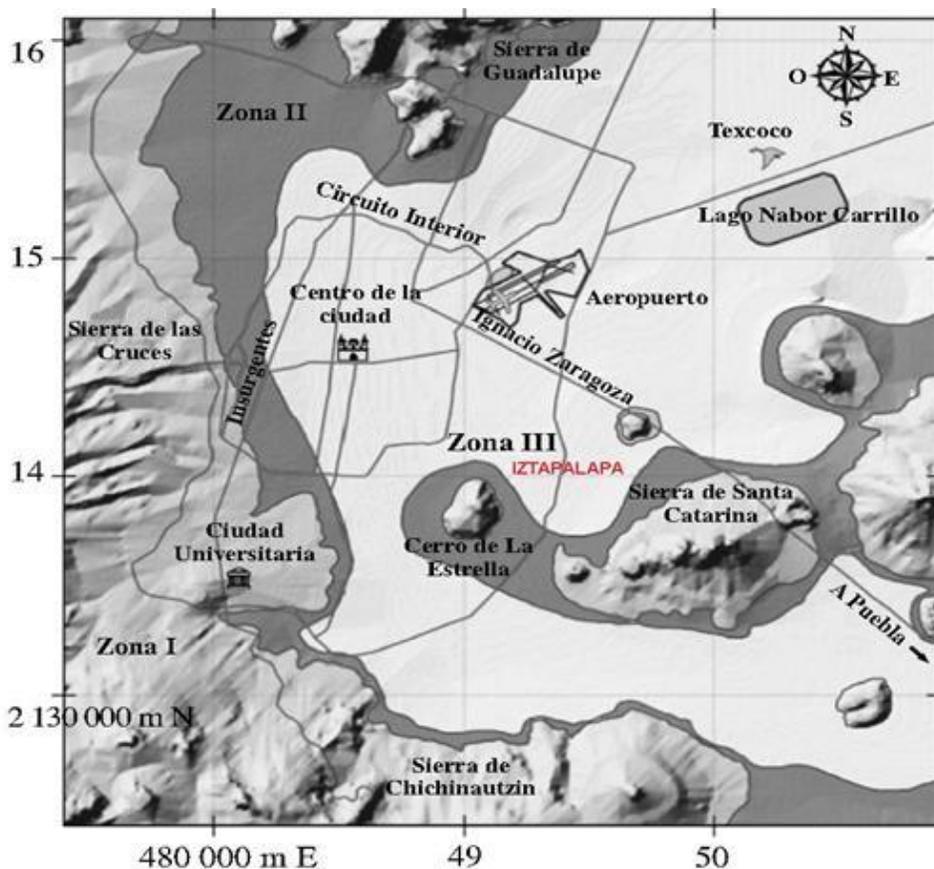


Figura 5.1.5 Zonas sísmicas del Valle de México (Marsal y Mazari, 1959).

En la Delegación Iztapalapa, de acuerdo con la zonificación sísmica del Valle de México, se observan los tres tipos de suelo. La Zona I (lomas), que se encuentra ocupando los altos topográficos de la zona (cerro Peñón del Marqué, Cerro de la Estrella y Sierra de Santa Catarina); la Zona II (transición), que se encuentran en los alrededores de la zona I, es decir en el área de pie de monte, y la Zona III (lago), se encuentra representada en la planicie de la delegación.

Debido a que la mayor parte del terreno de Iztapalapa está conformado por la Zona III, es factible de presentarse el fenómeno de licuación de arenas, ya que se puede presentar en aquellos sitios donde el terreno está constituido por depósitos limosos y/o arenosos de espesor considerable, poco consolidados, con nivel freático a pocos metros de profundidad y cercanos a zonas generadoras de sismos someros de magnitud moderada o grande.

La Figura 5.1.6, muestra la zonificación del peligro sísmico para Iztapalapa y las correspondientes velocidades del suelo estimadas a través de la superposición de la velocidad de las ondas sísmicas en relación con las principales capas de la cartografía base delegacional. Los intervalos de velocidad de las ondas sísmicas son los considerados en el modelo propuesto por Pineda y Ordaz (2004).

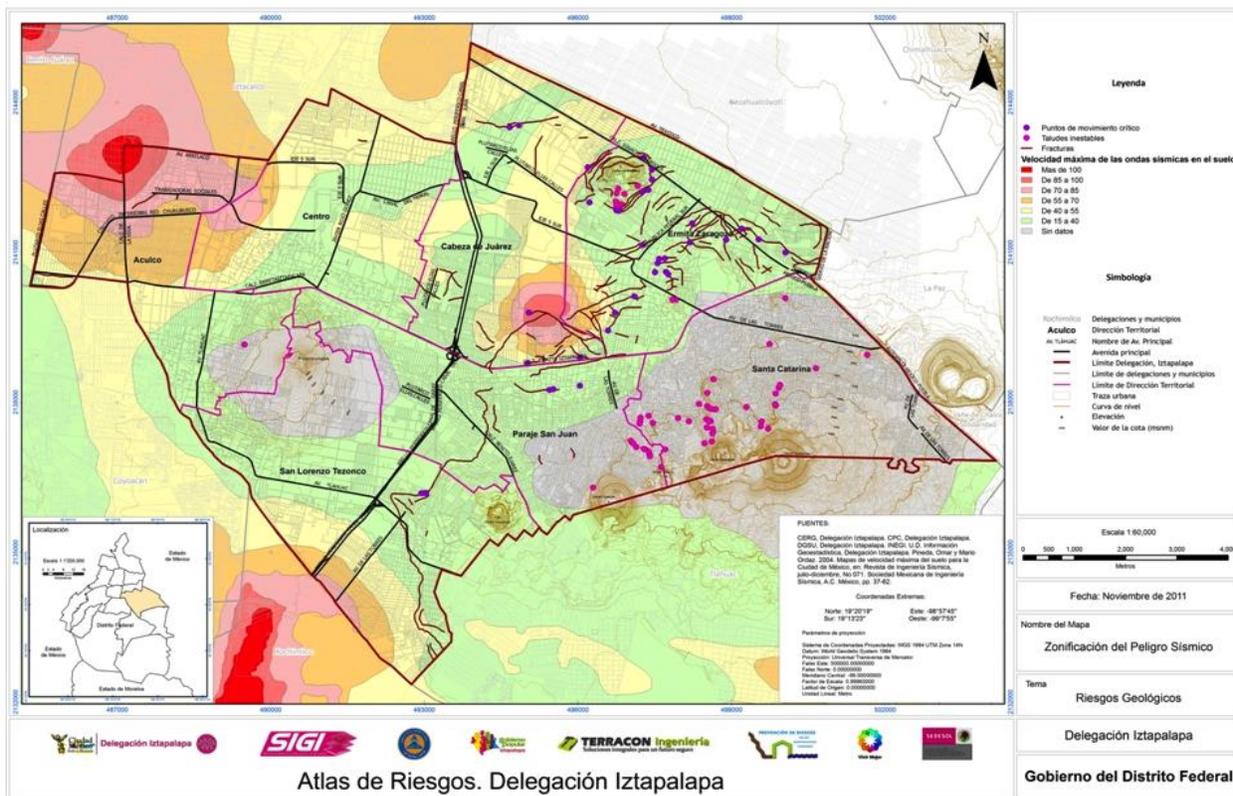


Figura 5.1.6 Zonificación del peligro sísmico para la Delegación Iztapalapa.

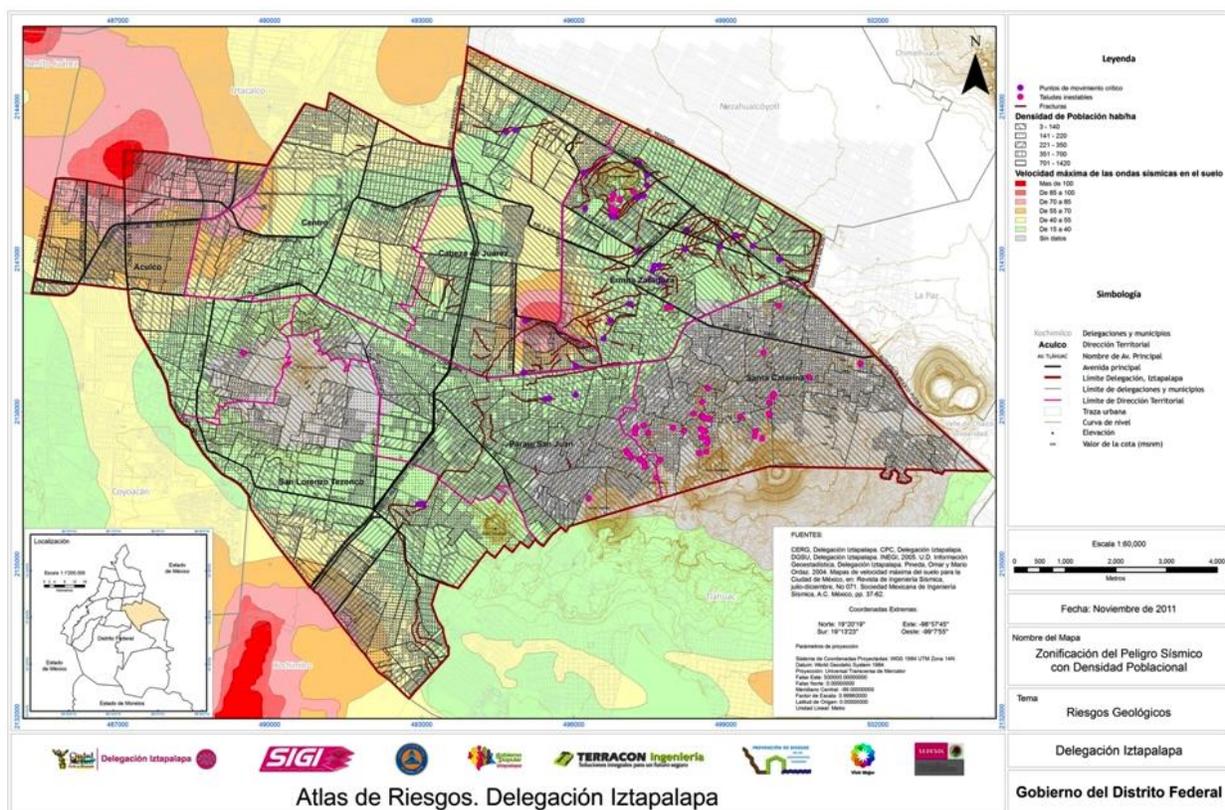


Figura 5.1.7 Zonificación del peligro sísmico y densidad de población para la delegación Iztapalapa

El peligro sísmico al que está expuesta la zona urbana de Iztapalapa es el ya mencionado para todo el Valle de México, se trata tanto de los sismos de subducción (los cuales pueden generar movimiento sísmico energético en frecuencias altas) y sismos de fallas locales corticales como el de la potencial falla de Acambay y los de profundidad intermedia. Preliminarmente se consideró un nivel de peligrosidad **MEDIO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 3.

No existen antecedentes de daños importantes sufridos por actividad sísmica en la zona de Iztapalapa. Sin embargo, se está realizando el análisis de los factores involucrados en la sismicidad de la zona, al considerar la densa cantidad de viviendas asentadas en zonas inestables y las zonas que son afectadas por otros fenómenos como son hundimientos, fallas, fracturas y movimientos en masa, el riesgo sísmico asociado podría llegar a considerarse alto. La Figura 5.1.7 muestra la densidad de población para cada uno de las zonas sísmicas de la delegación, con base en el modelo de Pineda y Ordaz (2004), en el que se calculan las velocidades máximas del suelo para un sismo de magnitud 8.4, con una distancia epicentral de 300 km.

5.1.3. Tsunamis o maremotos (NO APLICA)

Los tsunamis o maremotos están formados por una secuencia de olas causadas generalmente por terremotos, menos comúnmente por derrumbes submarinos, infrecuentemente por erupciones volcánicas submarinas y muy raramente por el impacto de un gran meteorito en el océano. Las erupciones volcánicas submarinas tienen el potencial de producir ondas de tsunami verdaderamente poderosas.

Los tsunamis originados por la ocurrencia de un terremoto cerca o en el fondo del océano son los más comunes y cuando las olas arriban a las costas con gran altura, pueden provocar efectos destructivos como pérdida de vidas y daños materiales. En México la gran mayoría de los tsunamis se originan por sismos que ocurren en el contorno costero del Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino, afectando particularmente a las zonas costeras (Farreras, 2005).

Por su posición geográfica la zona de la Delegación Iztapalapa no es afectada por este tipo de fenómeno.

5.1.4. Vulcanismo

En el terreno de la Delegación Iztapalapa se encuentran algunos conos volcánicos aislados que corresponden a las elevaciones más importantes del área:

El cerro Peñón del Marqués, ubicado al noreste de la delegación, es un volcán cinerítico con una elevación máxima de 2,370 msnm, su cima tiene 132 m sobre el nivel de la planicie. Litológicamente está constituido por lavas y piroclastos ambos de composición básica, los piroclastos se observan afectados por numerosas grietas originadas por la combinación de movimientos tectónicos y explotación del agua subterránea. Su topografía es de laderas cortas y muy inclinadas, son típicas de un cono cinerítico y no presenta modelado fluvial (Huizar, 1998).

El Cerro de la Estrella, con elevación de 2,450 msnm, y cuya cima se encuentra a 214m sobre la planicie, está constituido por lavas basálticas cubiertas por piroclastos y tobas. Su diámetro es mayor que el Peñón del Marqués, pero con una topografía relativamente suave, ya que sus laderas son menos inclinadas y están parcialmente cubiertas por una carpeta vegetal de árboles (pirul) y pastos, al igual que el cerro anterior el modelado fluvial en este relieve es incipiente (Huizar, 1998).

El relieve más sobresaliente en esta zona, es la Sierra Santa Catarina que tiene una extensión de 12 km, una orientación SE-NE y una elevación de 2,750 msnm, la cima está a 510 m sobre la planicie. Está constituida por rocas basálticas que se alternan con material piroclástico (escoria, tezontle).

En esta sierra existen siete volcanes principales, de los cuales destaca el volcán Guadalupe por ser el más alto y más reciente de todos (Huizar, 1998). La topografía de la Sierra Santa Catarina es muy irregular pero de suaves pendientes, presenta una serie de (once) conos cineríticos bien conservados de los cuales tres han sido intensamente explotados como banco de material.

Otras formaciones volcánicas que enmarcan el Valle de México y que se encuentran en la zona de influencia volcánica de la delegación son principalmente, la Sierra de Guadalupe, Sierra de las Cruces y la Sierra del Ajusco.

Por la juventud de todas las unidades volcánicas mencionadas, con edades de menos de 20,000 años, no se puede descartar que puedan ser activas. Sin embargo, en fechas recientes no se ha encontrado ningún vestigio de actividad volcánica, por lo que no se considera que representen algún tipo de peligro ni a corto ni mediano plazo para Iztapalapa.

Por otro lado, a menos de 55 km al Sureste de Iztapalapa, se ubica La Sierra Nevada, constituida principalmente por el volcán considerado extinto Iztaccihuatl y el volcán activo Popocatepetl.

5.1.4.1 Volcán Popocatepetl

El volcán Popocatepetl tiene una altura de 5450 msnm y es la segunda montaña más alta del país, después del Pico de Orizaba. Se ubica a 55 km al SE de la Cd. de México. Es uno de los volcanes más activos de México y representa un gran riesgo para las ciudades cercanas.

El Popocatepetl a lo largo de su historia ha sido recurrentemente activo presentando gran variedad en sus formas de actividad eruptiva. Su último episodio eruptivo inició en diciembre de 1994 y continúa hasta la fecha. Las emanaciones de diciembre de 1994 indicaron el inicio de este episodio, el cual consistió en erupciones freáticas y magmáticas que liberaron grandes cantidades de gases magmáticos y arrastraron partes del conducto volcánico. La Tabla 5.1.2 resume la actividad histórica reciente registrada en el volcán Popocatepetl.

De marzo de 1996 a la fecha, la actividad del volcán se ha caracterizado por la formación de domos y su posterior destrucción, a través de eventos explosivos que han originado grandes columnas eruptivas. Las erupciones más sobresalientes son las desarrolladas durante los eventos de junio de 1997 y diciembre 2000 – enero de 2001.

El evento del 30 de junio de 1997 generó una columna que alcanzó en pocos minutos 8 km por encima del cráter del volcán. Fue reportada caída de ceniza en muchos poblados alrededor del volcán incluyendo la Ciudad de México. No se registraron daños o víctimas derivadas de la erupción. La intensidad de la erupción se estima que alcanzó un índice de explosividad volcánica (VEI) de 2 a 3 (Bull. GVN, 1997). En los dos días siguientes ocurrió un lahar en el poblado de Xalitzintla a 12 km al Noreste del volcán, originado por precipitación intensa en La erupción de diciembre 2000-enero 2001 produjo varias columnas de ceniza que alcanzaron de 3 hasta 8 km de altura sobre el nivel del cráter. El volcán lanzó fragmentos y generó flujos piroclásticos que descendieron por varias cañadas, hasta distancias estimadas entre 4 y 6 km. Ocurrieron episodios de temblor (vibración interna del volcán) que fueron sentidos en poblaciones ubicadas hasta los 14 km de distancia. Se generaron lahares que descendieron aproximadamente 15 km, quedando a 2 km de la población de Santiago Xalitzintla, Puebla (Capra et al., 2004). A todo el período de actividad iniciado en diciembre, se le asignó un VEI = 3 (Bull. GVN, 2000).

El peligro alrededor de un volcán puede representarse de varias formas, la más utilizada se basa en el principio de que un volcán activo es capaz de repetir o exceder lo que ha hecho en el pasado. Para ello es necesario un estudio geológico de los depósitos de materiales arrojados en erupciones previas (que es un indicador del nivel de peligro que el volcán ha sido capaz de generar en el pasado) en el entorno del volcán. Esto puede representarse en un mapa geológico donde se muestran las dimensiones y los

alcances más probables de las diferentes manifestaciones volcánicas. La Figura 5.1.8 muestra el mapa de peligros del volcán Popocatepetl.

El daño causado por una erupción volcánica depende en primer lugar del tipo y magnitud de la erupción, de la distancia del elemento de riesgo y la fuente generadora, de la topografía, del viento y otras variables meteorológicas.

Tabla 5.1.2 Historia de la actividad reciente del volcán Popocatepetl (De la Cruz-Reyna et al., 1995).

FECHA	TIPO DE ACTIVIDAD
1354	Actividad menor
1363	“
1509	“
1512	“
1519-1530	Grandes erupciones
1539-1540	Grandes emisiones de ceniza
1548	“
1562-1570	“
1571	“
1592-1594	“
1642	Emisiones de ceniza
1663-1665	“
1697	“
1720	Actividad menor
1720-1919	Actividad solfatárica considerable
1920-1927	Actividad explosiva
1992-1993	Actividad fumarólica
1994 a la fecha	Actividad explosiva

En la Figura 5.1.8 se puede observar que el peligro volcánico potencial para la Delegación Iztapalapa, es la caída de materiales volcánicos (ceniza volcánica) en un nivel **BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 3. Ocupando el Área 3, que de acuerdo con lo estipulado en el mapa, corresponde a un área que sería menos afectada por la caída de arena volcánica y pómez. No habría caída durante erupciones pequeñas aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes. Los vientos sobre el Popocatepetl generalmente soplan en dirección este-oeste. La dirección dominante de los vientos de octubre a abril es hacia el oriente, mientras que de mayo a septiembre es hacia el poniente. De esta manera, existe mayor probabilidad de que se acumula más arena volcánica y pómez en la región comprendida entre las dos líneas verdes del mapa (Macías, et al., 1997). En varias ocasiones se ha observado la caída ligera de ceniza fría en la región de Iztapalapa, como por ejemplo en junio de 1997 y julio de 2003.

5.1.5. Deslizamientos

En Iztapalapa se debe considerar que el fenómeno de deslizamiento de laderas siempre está presente debido a que pertenece al proceso de constante modelado de la superficie terrestre. No obstante, se debe distinguir entre los procesos naturales de remoción y los procesos antrópicos. Este último, es el de mayor afectación en la zona y se reconoce a partir de la transformación antrópica de las laderas que convierten esos procesos en una amenaza, en función de la población ubicada en las áreas propensas a generar deslizamientos.

Para Iztapalapa existen referencias de la ocurrencia de deslizamientos, que si bien no son de grandes magnitudes, si han afectado viviendas. Como ejemplo, se tiene el deslizamiento del 4 de julio de 1977 en la Colonia El Manto, en el que perdieron la vida dos personas al deslizarse toneladas de roca y suelos del Cerro de la Estrella; el deslizamiento del 28 de julio de 1980 causó una muerte y el del 7 de julio de 1996 provocó la muerte de cuatro personas.

Se han detectado 57 sitios potencialmente peligrosos por procesos de remoción de masa en la Delegación Iztapalapa, que corresponden a un área estimada que asciende a 2.1 millones de metros cuadrados, que se encuentran en proceso de evaluación y análisis. Estos sitios se encuentran distribuidos principalmente en la Sierra de Santa Catarina, el Peñón del Marqués y el Cerro de la Estrella. Debido a sus características geográficas, estos sitios son los más propensos a la presencia de estos fenómenos.

La Figura 5.1.9 es el mapa de laderas potencialmente inestables (mapa de pendientes) de Iztapalapa, muestra que el 0.3% del total de la superficie corresponde a la zona de laderas potencialmente inestables, correspondiendo al 0.28% a pendientes de 30 a 45° y el 0.02% a laderas con pendientes de 45 a 90°. Preliminarmente se les ha asignado una peligrosidad de nivel **MEDIO** con un grado de detalle de estudio de Nivel 2.

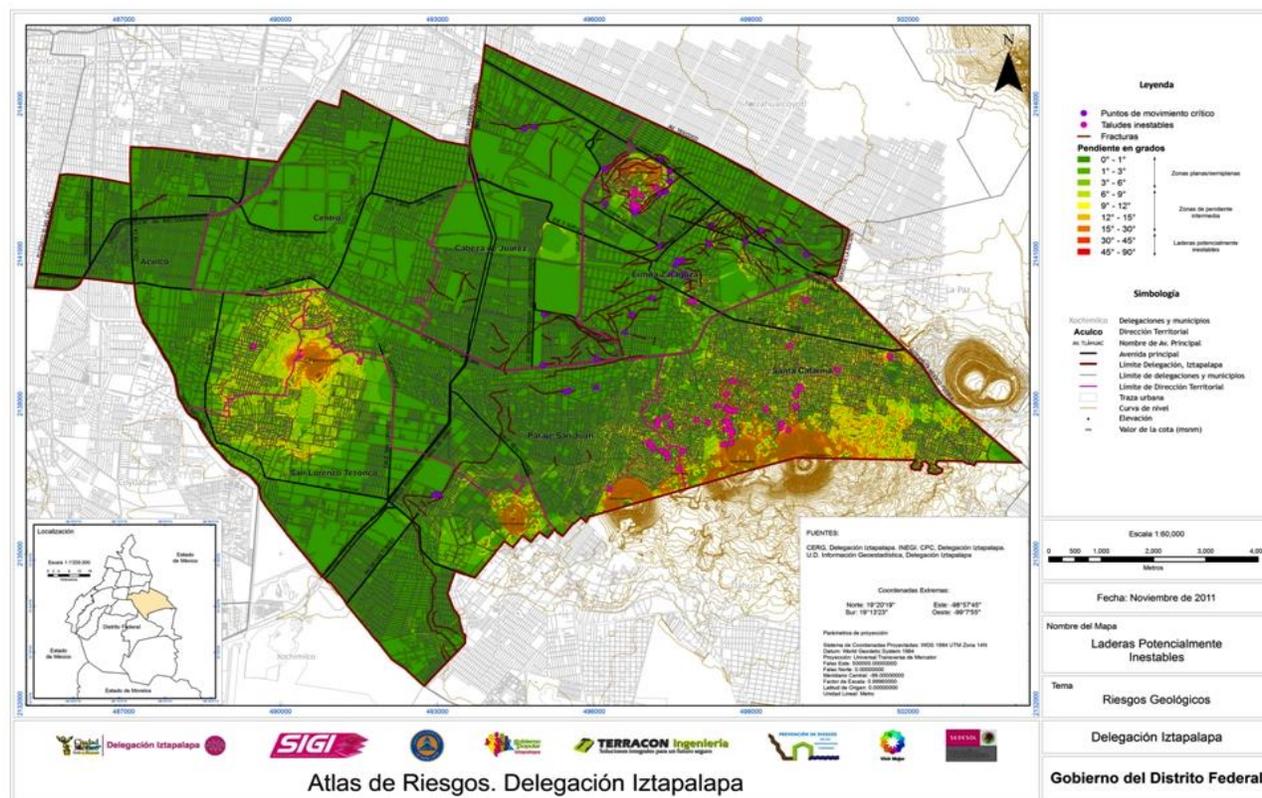


Figura 5.1.9 Laderas potencialmente inestables.

5.1.6. Derrumbes

Como antecedente de la presencia de este tipo de fenómenos en la Delegación Iztapalapa, se tienen el 15 de mayo de 1971 un derrumbe en una mina de arena en Santa María Aztahuacán perdiendo la vida una persona; el 16 de junio de 2001, en el que perdieron la vida dos personas al caer una roca de 500 kg sobre su vivienda; derrumbe en el cerro Xaltepec, el 27 de noviembre de 2001 y el evento reciente más notable ocurrido el 22 de enero de 2009 en la Colonia Palmitas, que cobró la vida de dos personas.

A los derrumbes se les ha asignado un nivel de peligrosidad **MEDIO** para las zonas potenciales a la presencia de este fenómeno, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1. Actualmente se está trabajando en la evaluación de los sitios de peligro potencial al fenómeno con base en los sitios identificados en el mapa de laderas potencialmente inestables (Figura 5.1.9). La Figura 5.1.10 muestra la zonificación de daños a viviendas por inestabilidad de laderas en la Colonia Palmitas que se obtuvo sobreponiendo las capas de taludes, la altimetría delegacional y los límites catastrales. Como resultado, se ubican las casas afectadas con su correspondiente valoración de riesgo geológico por derrumbe.

En la Figura 5.1.11 se presenta el mapa de evaluación geológica de taludes y frentes de ladera de las zonas con potencial a procesos de remoción de masas, que muestra el área total de frentes de ladera y la evaluación de cada talud o punto de referencia y cuya caracterización se llevó a cabo mediante la integración de lecturas directas tomadas en campo.

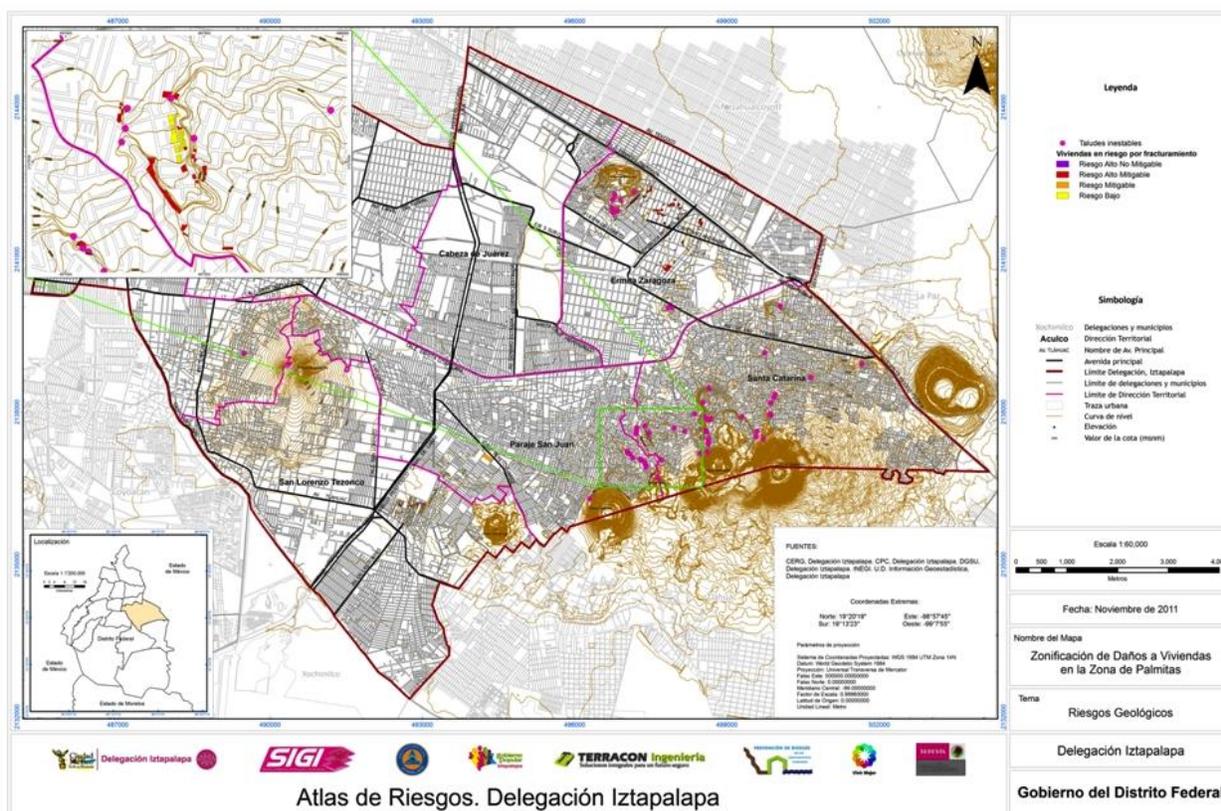


Figura 5.1.10 Zonificación de daños a viviendas por inestabilidad de laderas en la Colonia Palmitas.

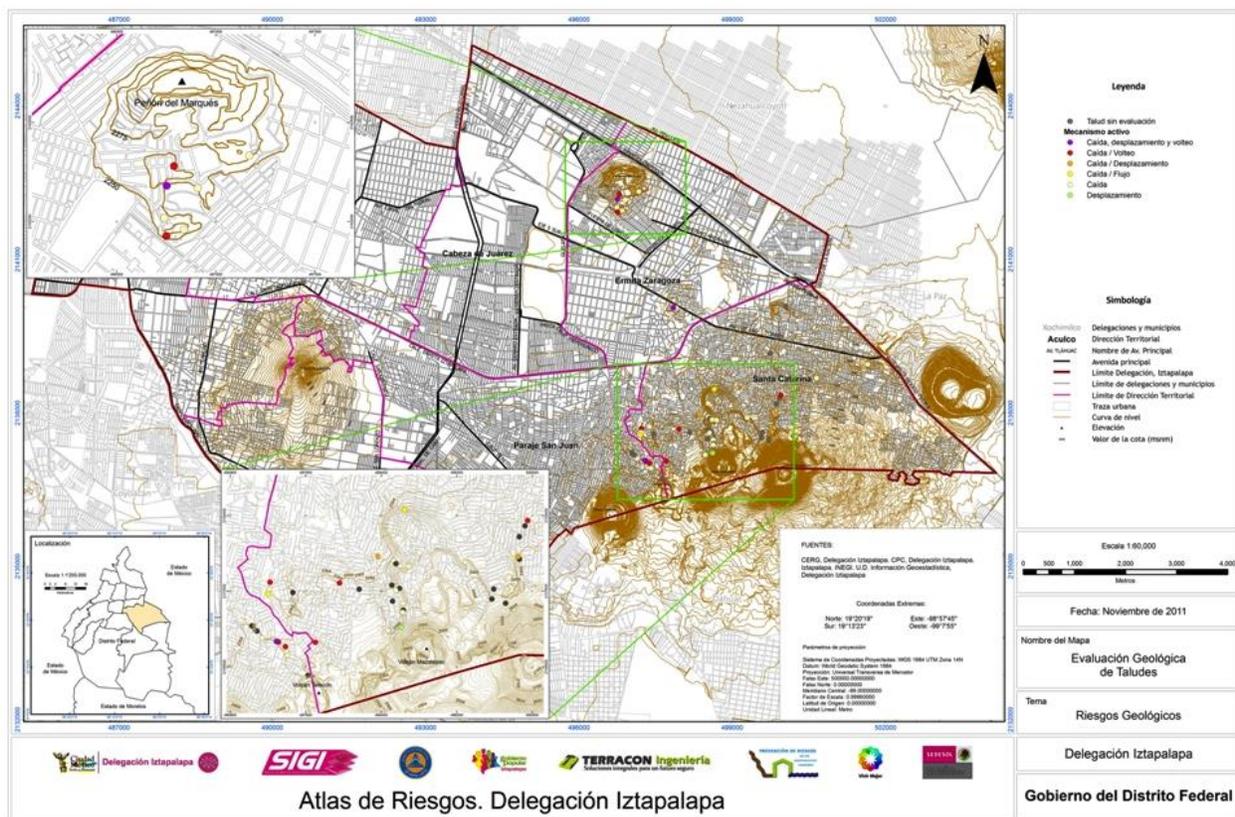


Figura 5.1.11 Evaluación geológica de taludes.

5.1.7. Flujos

Este tipo de fenómenos ha sido poco observado en la zona de Iztapalapa, por lo que se considera preliminarmente en un nivel de peligrosidad **BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1. Se está trabajando en la evaluación de las zonas potenciales a la presencia de este fenómeno.

5.1.8. Hundimientos (Subsistencia)

En la Ciudad de México y como consecuencia, en la zona de Iztapalapa, la necesidad de agua potable para las diferentes actividades de la población se ha logrado mediante el aprovechamiento de cientos de pozos perforados a distintas profundidades ubicados principalmente en la planicie y algunos en las faldas del piedemonte. A nivel interno dentro de los límites de la delegación, se encuentran alrededor de 150 pozos de extracción de agua subterránea (Carreón, 2011). La demanda de agua se ha incrementado debido al crecimiento de la zona urbana; esto ha ocasionado que en la zona montañosa se infiltre menos agua de la que se extrae, y que en la zona lacustre los sedimentos arcillosos pierdan agua y se compacten. Esta compactación se traduce en hundimientos y agrietamientos del terreno, que varían de acuerdo a la intensidad de la extracción de agua y de las condiciones del subsuelo. Esta situación ha incrementado la subsidencia o hundimiento progresivo de la superficie con respecto a un nivel de referencia estable.

El hundimiento progresivo y generalizado de la superficie (subsistencia) de Iztapalapa se presenta de manera irregular, está asociado con el fracturamiento del subsuelo y en consecuencia con la afectación a la infraestructura urbana. Como es sabido, el vacío creado por una gran extracción subterránea de material, en este caso el agua, motiva el desplazamiento de la masa de suelo. Esto se traduce, inicialmente, en los problemas de sustentación y se refleja en la subsidencia de la superficie del terreno. Esta deformación de la superficie puede producir daños en las estructuras (edificios, obras lineales e

instalaciones en general) situadas sobre ella, ya que no fueron pensadas en muchos casos para soportar estos efectos.

La distribución del hundimiento y deformación en la Delegación no es homogénea y ésta influenciada principalmente por la presencia de los edificios volcánicos de la Sierra de Santa Catarina y Peñón del Marqués. El suelo de Iztapalapa se hunde con respecto a su nivel horizontal original desde la mitad de la década de 1950, cuando inició la extracción de agua subterránea en la zona oriente de la ciudad. No existe aún una medición precisa de la velocidad de hundimiento en la zona, sin embargo, se han registrado desplazamientos mayores a los 3 metros en los últimos 20 años, por lo que en los sitios críticos se estima una velocidad aproximada de 15 cm por año. (Carreón, 2011).

Los resultados obtenidos por Cabral Cano, et al. (2011) con percepción remota satelital (Interferometría de Radar, InSAR) determinan que el hundimiento más importante de la Ciudad de México se ubica actualmente hacia el Norte de la delegación Iztapalapa.

La operación de un sistema de nueve pozos para abastecimiento de agua potable, del cual se ha extraído desde principios de 1960, ha causado deformación vertical (subsistencia) del terreno entre 6 y 8 metros, en un periodo de casi 40 años. Aproximadamente entre 15 y 20 años después de iniciado el bombeo, se inició la formación de diferentes familias de fracturas, tanto en la zona donde dominan los materiales volcánicos del Peñón del Marqués, como en la zona lacustre (Aguilar-Pérez, et al., 2006). La delegación Iztapalapa cuenta con cerca de 13 puntos de referencia de elevación del terreno en este sitio, la evolución de la subsistencia del terreno se ilustra en la Figura 5.1.1 para dos sitios, uno de los cuales se encuentra sobre el Peñón del Marqués (zona 1) y otro la porción lacustre (zona 2). La zona 1 sufrió una deformación vertical total de casi seis metros hasta 1998, mientras que la zona 2, en la zona lacustre, se hundió más de ocho metros, a esa misma fecha. A partir de la década de 1980, las tendencias de los hundimientos del terreno muestran que la zona 1 sigue un decremento progresivo, mientras que tienden a estabilizarse en el sitio ubicado en la zona lacustre (zona 2) (Aguilar-Pérez, et al., 2006).

En la Figura 5.1.12 se observa que con base en la información de pozos, en la zona Nor-Oriente de la delegación, que corresponde a zona del cerro Peñón del Marqués y sus alrededores, se han registrado las mayores tasas de hundimiento, reportándose de 22 a 44 cm por año.

Estudios con GPS no mostraron ninguna cambio significativo en la tasa de hundimiento asociado a la temporada de lluvias o a cualquier otro proceso de recarga artificial (Osmanoglu et al., 2011). Lo que sugiere una recarga insignificante y la degradación y pérdida de los acuíferos. Posiblemente debido a que las capas de arena y grava reaccionan a la extracción del agua casi instantáneamente y pueden expandirse elásticamente cuando el agua se les introduce de nuevo, mientras que la compactación de las capas ricas en arcillas y limos tiende a ser inelástica, lo que puede reducir su capacidad de almacenamiento de agua subterránea (Terzaghi, 1976).

Considerando los parámetros que mejor reprodujeron los abatimientos y deformación del terreno, Aguilar-Pérez, et al. (2006) realizaron una predicción de la subsistencia total esperada en la zona del Peñón del Marqués y alrededores, la que sugiere que, de continuarse con los actuales caudales de bombeo, la deformación total vertical del terreno será cercana a los diez metros para el año 2025.

Diferentes estudios y técnicas como GPS, Interferometría de Radar e Interferometría de Dispersión Persistente(Cabral-Cano et al., 2011, López-Quiroz et al., 2009 y Osmanoglu et al., 2011), han dado como resultado que el hundimiento anual de la zona norte de la delegación Iztapalapa puede llegar a rebasar la tasa de los 40 cm/año. En la zona centro y norponiente de la delegación la tasa de hundimiento es de 13 a 22 cm/año, mientras que las zonas que circundan al Cerro de la Estrella y la Sierra de Santa Catarina su tasa de hundimiento es de 6 a 13 cm/año (Figura 5.1.12). Si bien la tasa de hundimiento registrada es menor en estas dos áreas de la Delegación, sigue representando un fuerte peligro potencial para la zona.

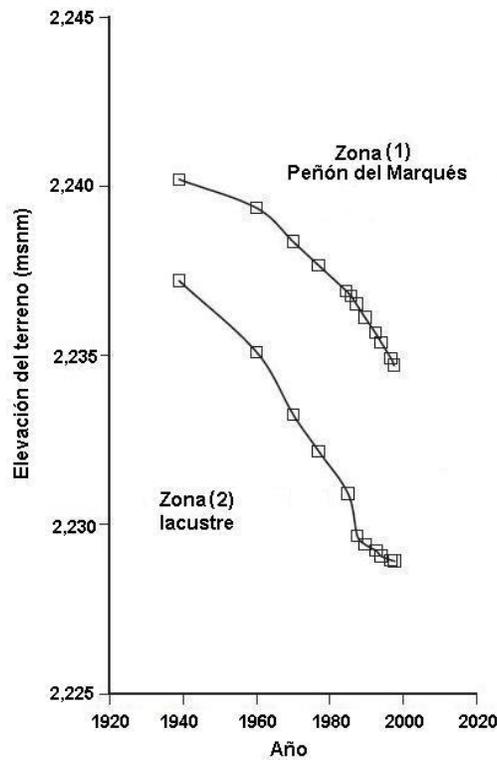


Figura 5.1.12 Evolución de la deformación vertical del terreno en los bancos de nivel ubicados en la zona 1 (Peñón del Marqués) y zona 2 (zona lacustre) (Tomado de Aguilar-Pérez, et al., 2006).

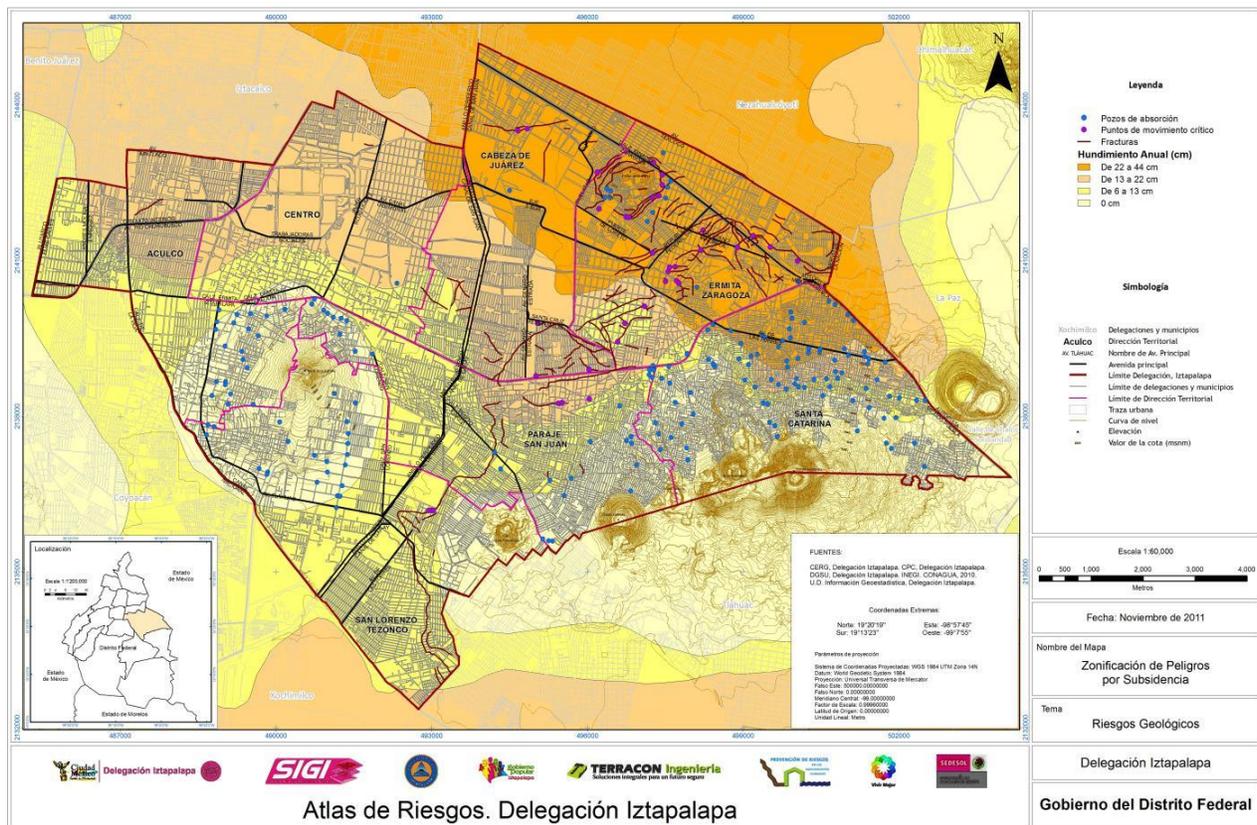


Figura 5.1.13 Zonificación de peligros por subsidencia.

Los problemas de hundimientos diferenciales en el territorio delegacional dejan zonas por debajo de los niveles de las redes de drenaje, así como deficiencias en secciones de colectores, inducen en época de lluvias áreas propensas a inundaciones y encharcamientos, que resultan perjudiciales para la población y sus bienes.

Del mismo modo la infraestructura civil se ha visto afectada por este fenómeno. Muchas de las casas e industrias fueron construidas sin una planeación, ya que comenzaron por ser asentamientos irregulares, y no están diseñadas para soportar los hundimientos y la formación de grietas.

Con base en lo anterior al fenómeno de subsidencia se le asignó un nivel de peligrosidad **MUY ALTO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

5.1.9. Erosión

5.1.9.1 Erosión hídrica

En la Delegación Iztapalapa la acción de la población humana a lo largo del tiempo y del espacio ha ido alterando el ambiente, produciendo fragmentación de hábitats y su consecuente pérdida de biodiversidad.

El estudio de los factores naturales y humanos que actúan sobre las características hidrológicas de los cursos de agua superficiales y sobre las posibilidades de aprovechamiento de los mismos es una necesidad en el manejo integral de una cuenca hidrográfica. Dicho estudio permite identificar situaciones de déficit y/o excesos de agua, erosión hídrica superficial, sedimentación y denudación de la cubierta vegetal. Este análisis y evaluación para la definición del peligro por erosión hídrica para la zona de estudio se encuentra en proceso, preliminarmente se le ha asignado un nivel de peligrosidad **MEDIO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

5.1.9.2 Erosión eólica

En la zona de Iztapalapa, así como en el resto de la Cuenca de México, los lagos se drenaron y como consecuencia desapareció el sistema lacustre. En el presente, los lechos de los ex lagos son suelos salinos que no permiten disponer de cubierta vegetal, la mancha urbana se expandió, el área montañosa se deforestó, además de los problemas de contaminación ambiental. Todos estos factores han dado lugar a la ocurrencia del fenómeno de erosión eólica, que se concibe como la remoción de las partículas del suelo por la acción del viento, así como los efectos abrasivos de las partículas cuando estas son transportadas (Chepil, Siddoway y Armbrust, 1962). Se continúa realizando el análisis y evaluación del peligro que este fenómeno puede representar para los terrenos de la delegación, preliminarmente se le ha asignado un nivel de peligrosidad **BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

5.2 Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos son eventos relacionados con la dinámica del agua en la superficie de la corteza terrestre, estos fenómenos perturbadores se generan por la acción intensa y/o violenta de los agentes atmosféricos que pueden ser a su vez generadores de eventos hidrológicos y geodinámicos extremos.

5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

En general una onda tropical es un disturbio tropical migratorio en forma de onda que viaja en el flujo del viento del Este. Produce lluvias significativas y actividad de tormentas eléctricas a lo largo de su trayectoria (Donn, 1978). Las lluvias que ocurren en el país, de mayo a octubre son causadas en parte por las ondas tropicales. Cuando se intensifican se convierten en ciclones tropicales.

En la Delegación Iztapalapa la presencia de lluvias intensas y tormentas que generan encharcamientos, ha influido en el incremento de los agrietamientos los cuales actúan como favorecedores en la propagación de las grietas, esto debido a la presión hidráulica que generan por la acumulación del agua (Auvinet y Arias, 1991).

En la Figura 5.2.1 se presenta el mapa de peligros por precipitación total anual, en el que se definen cuatro regiones: <600 mm de precipitación anual en la zona norte de la delegación; de 600 a 700 mm, siendo la más extensa, ubicada el poniente, centro y suroeste; de 700 a 800 mm en la parte baja de los altos topográficos (Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón del Marqués) y >800 mm en la parte alta de la Sierra Santa Catarina.

La Figura 5.2.2 se muestra el mapa de peligros por escorrentía superficial. Este mapa señala los sitios en donde se presenta este fenómeno, el cual sigue los cauces naturales y calles que se encuentran en la Sierra Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón del Marqués. Asimismo, muestra que la gran parte de las zonas de inundación se ubican justo alrededor de estos puntos.

La Figura 5.2.3 muestra el mapa de peligros que pueden presentarse en temporada de lluvias, como son los peligros geológicos (laderas y subsuelo) e inundaciones, así como las zonas afectadas por los mismos.

Preliminarmente, al peligro por ondas tropicales se le asignó un nivel **BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

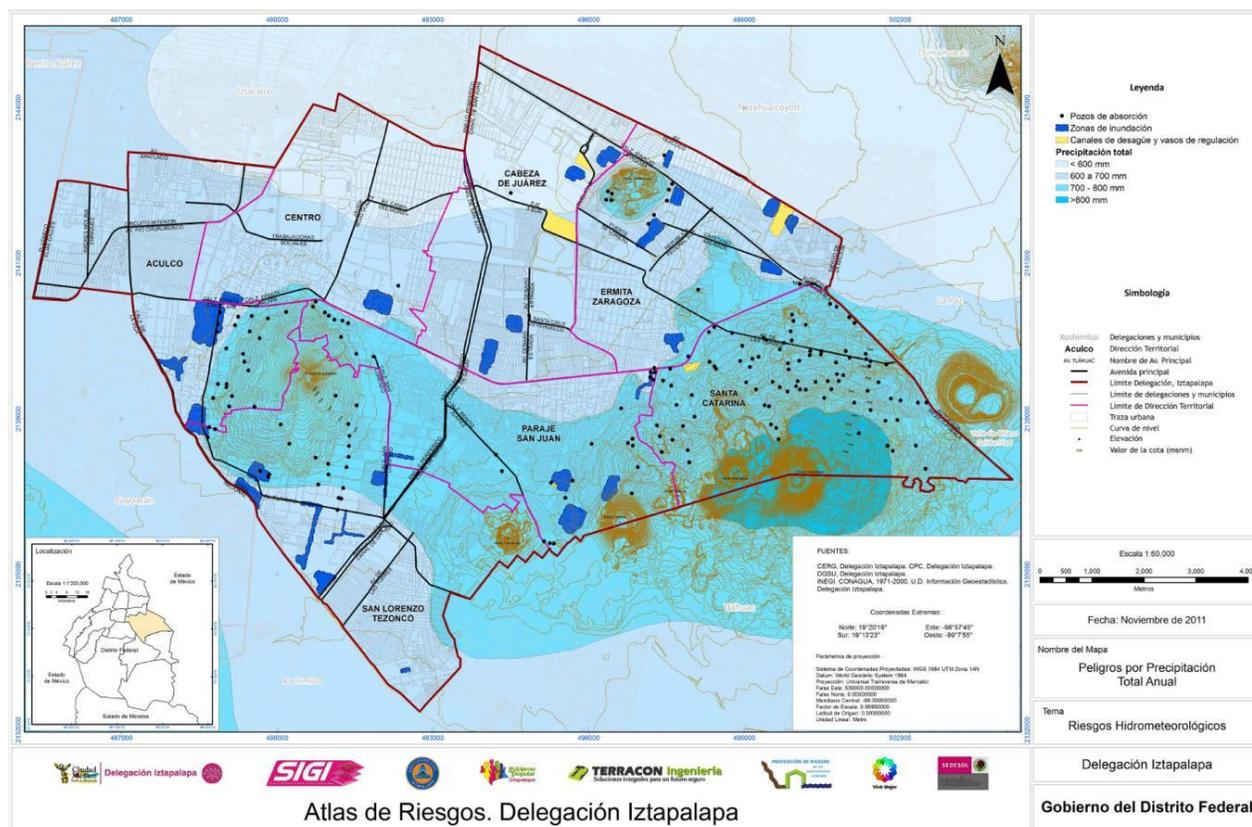


Figura 5.2.1 Mapa de zonificación por precipitación total anual.

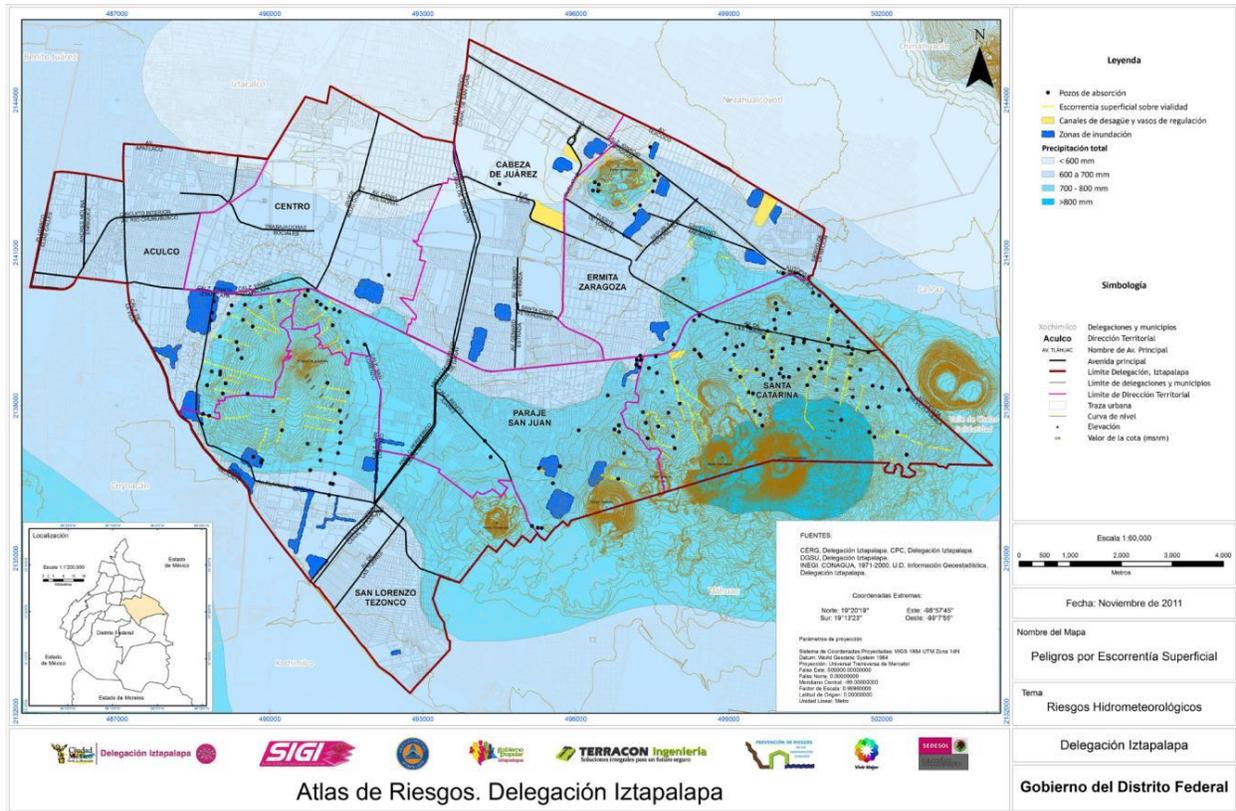


Figura 5.2.2 Mapa de peligros por escorrentía superficial.

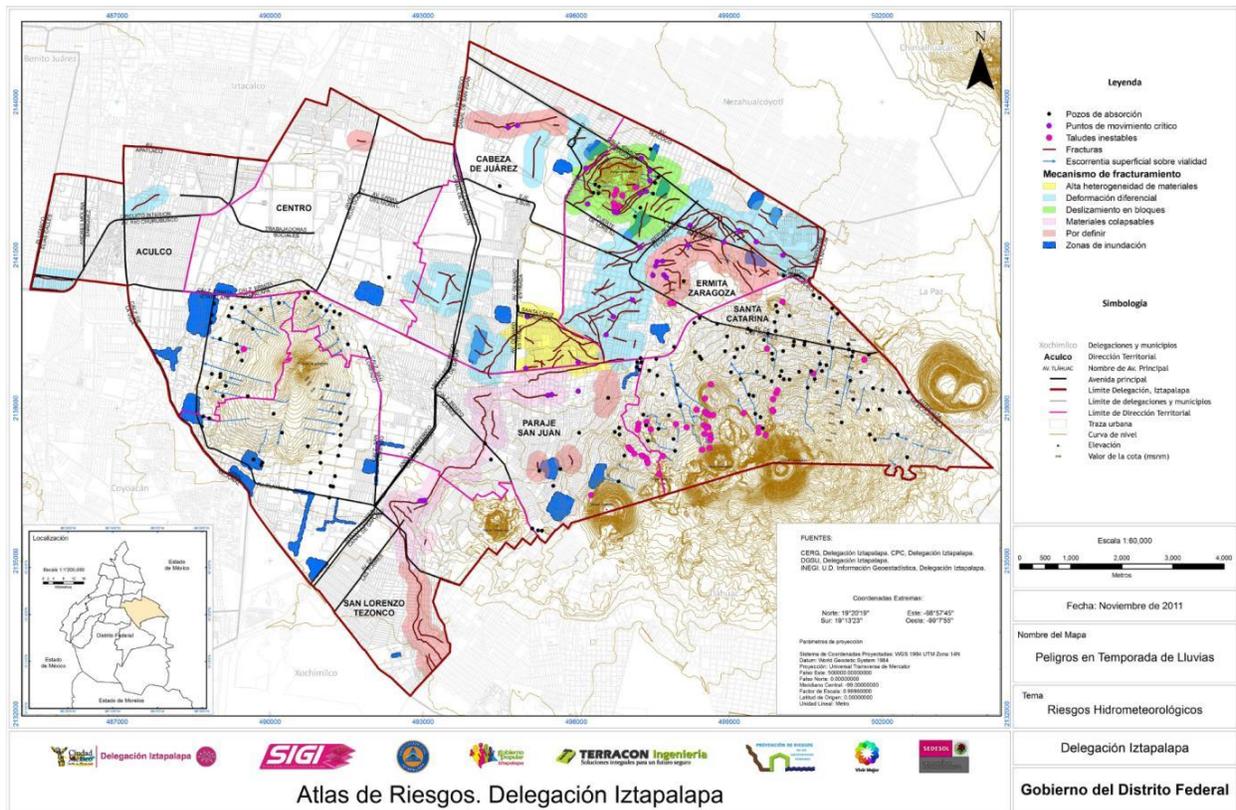


Figura 5.2.3 Mapa de peligros en temporada de lluvias.

5.2.2. Tormentas eléctricas

En la Delegación Iztapalapa no se cuenta con antecedentes de la ocurrencia de este tipo de tormentas. Sin embargo, debido a que los rayos son impredecibles y aumentan el riesgo para las personas y sus propiedades, a reserva de obtener mayor información al respecto, se le asigna un valor de peligrosidad **MUY BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

5.2.3. Sequías

El cambio climático ya está afectando a los recursos hídricos y a su gestión en diversas regiones. Éste puede tener graves efectos en las zonas urbanas, incluyendo un mayor riesgo de inundaciones, una reducción en el suministro de agua. Se prevé que temperaturas más elevadas y los cambios en las condiciones climáticas extremas afecten a la disponibilidad y distribución de las precipitaciones, el deshielo, las corrientes de los ríos y las aguas subterráneas y deterioren la calidad del agua.

La escasez de agua es a la vez un fenómeno natural y un fenómeno causado por el ser humano. Asimismo, es un concepto relativo y puede ocurrir en cualquier nivel de la oferta o la demanda. La escasez puede ser una construcción social (producto de la riqueza, las expectativas y el comportamiento habitual) o consecuencia de unos patrones de suministro alterados, por ejemplo, por el cambio climático. La escasez de agua se evalúa observando la ecuación agua/población. Se considera que un área está experimentando escasez de agua cuando el abastecimiento anual está por debajo de 1.700 m³ por persona. Cuando el abastecimiento anual está por debajo de 1.000 m³ por persona, la población se enfrenta a escasez de agua y por debajo de 500 m³ a "escasez absoluta".

Para la delegación Iztapalapa se considera preliminarmente, que este fenómeno representa un nivel de peligrosidad **MUY BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

5.2.4. Temperaturas máximas extremas

La delegación Iztapalapa presenta un clima predominantemente templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad C(Wo), correspondiente al 82% de la superficie delegacional y el 18% restante es BS1K Semiseco (INEGI, 1998). La temperatura promedio es de 16.7° C, debido a que la temperatura del aire es mayor en los núcleos urbanos, por la capacidad de los materiales de construcción para almacenar calor (Jáuregui, 2000). No obstante este régimen general de temperaturas, su orografía puede provocar diferencias en la temperatura. En la Figura 5.2.4 se muestra la distribución de la temperatura media anual, a partir de datos obtenidos de los años 1971 a 2000. En el mapa se distinguen cinco principales regiones: <17° en la zona noreste; de 16 a 17° en la porción centro, norte y sur; de 15 a 16° que predomina en la parte central; de 14 a 15° en la parte media de la Sierra Santa Catarina y zona alta del Cerro de la Estrella y <14° en la parte alta de la Sierra Santa Catarina.

El 24 de abril de 1970 y el 4 de junio de 1982, se registró una temperatura de 30°, que presentaron casos de deshidratación y un aumento en enfermedades gastrointestinales. El 9 de abril de 2005 se registró una fuerte onda de calor que alcanzó los 32° y produjo enfermos por deshidratación.

La Figura 5.2.5 es el mapa de peligros por temperatura máxima promedio registrada en la Delegación Iztapalapa de 1971 a 2000. Se definen 5 principales regiones: <27° en la parte norte de la delegación, de 26 a 27° en la región poniente, centro y oriente; de 25 a 26° en las laderas de los altos topográficos y de 24 a 25°, así como < 24° en las partes altas de la Sierra Santa Catarina. A este peligro se le asignó una peligrosidad de **MUY BAJO**, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

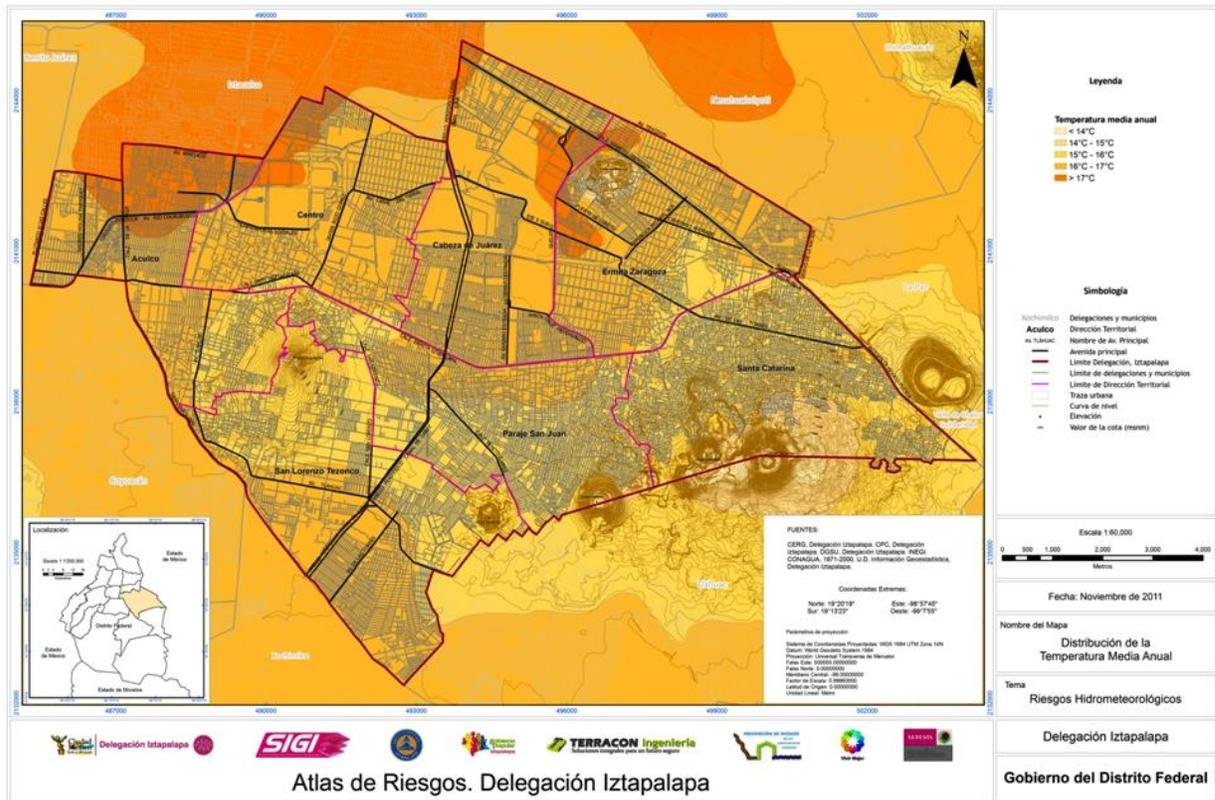


Figura 5.2.4 Mapa de distribución de la temperatura media anual.

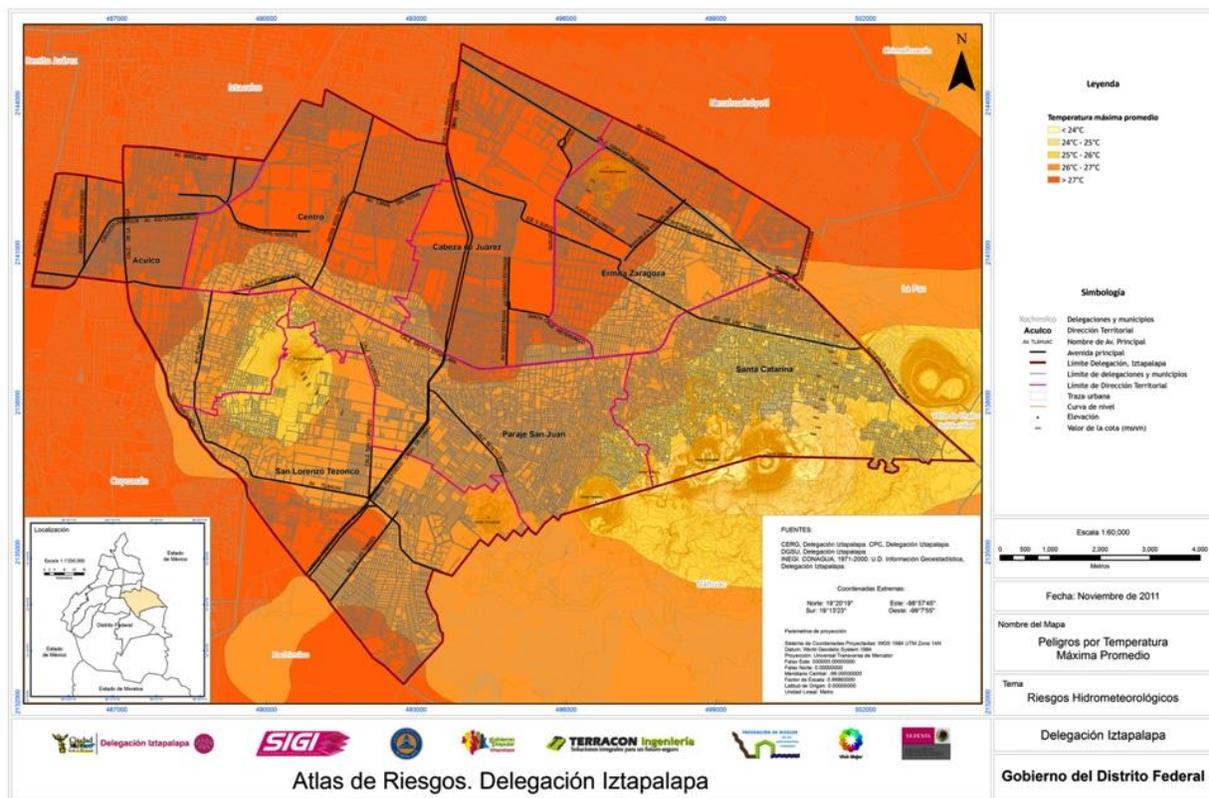


Figura 5.2.5 Mapa de peligros por temperatura máxima promedio.

5.2.5. Vientos Fuertes

Se realizará el análisis de la incidencia de este fenómeno en la Delegación Iztapalapa, se estima un nivel de peligrosidad **MEDIO** para este fenómeno, con un grado de detalle de estudio de Nivel 1.

5.2.6. Inundaciones

El problema de las inundaciones en la cuenca de México y las afectaciones a la población tienen su origen en la época prehispánica y continúa en la actualidad. Asimismo, las medidas que se han desarrollado para evitarlas o minimizarlas son muy antiguas. En la Delegación Iztapalapa esta situación también tiene una larga historia y la solución a dicho problema requiere de estudios detallados y fuertes inversiones para obras de mitigación. Ocasionalmente se han presentado precipitaciones que, en pocas horas han alcanzado valores superiores al promedio. Estas lluvias extraordinarias provocan caudales extremos, habitualmente denominados crecidas, avenidas o riadas, que al desbordar su cauce habitual provocan la inundación de terrenos, afectando a personas y bienes. Para la población de la Delegación Iztapalapa, los efectos que causan las inundaciones se manifiestan generalmente en daños a las viviendas, en la infraestructura y en conflictos viales que generan pérdidas económicas. La Figura 5.2.6.1 muestra la zonificación de las inundaciones en la Delegación y los pozos de absorción instalados con el propósito de mitigar el impacto de estas inundaciones.

Las características del relieve de Iztapalapa, donde predominan las planicies fluvio-lacustres (81 %), donde los ríos principales se entubaron y el drenaje superficial natural se transformó por la urbanización, como se señala en el apartado 3.5, la hacen muy propensa a las inundaciones.

Las inundaciones que se presentan en Iztapalapa se catalogan de origen pluvial y específicamente “urbanas”, toda vez que son consecuencia de una falta de planificación territorial en zonas naturalmente susceptibles a inundaciones y donde, además, se alteraron los patrones hidrológicos sin estimar las consecuencias que ello generaría. Desde este punto de vista, las inundaciones que se presentan en la Delegación se consideran de carácter “socio-natural”, resultado de procesos muy complejos.

De acuerdo con el Anexo 6.1, la distribución anual de las inundaciones se presenta de mayo a octubre, coincide con el régimen de lluvias, éstas son de origen convectivo y se intensifican por la influencia de las ondas y ciclones tropicales. La escorrentía superficial que se genera a partir de la precipitación sobre las construcciones y calles es con frecuencia la que genera los problemas de inundaciones que afectan a la delegación y arrastra los materiales que posteriormente obstruyen el drenaje urbano.

Para la población de Iztapalapa, los efectos que causan las inundaciones se manifiestan generalmente en daños a las viviendas, en la infraestructura y en conflictos viales que generan pérdidas económicas debido al retraso laboral, además de accidentes.

Hoy día, la Iztapalapa es una de las delegaciones que más registran inundaciones anualmente, junto con las delegaciones Álvaro Obregón, Cuauhtémoc, Tlalpan, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Magdalena Contreras, Iztacalco y Venustiano Carranza. En la Figura 5.2.6.2 se muestra un mapa con el inventario de las inundaciones que han ocurrido en un periodo de ocho años (1998-2005) de acuerdo a Vera (2008). Cabe hacer notar que del año 2000 al 2004, con excepción del 2001, se registraron más de 100 inundaciones anuales. En general, la distribución espacial de las inundaciones durante el periodo señalado es muy heterogénea, pero en algunos años se puede observar una tendencia particular, como es el caso del año 1998, cuya distribución se manifiesta hacia el centro-sur, cerca de la Sierra de Santa Catarina. En el 2001 es hacia el centro norte y en el 2005 las inundaciones se concentran al poniente.

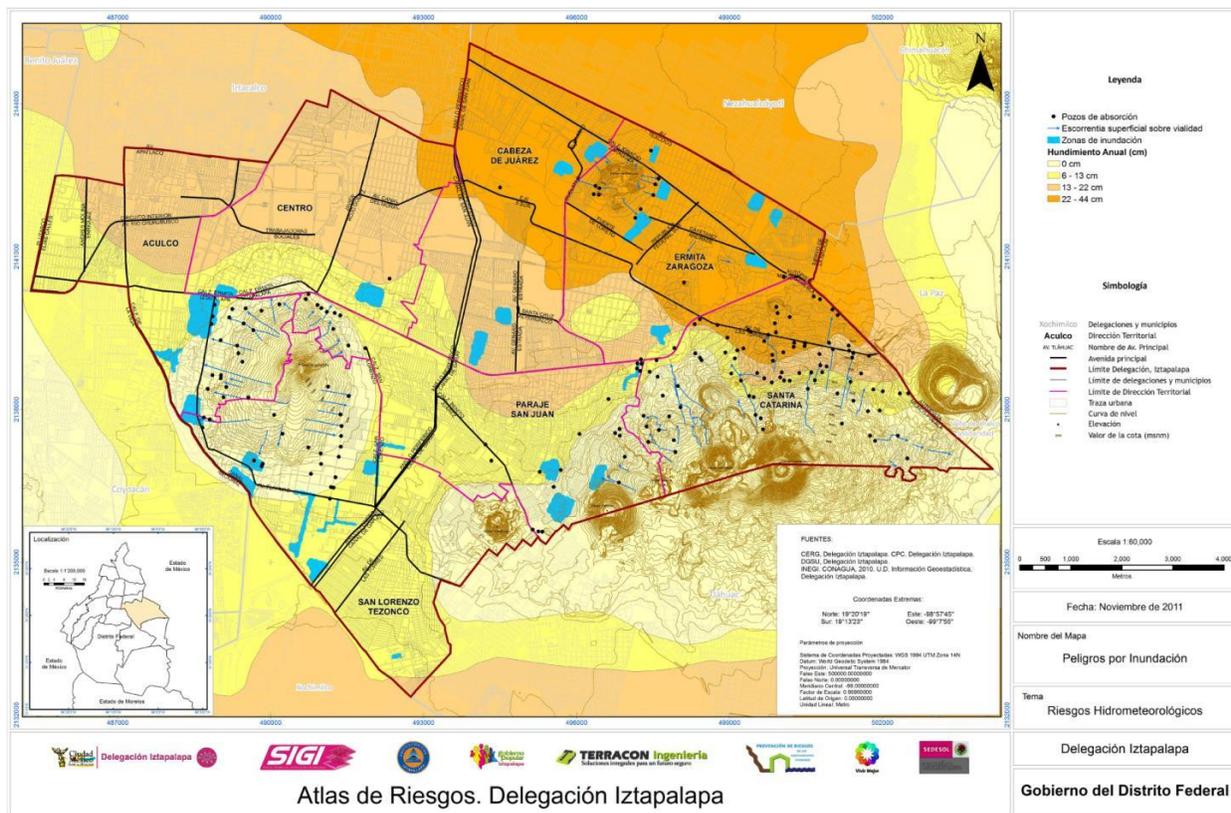


Figura 5.2.6.1 Zonificación de las inundaciones en la Delegación Iztapalapa.

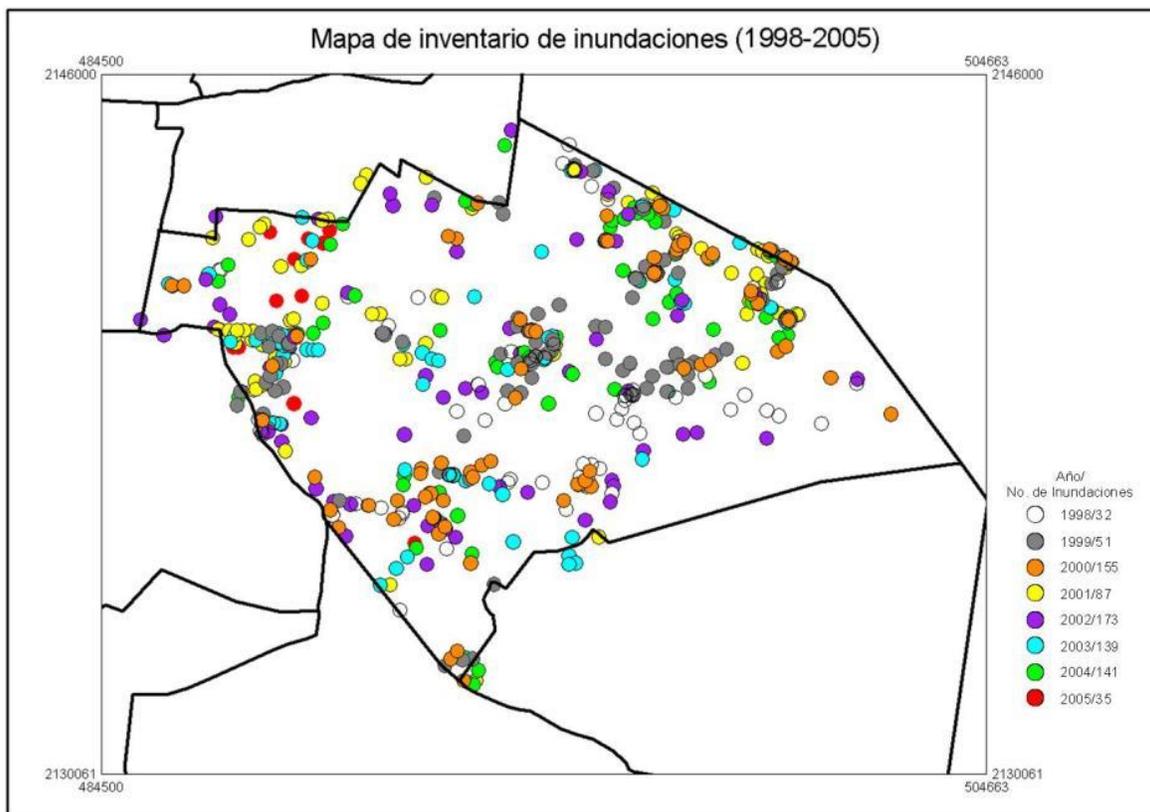


Figura 5.2.6.2 Inundaciones registradas en la delegación Iztapalapa durante el período de 1998-2005 (Vera, 2008).

Es necesario señalar que comúnmente se habla de encharcamientos en zonas urbanas, sin embargo, no existe una definición propiamente dicha de este término, aunque en el ámbito científico, convencionalmente se acepta que un encharcamiento tiene un tirante igual o menor de 25 a 30 cm. Se hace esta aclaración debido a que en ocasiones tirantes superiores a las cifras mencionadas se siguen considerando encharcamientos y las inundaciones se minimizan o no se registran como tales. Por otro lado, se maneja la idea de que los efectos de los encharcamientos no causan afectaciones importantes en las viviendas situadas a pie de calle, no obstante, con una altura del agua de diez centímetros es suficiente para provocar daños, sobre todo en aparatos electrodomésticos como son los refrigeradores. Al respecto, en la zona de estudio se ha observado que la frecuencia de inundaciones con un tirante de agua igual o mayor a 30 cm es considerablemente más bajo que los encharcamientos.

Para determinar el peligro de inundaciones en la delegación de Iztapalapa se consideró el mapa elaborado por Vera (2008) quien utiliza cinco variables que de alguna manera intervienen en el fenómeno: la altura máxima de la lámina de agua, la extensión máxima de la inundación, la densidad de las inundaciones, el hundimiento -subsistencia- y la pendiente del terreno. Cada variable se clasificó por su grado de peligro y se le asignó un peso factorial acumulativo, posteriormente se elaboró un mapa para cada variable y éstos se superpusieron mediante la aplicación de funciones de cálculo, usando operadores boléanos condicionales, a partir de este procedimiento se generó un mapa final en el cual se muestran los niveles de peligro y sus coeficientes resultantes (Figura 5.2.6.3).

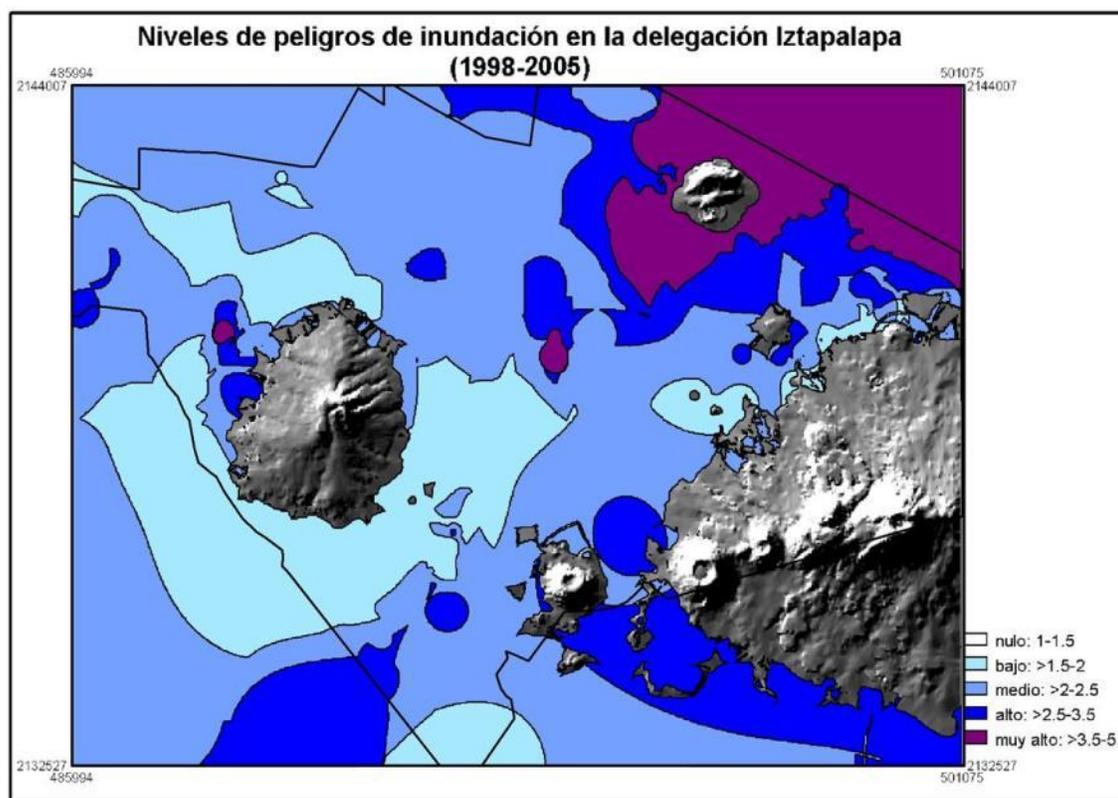


Figura 5.2.6.3. Niveles y coeficientes de peligro de inundación en la delegación Iztapalapa (Vera, 2008).

El nivel de peligro muy alto corresponde al sector nororiental de la Delegación que coincide con los terrenos de mayor subsidencia, así como dos pequeñas superficies que se localizan al centro y oeste. El nivel alto bordea a la zona con nivel muy alto de la parte nororiental, además se encuentra en varias áreas pequeñas distribuidas en todo el territorio estudiado. Los niveles medio y bajo de peligro ocupan la mayor superficie de la planicie fluvio-lacustre. Globalmente, hay una correlación de los niveles muy altos y altos de peligro con las 27 zonas de inundaciones identificadas por la Delegación.

