



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“PROTECCIÓN CIVIL ENFOCADA A LA
SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE
EDIFICACIONES PARA USO HABITACIONAL,
CASO DE ESTUDIO COLONIA SANTIAGO
ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC,
DISTRITO FEDERAL”**

**DESARROLLO DE UN CASO
PRÁCTICO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

FRANCISCO JAVIER SUAREZ DELGADO

ASESOR:

ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA



FES Aragón



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias:

Agradezco a dios, por haberme dado la oportunidad de culminar una etapa tan importante en mi vida, ya que este es gran paso para lograr mis objetivos y propósitos, sin en cambio y sobre todo "Mi Madre Cati" a quien he amado desde que me otorgó la vida y que en cada vez pienso en ella y lloro por su ausencia, le agradezco que siempre me empujo ha culminar esta etapa con la finalidad de alcanzar mi sueño, ante todo esto mami gracias te dedico este pequeño esfuerzo de muchos mas.

Mi papa, quien siempre influyo en determinaciones y parte de mi formación como hombre, me siento tan agradecido con la vida de ser su hijo, que le dedico este pequeño trabajo y en el cual te demostrare que seré tu orgullo más grande, te amo "Papa Javier".

Ely, David, Chayo y sobrinos, gracias porque de alguna forma siempre me apoyaron en las buenas y malas, saben que siempre los querré y formaran parte de mi vida.

Mujer mía tu Ana Isabel, tu que fuiste parte de esto por haberme impulsado, por estos 6 años tan hermosos de conocernos, me has dado sabiduría y consejos, así como tu apoyo incondicional y aliento para sobresalir ante la vida, por tus acciones te agradezco de todo corazón sabes que te amo incondicionalmente y que ahí estaré toda esta vida.

Familiares y amigos, se que en este proceso de alguna u otra forma me otorgaron su apoyo para continuar con mi camino con la finalidad de sobre salir, estoy agradecido por tener este tipo de amistades sinceras.

A mis profesores de la Carrera, sobre todo al Ing. José Antonio Dimas Chora, por haberme orientado porque no sabia que hacer, le doy las gracias de corazón y a mis profesores por brindarme su apoyo durante el proceso de mi titulación gracias.



Introducción

Capitulo1.- Antecedentes

1.1 Aspectos Normativos

Capitulo 2.- Actividades Especificas del Evaluador

2.1 Determinación de la zona geotécnica.

2.2 Tipos de edificaciones en la zona de estudio.

2.3 Descripción estructural

2.4 Afectaciones estructurales.

2.5 Determinación del grado de riesgo de las edificaciones.

Capitulo 3.- Problemática en la Colonia Santiago Zapotitlán

Conclusiones

Referencias Bibliográficas



Introducción

Actualmente en la Ciudad de México, se presentan problemas de carácter geológico y estructural en las diversas comunidades que existen en la región, afectando en materia de protección civil la integridad física de sus habitantes, sin embargo mediante estudios realizados por diversos profesionistas y especialistas en las distintas materias se han podido detectar como lo marca la historia el origen del hundimiento de la ciudad, el cual debido a una sobre explotación de los acuíferos del valle de México, han provocado hundimientos de terreno en zonas de acuerdo a la constitución del suelo, estos al ser diferenciales provocan diversos problemas, entre ellos afectaciones de carácter estructural a edificaciones, como del mismo modo a instalaciones de la red de drenaje las cuales trabajan por gravedad.

Cabe mencionar que en base a estudios encontrados en archivos se indica que la Ciudad de México, se ha hundido desde 1856 casi 9.0 m, según la referencia de la Catedral Metropolitana, que se hunde actualmente con 6 a 7 cm/año.

Sin embargo debido a las necesidades actuales que la población ha requerido se han implementado normatividades, leyes y reglamentos cuyas funciones han sido determinar grados de riesgos como lo puede ser en materia de protección civil; operatividad, desarrollos y funcionabilidad adecuada como lo son en normas, reglamentos y leyes.

Derivado a lo citado anteriormente, se analizaran y se llevaran a cabo las investigaciones en campo, así como en gabinete con la finalidad de obtener criterios fundamentos por especialistas en el área de la ingeniería civil.



Capítulo 1.- Antecedentes

Con relación a la problemática existente de las casas afectadas por la presencia de grietas en el suelo que se presentan en las edificaciones localizadas, en la colonia Santiago Zapotitlán de la demarcación del Distrito Federal, se han presentado fenómenos como el hundimiento regional y subsidencias progresivas, así como fracturamientos que afectan a las casas habitación en la zona oriente del Valle de México.

Sin embargo en los últimos 30 años la mancha urbana ha crecido considerablemente en toda la extensión de la Delegación de Tláhuac, particularmente en las zonas donde existía el lago de Xochimilco y Chalco y que corresponden a la planicie lacustre, por lo que el pueblo de Santiago Zapotitlán se encuentra ubicado en las orillas de lo que antiguamente era el lago de Xochimilco, en ladera del cerro de Xaltepec que forma parte de la Sierra de Santa Catarina, lo cual se traduce en una zona de Transición abrupta en donde son comunes las grietas en el subsuelo y que actualmente las construcciones que se encuentran en estos sitios se observan afectadas por hundimientos y formaciones de grietas que han generado daños estructurales a las edificaciones.

Estos agrietamientos del terreno natural y los asentamientos regionales son efectos que se han presentado y documentado desde hace décadas, en las que se practica una excesiva extracción del agua del subsuelo para uso agrícola, industrial y consumo humano, ante la demanda en aumento se recurre al bombeo, sobrepasando la capacidad de recarga natural de los acuíferos.

Como dato importante quedo registrado en el mes de Noviembre un estudio elaborado por la Delegación de Iztapalapa a través del Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo (actualmente Centro de Evaluación de Riesgo Geológico, CERG), denominado Caracterización del Fracturamiento de la zona de Zapotitlán, Delegación Tláhuac, D.F. Centro de Evaluación de Riesgos (CERG), Coordinación de Protección Civil de la Delegación Iztapalapa, Dra. Dora Carreón Freyre, Centro de Colciencias, UNAM.



1.1 “Aspectos Normativos:”

Como antecedentes respecto a una revisión técnica ocular a una edificación para uso habitacional, se contemplara los siguientes documentos, siendo estos de importancia debido a que en ellos se precisaran los preceptos normativos en los cuales se encuentra la información relativa a la medida de prevención, mitigación y seguridad estructural de las edificaciones habitacionales.

Tal documentación se refiere a:

- 1. La Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal.**
- 2. Reglamentos de Construcciones para el Distrito Federal.**
- 3. Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Feral.**

1. “LA LEY DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL DEL DISTRITO FEDERAL.”

En base al documento emitido por la **Ley del Sistema de Protección Civil**, hace mención que en su **Título Primero Disposiciones Preliminares** define con su **Artículo 2.- La función de protección civil está a cargo del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal, y tiene como fin primordial salvaguardar la vida, bienes y entorno de la población, así como mitigar los efectos destructivos que los fenómenos perturbadores pueden ocasionar a la estructura de los servicios vitales y los sistemas estratégicos de la Ciudad de México.**

Por lo que de igual forma para efectos de esta Ley se entenderá en base a su **Artículo 7:**

XVI. Desastre: Situación en el que la población de una o más Delegaciones, sufre daños no resarcibles o controlables por una sola delegación, derivado del impacto de un fenómeno perturbador que provoca el menoscabo de vidas, bienes o entorno, causando afectaciones en el ambiente, en la estructura productiva, en infraestructura de los servicios vitales o los sistemas estratégicos de la Ciudad que impiden el funcionamiento de los sistemas de subsistencia de manera tal que se alteran las condiciones ordinarias de vida y se pone en riesgo la estructura social, la paz pública y el orden social.

XVII. Emergencia: Situación anormal generada por la inminencia o la presencia de un fenómeno perturbador que altera o ponen en peligro la continuidad de las condiciones ordinarias de vida de la población o el funcionamiento normal de los servicios vitales o los sistemas estratégicos y de no atenderse puede generar un desastre.



XVIII. Evacuación: Medida de seguridad que consiste en el alejamiento de la población de la zona de peligro, en la cual debe preverse la colaboración de la población, de manera individual o en grupos, considerando, entre otros aspectos, el desarrollo de las misiones de salvamento, socorro y asistencia social; los medios, los itinerarios y las zonas de concentración y destino, la documentación del transporte para los niños; las instrucciones sobre el equipo familiar; además del esquema de regreso a sus hogares una vez superada la situación de emergencia.

XIX. Fenómenos Perturbadores: Fenómenos de carácter geológico, hidrometeorológico, químico-tecnológico, sanitarioecológico y socio-organizativo que producen un riesgo que implica la posibilidad de generar una o más emergencias o desastres.

XX. Fenómeno Geológico: Agente de carácter natural, catalogado como fenómeno perturbador, que tiene como causa las acciones y movimientos de la corteza terrestre.

XXI. Fenómeno Hidrometeorológico: Agente de carácter natural, catalogado como fenómeno perturbador, que se genera por el impacto de situaciones atmosféricas.

XXII. Fenómeno Químico-Tecnológico: Agente de carácter natural o antropogénico, catalogado como fenómeno perturbador, que se genera por la acción de sustancias derivadas de la acción molecular o nuclear.

XXXVII. Peligro: Probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno perturbador potencialmente destructivo de cierta intensidad que puede afectar en un lugar.

XL. Prevención: Conjunto de acciones, planes y mecanismos de mitigación y preparación implementados con anticipación a la emergencia o desastre, tendientes a enfrentar, identificar, reducir, asumir, mitigar y transferir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos destructivos de los fenómenos perturbadores sobre la vida, bienes y entorno de la población, así como los servicios estratégicos, los sistemas vitales y la planta productiva.

XLVI. Protección Civil: Conjunto de disposiciones, planes, programas, medidas y acciones, destinados a salvaguardar la vida y proteger los bienes y entorno de la población, incluyendo su participación con las autoridades en acciones de prevención, auxilio y recuperación ante la presencia de fenómenos perturbadores de origen natural o antropogénico que representen un riesgo.

XLVIII. Riesgo: Probabilidad medida de que la ocurrencia de un fenómeno perturbador produzca daños en uno o varios lugares que afecten la vida, bienes o entorno de la población.

XLIX. Riesgo Inminente: Riesgo cuya probabilidad de daño se encuentra en desarrollo.



LII. Simulacro: Ejercicio para la toma de decisiones y adiestramiento en protección civil, en una comunidad o área preestablecida mediante la simulación de una emergencia o desastre, para promover una coordinación más efectiva de respuesta, por parte de las autoridades y la población. Estos ejercicios deberán ser evaluados para su mejoramiento.

LIII. Siniestro: Hecho funesto, daño grave, destrucción fortuita o pérdida importante que sufren los seres humanos en su persona o en sus bienes, causados por la presencia de un riesgo, emergencia o desastre.

LX. Vulnerabilidad: Característica de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de calamidades ocasionadas por un riesgo, y

LXI. Zona de Desastre: Espacio territorial determinado en el tiempo y en el espacio por la declaración formal de la autoridad competente, en virtud del desajuste que sufre en su estructura social, impidiéndose el cumplimiento de las actividades esenciales de la comunidad;

Conforme a la Ley de Protección Civil, la Secretaría de Protección Civil realizará el dispuesto en base a su **Artículo 15.-**

XXXIV. Investigar, estudiar y evaluar riesgos y daños provenientes de fenómenos de origen natural o antropogénico que puedan ocasionar desastres, integrando y ampliando los conocimientos de tales acontecimientos en coordinación con las dependencias responsables;

XLI. Certificar los Dictámenes Técnicos respecto a las condiciones de riesgo de sitios, inmuebles o actividades, en los términos de esta ley y el Reglamento.

Es importante hacer hincapié que como Ingeniero Civil, estos artículos generan las herramientas necesarias para desarrollar una investigación a detalle de las posibles problemáticas propiciadas en las edificaciones, mismas que han sido resultados de afectaciones estructurales y geológicas o por fenómenos naturales o antropogénicos.

En cuanto a medidas de mitigación y de seguridad en la problemática estructural de las edificaciones esta dependencia tomara los siguientes artículos, tomando las posibles decisiones con personal técnico (Ingenieros Civiles, Arquitectos y/o Ingenieros Arquitectos.



CAPÍTULO V

DE LA EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

Artículo 136.- Cuando las autoridades adviertan, previo dictamen, que alguna propiedad privada representa un riesgo en materia de protección civil, requerirán al propietario, administrador o poseedor del bien que cause el riesgo que realice las obras de mitigación que resulten necesarias. Dicho requerimiento deberá realizarse en los términos establecidos por el procedimiento que para tal efecto deberá contemplarse en el reglamento de la presente ley.

Artículo 137.- Los propietarios, administradores, poseedores del bien que cause el riesgo estarán obligados a ejecutar las obras de mitigación necesarias para evitar daños en materia de protección civil a la población sus bienes o entorno, así como aquellas necesarias para impedir el acceso al sitio de riesgo.

Artículo 138.- Una vez concluidas las obras de mitigación en materia de protección civil, el propietario, administrador, o poseedor dará aviso de terminación a la autoridad que ordenara los trabajos, la que revisará la ejecución de los mismos, pudiendo, en su caso, ordenar su modificación o corrección.

CAPITULO VII

DE LOS ESTUDIOS DE RIESGO

Artículo 170.- Las autoridades competentes previo al otorgamiento de manifestaciones de construcción o licencia de construcción especial para conjuntos habitacionales, escuelas, estaciones de servicio, gaseras, estaciones de carburación, hospitales, instalaciones subterráneas y en general empresas, industrias o establecimientos que en los términos del Reglamento, sean considerados de alto riesgo, deberán solicitar a los promoventes la autorización de la Secretaría.

Los requisitos para obtener la autorización a que se refiere el párrafo anterior, se establecerán en el Reglamento.

Artículo 171.- La Secretaría y las Delegaciones elaborarán, por si o a petición de parte, dictámenes técnicos de riesgo de los sitios, inmuebles o actividades. Las observaciones que se realicen respecto a dicho estudio serán de cumplimiento obligatorio y deberán informarse a la autoridad emisora.



2. “REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.”

A continuación se precisaran preceptos normativos en los cuales se encuentra información relativa a la seguridad, contenidas en el Reglamento de construcciones para el Distrito Federal.

La seguridad estructural, es el nombre que se le otorga al conjunto de condiciones de una edificación, entre las que se incluyen la solidez y la resistencia, cuya utilización resulta ser apropiada.

La seguridad estructural contempla dos aspectos distintos:

- Resistencia y estabilidad (que la edificación resista los esfuerzos previstos)
- Condiciones de servicio (que se pueda utilizar con normalidad)

Como criterio fundamental, es tener presente, que las construcciones deben ser diseñadas y construidas con asesoría de personal técnico profesional para garantizar su estabilidad estructural, lo que recae en un Ingeniero civil ó Arquitecto ó especialidad a fin, tal y como esta establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, lo expuesto se establece en los siguientes artículos:

ARTÍCULO 32.- Director Responsable de Obra es la persona física auxiliar de la Administración, con autorización y registro de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, que se hace responsable de la observancia de la Ley, de este Reglamento y demás disposiciones aplicables, en el acto en que otorga su responsiva relativa al ámbito de su intervención profesional.

“El Director Responsable de Obra es asistido por algunos técnicos llamados corresponsables y de de ellos existe la figura del corresponsable de seguridad estructural...”

ARTÍCULO 36.- “Corresponsable es la persona física auxiliar de la Administración, con autorización y registro de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, con los conocimientos técnicos adecuados para responder en forma conjunta con el Director Responsable de Obra, o autónoma en las obras en que otorgue su responsiva, en todos los aspectos técnicos relacionados al ámbito de su intervención profesional, mismos que son relativos a la seguridad estructural...”

Es importante mencionar que **el Reglamento de Construcciones en su Título Sexto de la Seguridad Estructural de las Construcciones**, nos introduce a temas de tan importancia



como lo son sus capítulos siguientes, donde encontraremos artículos enfocados a la seguridad estructural, durante el proceso de construcción y su vida útil de la edificación.

Generalidades

- a) De las características generales de las edificaciones
- b) De los criterios del diseño estructural
- c) De las cargas muertas
- d) De las cargas vivas
- e) Del diseño por sismo
- f) Del diseño por viento
- g) Del diseño de cimentaciones
- h) De las otras obras
- i) De las construcciones dañadas
- j) De las pruebas de carga

Dentro de las edificaciones será de suma importancia identificar el tipo de construcciones las cuales se clasifican en los siguientes grupos de conformidad en el **Capítulo 1 Generalidades en su ARTÍCULO 139** del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

I. Grupo A: Edificaciones cuya falla estructural podría constituir un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, depósitos de sustancias flamables o tóxicas, museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, y otras edificaciones a juicio de la Secretaría de Obras y Servicios.

II. Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen en:

- a) Subgrupo B1: Edificaciones de más de 30 m. de altura o con más de 6,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 de este Reglamento, y construcciones de más de 15 m. de altura o más de 3,000 m² de área total construida, en zona III; en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo: acceso y escaleras, incluyendo las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje;



- b) b) Edificios que tengan locales de reunión que puedan alojar más de 200 personas, templos, salas de espectáculos, así como anuncios autosoportados, anuncios de azotea y estaciones repetidoras de comunicación celular y/o inalámbrica, y
- c) c) Subgrupo B2: Las demás de este grupo.

Ante la revisión de una edificación, existen procedimientos para la revisión de la seguridad estructural como lo son los siguientes capítulos y sus artículos:

b) De las características generales de las edificaciones

ARTÍCULO 140.- *“El proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos. El proyecto, de preferencia, considerará una estructuración regular que cumpla con los requisitos que establecen las Normas. Las edificaciones que no cumplan con los requisitos de regularidad se diseñarán para condiciones sísmicas más severas, en la forma que se especifique en las Normas.”*

ARTÍCULO 141.- Toda edificación debe separarse de sus linderos con predios vecinos la distancia que señala la Norma correspondiente, la que regirá también las separaciones que deben dejarse en juntas de construcción entre cuerpos distintos de una misma edificación. Los espacios entre edificaciones vecinas y las juntas de construcción deben quedar libres de toda obstrucción.

Las separaciones que deben dejarse en colindancias y juntas de construcción se indicarán claramente en los planos arquitectónicos y en los estructurales.

ARTÍCULO 142.- Los acabados y recubrimientos cuyo desprendimiento pudiera ocasionar daños a los ocupantes de la edificación o a quienes transiten en su exterior, deben fijarse mediante procedimientos aprobados por el Director Responsable de Obra y por el Corresponsable en Seguridad Estructural, en su caso. Particular atención deberá darse a los recubrimientos pétreos en fachadas y escaleras, a las fachadas prefabricadas de concreto, así como a los plafones de elementos prefabricados de yeso y otros materiales pesados.

ARTÍCULO 143.- Los elementos no estructurales que puedan restringir las deformaciones de la estructura, o que tengan un peso considerable, muros divisorios, de colindancia y de fachada, pretilas y otros elementos rígidos en fachadas, escaleras y equipos pesados, tanques, tinacos y casetas, deben ser aprobados en sus características y en su forma de sustentación por el Director Responsable de Obra y por el Corresponsable en Seguridad Estructural en obras en que éste sea requerido.



c) De los criterios de diseño estructural

ARTÍCULO 146.- Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo.

ARTÍCULO 147.- Toda estructura y cada una de sus partes deben diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- I. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada, y
- II. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

ARTÍCULO 148.- Se considerará como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

“Sera importante tener conciencia que las estructuras se van agotando, por ejemplo cada sismo que resiste una estructura le resta el 10% de su capacidad de carga, por otro lado el concreto tiene una duración de entre 50 y 80 años, a partir de entonces su capacidad de resistencia se reduce”

ARTÍCULO 150.- En el diseño de toda estructura deben tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento, cuando este último sea significativo.

Las intensidades de estas acciones que deban considerarse en el diseño y la forma en que deben calcularse sus efectos se especifican en las Normas correspondientes.

Cuando sean significativos, deben tomarse en cuenta los efectos producidos por otras acciones, como los empujes de tierras y líquidos, los cambios de temperatura, las contracciones de los materiales, los hundimientos de los apoyos y las sollicitaciones originadas por el funcionamiento de maquinaria y equipo que no estén tomadas en cuenta en las cargas especificadas en las Normas correspondientes.



ARTÍCULO 151.- Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obren sobre las estructuras con su intensidad máxima, las cuales están contenidas en las Normas correspondientes.

Estas son:

- a) **“Las acciones permanentes”:** son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: **La carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a pre esfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos;**
- b) **“Las acciones variables”:** son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones que entran a esta categoría son: **la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo incluyendo los efectos dinámicos que puedan presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado; y**
- c) **“Las acciones accidentales”:** son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas solo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios.

“Sera necesario tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.”

ARTÍCULO 153.- La seguridad de una estructura debe verificarse para el efecto combinado e todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones que se describen en las Normas.

ARTÍCULO 154.- *“El propietario o poseedor del inmueble es responsable de los perjuicios que ocasione el cambio de uso de una edificación, cuando produzca cargas muertas o vivas mayores o con una distribución más desfavorable que las del diseño aprobado.”*

También es responsable de los perjuicios que puedan ser ocasionados por modificaciones a la estructura y al proyecto arquitectónico que modifiquen la respuesta de la estructura ante acciones sísmicas.”



ARTÍCULO 155.- Las fuerzas internas y las deformaciones producidas por las acciones se determinarán mediante un análisis estructural realizado por un método reconocido que tome en cuenta las propiedades de los materiales ante los tipos de carga que se estén considerando.

d) De las cargas muertas

ARTÍCULO 160.- Se consideran como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

- De manera general en una edificación sean todos los pesos unitarios de los materiales que la conforman.

e) De las cargas vivas

ARTÍCULO 161.- Se consideran cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. A menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se tomarán iguales a las especificadas en las Normas.

- En una edificación serán todas las fuerzas que se producen por uso y por ocupación.

f) Del diseño por sismo

“Las estructuras deben de calcularse para poder resistir un sismo de intensidad aproximadamente igual o mayor a 8° en la escala de Richter”, para esos 50 segundos que suceden cada 25 años.

ARTÍCULO 164.- En las Normas se establecen las bases y requisitos generales mínimos de diseño PAOT 51 para que las estructuras tengan seguridad adecuada ante los efectos de los sismos. Los métodos de análisis y los requisitos para estructuras específicas se detallarán en las Normas.

ARTÍCULO 165.- Las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno. En el caso de estructuras que no cumplan con las condiciones de regularidad, deben analizarse mediante modelos tridimensionales, como lo especifican las Normas.

ARTÍCULO 166.- Toda edificación debe separarse de sus linderos con los predios vecinos o entre cuerpos en el mismo predio según se indica en las Normas. En el caso de una nueva edificación en que las colindancias adyacentes no cumplan con lo estipulado en el párrafo



anterior, la nueva edificación debe cumplir con las restricciones de separación entre colindancias como se indica en las Normas. Los espacios entre edificaciones colindantes y entre cuerpos de un mismo edificio deben quedar libres de todo material, debiendo usar tapajuntas entre ellos.

g) Del diseño por viento

ARTÍCULO 168.- Las bases para la revisión de la seguridad y condiciones de servicio de las estructuras ante los efectos de viento y los procedimientos de diseño se establecen en las Normas.

h) Del diseño de cimentaciones

ARTÍCULO 169.- Toda edificación se soportará por medio de una cimentación que cumpla con los requisitos relativos al diseño y construcción que se establecen en las Normas.

"Las edificaciones no podrán en ningún caso desplantarse sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos o desechos." Sólo será aceptable cimentar sobre terreno natural firme o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados.

ARTÍCULO 170.- Para fines de este Título, el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta Zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelo para explotar minas de arena;

Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m. de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre, el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y

Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente comprensible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

La zona a que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal como se establecen en las



Normas. En caso de edificaciones ligeras o medianas, cuyas características se definan en dichas Normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas, si el predio está dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 m. de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable.

ARTÍCULO 171.- La investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio debe ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los mismos en la planta del predio y los procedimientos de edificación. Además, debe ser tal que permita definir:

En la zona I a que se refiere el artículo 170 de este Reglamento, si existen materiales sueltos superficiales, grietas, oquedades naturales o galerías de minas, y en caso afirmativo su apropiado tratamiento, y

En las zonas II y III a que se refiere el artículo 170 de este Reglamento, la existencia de restos arqueológicos, cimentaciones antiguas, grietas, variaciones fuertes de estratigrafía, historia de carga del predio o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia, de modo que todo ello pueda tomarse en cuenta en el diseño.

ARTÍCULO 172.- Deben investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las edificaciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomos, y tomarse en cuenta en el diseño y construcción de la cimentación en proyecto.

Asimismo, se investigarán la localización y las características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a la Red de Transporte Colectivo, de drenaje y de otros servicios públicos, con objeto de verificar que la edificación no cause daños a tales instalaciones ni sea afectada por ellas.

ARTÍCULO 173.- En el diseño de toda cimentación, se considerarán los estados límite de falla y de servicio tal y como se indican en las Normas.

Los estados límite de falla:

- Flotación
- Flujo local o general del suelo bajo la cimentación; y
- Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

Los estados de límite de servicio:

- Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión de la cimentación, con respecto al nivel del terreno circundante inclinación media de la construcción y;



- Deformación diferencial de la propia estructura y sus vecinas.
- Hundimientos regionales
- Peso propios de los elementos estructurales.
- Aceleración de la masa del suelo por sismo,
- Empujes laterales por rellenos,
- Descargas por excavación

En cada uno de estos movimientos se consideran el componente inmediato bajo carga estática, el accidental, principalmente por sismo y el diferido, por consolidación y la combinación de los tres.

i) De las otras obras

ARTÍCULO 174.- En el diseño de las excavaciones se considerarán los estados límite de falla y de servicio tal y como se indican en las Normas.

Estas son.

- a) De falla: colapso de taludes o de las paredes de excavación o del sistema de ademado de las mismas, **“falla de los cimientos de las constricciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por supresión en estratos adyacentes, y colapso del techo de cavernas o galerías.”**
- b) De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores esperadores de tales movimientos deberán de ser suficientemente reducidos para no causar daños a las construcciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios publicados. Además la recuperación por recarga no deberá ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio.

j) De las construcciones dañadas

ARTÍCULO 177.- No es necesario revisar la seguridad de edificaciones construidas antes del año 1900 si no han sufrido daños o inclinación significativos y siempre que no se hayan modificado sus muros u otros elementos estructurales ni se hayan incrementado significativamente las cargas originales.

No será necesaria la verificación cuantitativa de que cumplan los requisitos de estabilidad estructural establecidos en el Título Sexto de este Reglamento, en las edificaciones del Grupo A que satisfagan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) Que haya evidencia de que el edificio en cuestión no tiene daños estructurales ni los ha tenido ni ha sido reparado, y que el comportamiento de la cimentación ha sido satisfactorio; la evidencia se obtendrá de inspección exhaustiva de los



- elementos principales de la estructura, así como del comportamiento de la cimentación; se verificará que no se hayan efectuado modificaciones que afecten desfavorablemente su comportamiento;
- b) Que no existan defectos en la calidad de los materiales ni en la ejecución de la estructura, según conste en los datos disponibles sobre la construcción de la edificación, en la inspección de la estructura y en los resultados de las pruebas realizadas a los materiales;
- c) Que el sistema estructural sea idóneo para resistir fuerzas sísmicas y en particular, no presente excesivas asimetrías, discontinuidades ni irregularidades en planta o elevación que pudieran ser perjudiciales; en caso de que presente alguno de los defectos anteriores, éstos puedan eliminarse sin que se afecte la resistencia de la estructura, y IV. Que se trate de una escuela, que no sea de educación inicial, preescolar, primaria, media o media superior, o no aloje a más de cincuenta alumnos.

La verificación de que se cumpla con todos los requisitos anteriores deberá asentarse en la constancia expedida por un Corresponsable en Seguridad Estructural.

ARTÍCULO 178.- Todo propietario o poseedor de un inmueble tiene obligación de denunciar ante la Delegación los daños de que tenga conocimiento que se presenten en dicho inmueble, como los que pueden ser debidos a efectos del sismo, viento, explosión, incendio, hundimiento, peso propio de la edificación y de las cargas adicionales que obran sobre ella, o a deterioro de los materiales e instalaciones.

ARTÍCULO 179.- “Los propietarios o poseedores de las edificaciones que presenten daños, recabarán la constancia de seguridad estructural por parte de un Corresponsable en Seguridad Estructural, y del buen estado de las instalaciones por parte de los Corresponsables respectivos. Si se demuestra que los daños no afectan la estabilidad y buen funcionamiento de las instalaciones de la edificación en su conjunto o de una parte significativa de la misma puede dejarse en su situación actual, o bien solo repararse o reforzarse localmente. De lo contrario, el propietario o poseedor de la edificación está obligado a llevar a cabo las obras de refuerzo y renovación de las instalaciones que se especifiquen en el proyecto respectivo, según lo que se establece en el artículo siguiente.”

ARTÍCULO 180.- El proyecto de refuerzo estructural y las renovaciones de las instalaciones de una edificación, a que se refiere el artículo anterior, debe cumplir con lo siguiente:

- a) Diseñarse para que la edificación alcance cuando menos los niveles de seguridad establecidos en este Reglamento para las edificaciones nuevas;
- b) Basarse en una inspección detallada de los elementos estructurales y de las instalaciones, en la que se retiren los acabados y recubrimientos que puedan ocultar daños estructurales, y de las instalaciones;



- c) Contener las consideraciones hechas sobre la participación de la estructura existente y de refuerzo en la seguridad del conjunto, así como detalles de liga entre ambas, y las modificaciones de las instalaciones;
- d) Basarse en el diagnóstico del estado de la estructura y las instalaciones dañadas, así como en la eliminación de las causas de los daños que se hayan presentado;
- e) Incluir una revisión detallada de la cimentación y de las instalaciones ante las condiciones que resulten de las modificaciones a la estructura, y
- f) Someterse al proceso de revisión que establezca la Delegación para el registro de manifestación de construcción o la expedición de la licencia de construcción especial respectiva.

ARTÍCULO 181.- Para la revisión de la seguridad estructural en edificaciones que estén inclinadas más de 1% de su altura, se incrementarán los coeficientes de diseño sísmico, según se establece en las Normas.

ARTÍCULO 182.- Antes de iniciar las obras de refuerzo y reparación, debe demostrarse que la edificación dañada cuenta con la capacidad de soportar las cargas verticales estimadas y 30 % de las laterales que se obtendrían aplicando las presentes disposiciones con las cargas vivas previstas durante la ejecución de las obras. Para alcanzar dicha resistencia será necesario en los casos que se requieran, recurrir al apuntalamiento o rigidización temporal de la estructura, completa o alguna de sus partes.

k) De las pruebas de carga

ARTÍCULO 185.- Será necesario comprobar la seguridad de una estructura por medio de pruebas de carga en los siguientes casos:

En las obras provisionales o de recreación que puedan albergar a más de 100 personas;
Cuando no exista suficiente evidencia teórica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura en cuestión, y
Cuando la Delegación previa opinión de la Secretaría de Obras y Servicios lo determine conveniente en razón de duda en la calidad y resistencia de los materiales o en cuanto al proyecto estructural y a los procedimientos constructivos. La opinión de la Secretaría tendrá el carácter de vinculatorio.

ARTÍCULO 186.- Para realizar una prueba de carga mediante la cual se requiera verificar la seguridad de la estructura, se seleccionará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará, de acuerdo con las siguientes disposiciones:



Cuando se trate de verificar la seguridad de elementos o conjuntos que se repiten, bastará seleccionar una fracción representativa de ellos, pero no menos de tres, distribuidas en distintas zonas de la estructura;

1. La intensidad de la carga de prueba deberá ser igual a 85% de la de diseño incluyendo los factores de carga que correspondan;
2. La zona en que se aplique será la que produzca los efectos más desfavorables, en los elementos o conjuntos seleccionados;
3. Previamente a la prueba se someterán a la aprobación de la Secretaría de Obras y Servicios, el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dicha prueba, tales como deflexiones, vibraciones y agrietamientos;
4. Para verificar la seguridad ante cargas permanentes, la carga de prueba se dejará actuando sobre la estructura no menos de 24 horas;
5. Se considerará que la estructura ha fallado si ocurre una falla local o incremento local brusco de desplazamiento o de la curvatura de una sección. Además, si 24 horas después de quitar la sobrecarga la estructura no muestra una recuperación mínima de 75 % de su deflexión, se repetirá la prueba;
6. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de 72 horas de haberse terminado la primera;
7. Se considerará que la estructura ha fallado si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza, en 24 horas, el 75 % de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba;
8. Si la estructura pasa la prueba de carga, pero como consecuencia de ello se observan daños tales como agrietamientos excesivos, debe repararse localmente y reforzarse. Podrá considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, aún si la recuperación de las flechas no alcanzaran en 75 %, siempre y cuando la flecha máxima no exceda de $2 \text{ mm} + L^2 / (20,000h)$, donde L, es el claro libre del miembro que se ensaye
9. y h su peralte total en las mismas unidades que L; en voladizos se tomará L como el doble del claro libre;
10. En caso de que la prueba no sea satisfactoria, debe presentarse a la Delegación un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes, el cual será objeto de opinión por parte de la Secretaría de Obras y Servicios. Una vez realizadas las modificaciones, se llevará a cabo una nueva prueba de carga;
11. Durante la ejecución de la prueba de carga, deben tomarse las medidas necesarias para proteger la seguridad de las personas;
12. El procedimiento para realizar pruebas de carga de pilotes será el incluido en las Normas, y
13. Cuando se requiera evaluar mediante pruebas de carga la seguridad de una edificación ante efectos sísmicos, deben diseñarse procedimientos de ensaye y criterios de evaluación que tomen en cuenta las características peculiares de la acción sísmica, como son la aplicación de efectos dinámicos y de repeticiones de



carga alternadas. Estos procedimientos y criterios deben ser aprobados por la Secretaría de Obras y Servicios.

En la revisión de las Instalaciones de una Edificación, se tomara en cuenta del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el Capítulo VII De las Instalaciones en sus artículos:

ARTÍCULO 215.- En las instalaciones se emplearán únicamente tuberías, válvulas, conexiones materiales y productos que satisfagan las Normas y las demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 216.- Los procedimientos para la colocación de instalaciones se sujetarán a las siguientes disposiciones:

- a) El Director Responsable de Obra programará la colocación de las tuberías de instalaciones en los ductos destinados a tal fin en el proyecto, los pasos complementarios y las preparaciones necesarias para no romper los pisos, muros, plafones y elementos estructurales;
- b) En los casos que se requiera ranurar muros y elementos estructurales para la colocación de tuberías, se trazarán previamente las trayectorias de dichas tuberías, y su ejecución será aprobada por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Seguridad Estructural y el Corresponsable en Instalaciones, en su caso. Las ranuras en elementos de concreto no deben afectar a los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo señalados en las Normas;
- c) Los tramos verticales de las tuberías de instalaciones se colocarán empotrados en los muros o elementos estructurales o sujetos a éstos mediante abrazaderas, y
- d) Las tuberías alojadas en terreno natural se sujetarán a las disposiciones indicadas en las Normas.

ARTÍCULO 217.- Los tramos de tuberías de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, contra incendio, de gas, vapor, combustibles líquidos, aire comprimido, oxígeno y otros, deben unirse y sellarse herméticamente, de manera que se impida la fuga del fluido que conduzcan, para lo cual debe observarse lo que se establece en las Normas y demás disposiciones aplicables.

El Título VIII, Del uso, operación y mantenimiento, del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, nos permite determinar que cualquier edificación requerirá de un mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso; en lo siguientes artículos se indica lo siguiente:

ARTÍCULO 230.- Ningún inmueble podrá utilizarse para un uso diferente del autorizado ni modificar el funcionamiento estructural del proyecto aprobado, sin haber obtenido



previamente el cambio de uso, de lo contrario, la Delegación ordenará, con base en el dictamen técnico, lo siguiente:

- a) La restitución de inmediato al uso aprobado, en caso de que pueda hacerse sin la necesidad de efectuar obras, y
- b) La ejecución de obras, adaptaciones, instalaciones y otros trabajos que sean necesarios para el correcto funcionamiento del inmueble y restitución al uso aprobado, dentro del plazo que para ello se señale.

ARTÍCULO 231.- Los propietarios o poseedores de las edificaciones y predios tienen obligación de conservarlos en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene, evitar que se conviertan en molestia o peligro para las personas o los bienes, reparar y corregir los desperfectos, fugas, de no rebasar las demandas de consumo del diseño autorizado en las instalaciones y observar, las siguientes disposiciones:

- a) Los acabados en las fachadas deben mantenerse en buen estado de conservación, aspecto e higiene;
- b) Los predios, excepto los que se ubiquen en zonas que carezcan de servicios públicos de urbanización, deben contar con cercas en sus límites que no colinden con edificaciones permanentes o con cercas existentes, de una altura mínima de 2.50 m, construidas con cualquier material, excepto madera, cartón, alambrado de púas y otros similares que pongan en peligro la seguridad de personas y bienes;
- c) Los predios no edificados deben estar libres de escombros, basura y drenados adecuadamente;
- d) Quedan prohibidas las instalaciones y edificaciones precarias en las azoteas, cualquiera que sea el uso que pretenda dárseles, y
- e) El suelo de cimentación debe protegerse contra deterioro por intemperismo, arrastre por flujo de aguas superficiales o subterráneas y secado local por la operación de calderas o equipos similares.

Cuando se estipule con el dictamen de la edificación y se requieran medidas de seguridad, se tomaran en cuenta **Capítulo IX De las medidas de seguridad**, en sus artículos:

ARTÍCULO 222.- Cuando la Administración tenga conocimiento de que una edificación, estructura o instalación presente algún peligro para las personas o los bienes, previo dictamen técnico de autoridad competente, requerirá a su propietario o poseedor con la urgencia que el caso amerite, para que realice las reparaciones, obras o demoliciones necesarias, de conformidad con la Ley.

ARTÍCULO 226.- Si como resultado del dictamen técnico y una vez que el particular hubiere sido requerido para realizar las reparaciones, obras o demoliciones indispensables y fuere necesario ejecutar algunos de los trabajos mencionados en el artículo 222 de este



Reglamento, para los que se requieran efectuar la desocupación parcial o total de una edificación, la Administración, una vez que se haya requerido al particular realizar las reparaciones, obras y demoliciones necesarias, y siempre que existan razones de urgencia ante la presencia de una situación de peligro inminente para sus ocupantes podrá hacer uso de la fuerza pública para hacer cumplir la orden.

Casi siempre se omite u olvida que la seguridad estructural y operación debe de ser realizada cada tres años, para la cual se deberá de presentar la responsiva del Director Responsable de Obra y, en su caso la del Corresponsable, así esta establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en su Artículo 68, El propietario o poseedor de una instalación o edificación recién construida, referidas en los artículos 69 y 90 relativas a las edificaciones de riesgo alto, y 139 de este Reglamento, así como de aquéllas donde se realicen actividades de algún giro industrial en las que excedan la ocupación de 40 m², debe presentar junto con el aviso de terminación de obra ante la Delegación respectiva, el Visto Bueno de Seguridad y Operación con la responsiva de un Director Responsable de Obra y del o los Corresponsables, en su caso.

Visto Bueno de Seguridad Estructural y Operación debe de incluir la constancia de seguridad estructural, en su caso.

“Cabe mencionar que esta renovación del Visto Bueno de Seguridad y Operación se realizara cada tres años.”

De entre otras disposiciones normativas se enuncian las siguientes, ya que fueron invocadas anteriormente y las que nos ayudan a conceptualizar de forma mas precisa las ideas explicadas:

ARTÍCULO 69.- Requieren el Visto Bueno de Seguridad y Operación las edificaciones e instalaciones que a continuación se mencionan:

- I. Escuelas públicas o privadas y cualquier otra edificación destinadas a la enseñanza;
- II. Centros de reunión, tales como cines, teatros, salas de conciertos, salas de conferencias, auditorios, cabarets, discotecas, peñas, bares, restaurantes, salones de baile, de fiesta o similares, museos, estadios, arenas, hipódromos, plazas de toros, hoteles, tiendas de autoservicio y cualquier otro con una capacidad de ocupación superior a las 50 personas;
- III. Instalaciones deportivas o recreativas que sean objeto de explotación mercantil, tales como canchas de tenis, frontenis, squash, karate, gimnasia rítmica, boliches, albercas, locales para billares o juegos de salón y cualquier otro con una capacidad de ocupación superior a las 50 personas;



- IV. Ferias con aparatos mecánicos, circos, carpas y cualesquier otro con usos semejantes. En estos casos la renovación se hará además, cada vez que cambie su ubicación, y
- V. Ascensores para personas, montacargas, escaleras mecánicas o cualquier otro mecanismo de transporte electromecánico.

ARTÍCULO 71.- Para las construcciones del grupo A, a que se refiere el artículo 139 de este Reglamento, se debe registrar ante la Delegación una Constancia de Seguridad Estructural, renovada cada cinco años o después de un sismo cuando la Administración lo determine, en la que un Corresponsable en Seguridad Estructural haga constar que dichas construcciones se encuentran en condiciones adecuadas de seguridad, de acuerdo con las disposiciones de este Reglamento y sus Normas.

Si la constancia del Corresponsable determina que la construcción no cumple con las condiciones de seguridad, ésta debe reforzarse o modificarse para satisfacerlas.

ARTÍCULO 74.- Para garantizar las condiciones de habitabilidad, accesibilidad, funcionamiento, higiene, acondicionamiento ambiental, eficiencia energética, comunicación, seguridad en emergencias, seguridad estructural, integración al contexto e imagen urbana de las edificaciones en el Distrito Federal, los proyectos arquitectónicos correspondientes debe cumplir con los requerimientos establecidos en este Título para cada tipo de edificación, en las Normas y demás disposiciones legales aplicables.

3. NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FERAL.

Las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, están clasificadas de la siguiente forma:

Existen en las Normas Técnicas formas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal consideraciones para evaluar la seguridad estructural, en las que se indica que para evaluar la seguridad estructural de una edificación se deberán considerar, entre otros, su deformabilidad, los defectos e irregular en la estructuración y cimentación, el riesgo inherente a su ubicación, la interacción con las estructuras vecinas, la calidad del mantenimiento y el uso al que se destine, esto deriva mencionar la norma siguiente:



“NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO”

Estas Normas son de aplicación general para todo tipo de edificación con las especificaciones y excepciones que en ellas se indican, se incluyen las edificaciones prefabricadas permanentes destinadas a vivienda.

Señalan la aplicabilidad de otras disposiciones, tales como las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX) cuando así procede. El cumplimiento de estas Normas queda bajo la responsabilidad de los **Directores Responsables de Obra y de los Corresponsables**, en su caso.

El proyecto arquitectónico para las edificaciones en el Distrito Federal debe prever las condiciones, elementos y dispositivos de apoyo para las personas con discapacidad, incluyendo a los menores, a las gestantes y a los adultos mayores, éstas brindarán las facilidades mínimas necesarias para el libre acceso.

Las condiciones, elementos y dispositivos de apoyo para las personas con discapacidad se encuentran en los primeros incisos de los requisitos complementarios a las tablas correspondientes a cada uno de los elementos del proyecto arquitectónico que aparecen en estas Normas. En esta sección se incorporan sólo las disposiciones aplicables a los espacios no comprendidos en las edificaciones, en áreas exteriores y en vialidades públicas.

Para mayor información se recomienda consultar el Manual Técnico de Accesibilidad, editado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Gobierno del Distrito Federal.

“NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA”

Alcance

Estas Normas contienen requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción de estructuras de mampostería.

Los Capítulos 2 a 10 de estas disposiciones se aplican al análisis, diseño, construcción e inspección de estructuras de mampostería con muros constituidos por piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas, o por piedras naturales unidas por un mortero aglutinante. Incluyen muros reforzados con armados interiores, castillos, cadenas o contrafuertes.

Los Capítulos 4 a 7 se refieren a los diferentes sistemas constructivos a base de mampostería con piedras artificiales. Si bien el comportamiento de los sistemas constructivos es, en términos generales, similar, se establece la división en capítulos para facilitar el proceso de análisis y diseño.

El Capítulo 8 se aplica al diseño de estructuras hechas con piedras naturales.

Los Capítulos 9 y 10 se refieren a la construcción y a la inspección y control de obra.

El Capítulo 11 se aplica a la evaluación y rehabilitación de estructuras de mampostería.



“NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES”

Alcance

Las presentes Normas no son un manual de diseño y por tanto no son exhaustivas. Sólo tienen por objeto fijar criterios y métodos de diseño y construcción de cimentaciones que permitan cumplir los requisitos mínimos definidos en el Capítulo VIII del Título Sexto del Reglamento. Los aspectos no cubiertos por ellas quedan a criterio del Director Responsable de Obra y, en su caso, del Corresponsable en Seguridad Estructural y serán de su responsabilidad. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan también puede ser aceptable, pero requerirá la aprobación expresa de la Administración

“NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR VIENTO”

Alcance

En estas Normas se detallan y amplían los requisitos de diseño por viento contenidos en el Capítulo VII del Título Sexto del Reglamento.

Los procedimientos aquí indicados se aplicarán conforme a los criterios generales de diseño especificados en dicho título. En particular, deberán aplicarse a las acciones debidas al viento los factores de carga correspondientes a acciones accidentales fijados en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

“NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO”

Alcance

Los requisitos de estas Normas tienen como propósito obtener una seguridad adecuada tal que, bajo el sismo máximo probable, no habrá fallas estructurales mayores ni pérdidas de vidas, aunque pueden presentarse daños que lleguen a afectar el funcionamiento del edificio y requerir reparaciones importantes. El Director Responsable de Obra, de acuerdo con el propietario, puede decidir que se diseñe el edificio para que satisfaga requisitos más conservadores que los aquí establecidos, con el fin de reducir la probabilidad de pérdidas económicas en la construcción a cambio de una inversión inicial mayor.



CAPITULO 2.- ACTIVIDADES ESPECIFICAS DEL EVALUADOR

2.1 “Determinación de la Zona Geotécnica.”

El revisor en esta etapa, la cual se considera de primera necesidad ante una inspección, realizara el reconocimiento de la zona geotécnica del sitio donde se ubica la edificación construida, ya que será elemental conocer las características del subsuelo, con la finalidad de generar una idea de las posibles fallas

De acuerdo a la Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México, establecida en el artículo 170 del Capítulo VIII del Título Sexto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

- a) **Zona I. Lomas**, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados;
- b) **Zona II. Transición**, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros; y
- c) **Zona III. Lacustre**, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

La figura siguiente únicamente podrá usarse para definir la zona a la que pertenece un predio, en el caso de las construcciones ligeras o medianas de poca extensión y con excavaciones someras definidas en el inciso a) de la tabla 2.1. En este caso, los predios ubicados cerca de las fronteras entre dos de las zonas se supondrán ubicados en la más desfavorable. En cualquier otro caso, la zona se definirá a partir de exploraciones directas del subsuelo.



En la fig. 2.1 se muestran las porciones del Distrito Federal cuyo subsuelo se conoce aproximadamente en cuanto a la zonificación anterior.

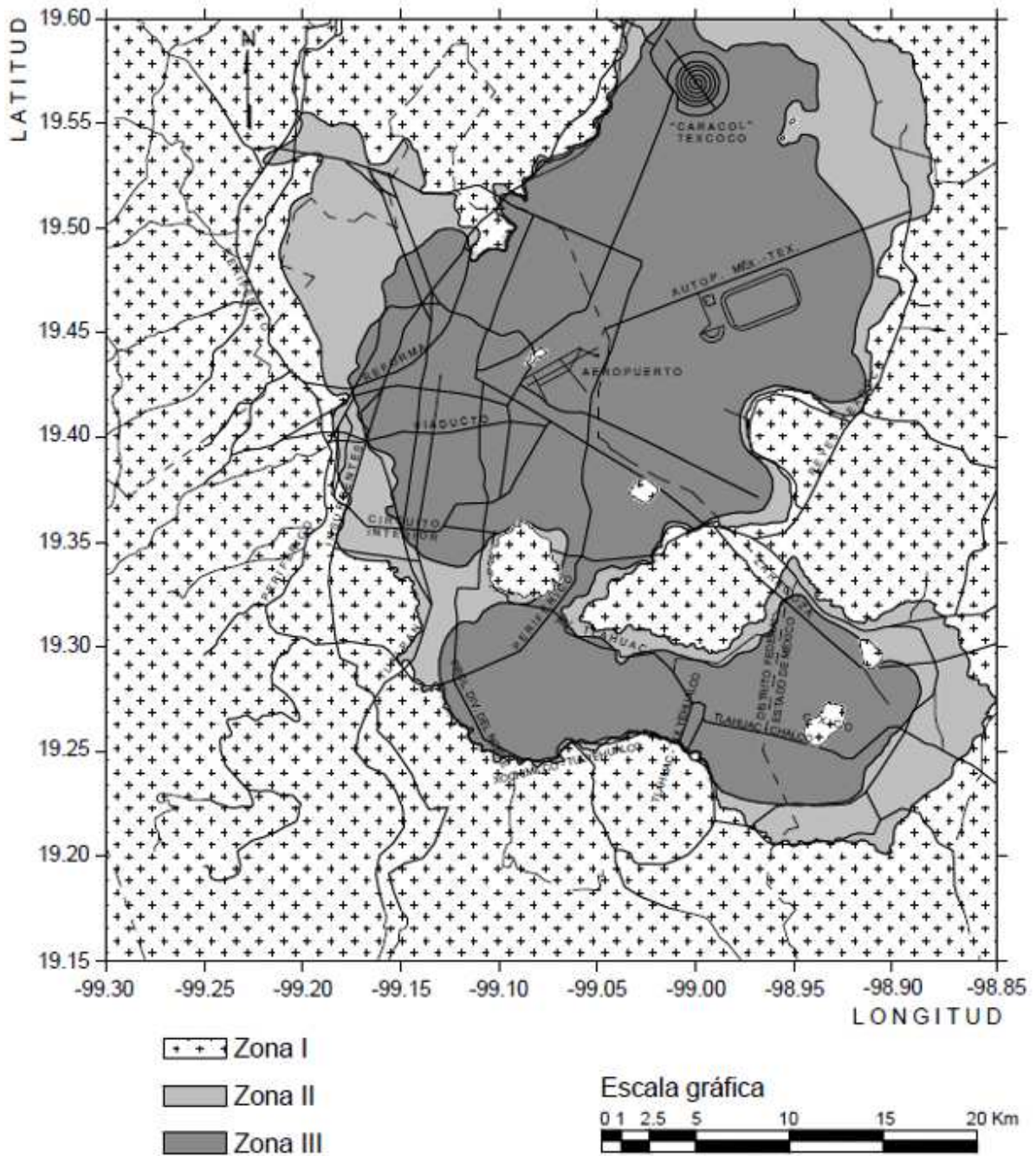


Figura 2.1 Zonificación geotécnica de la ciudad de México

La investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio se apoyará en el conocimiento geológico general y local que se tenga de la zona de interés y deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación y la variación de los mismos en el predio. Además, deberá permitir obtener información suficiente sobre los aspectos siguientes:

1) En la zona I se averiguará si existen en ubicaciones de interés materiales sueltos superficiales, grietas, oquedades naturales o galerías de minas y, en caso afirmativo, se obtendrá la información requerida para su apropiado tratamiento.

En la porción de la zona I no cubierta por derrames basálticos, los estudios se iniciarán con un reconocimiento detallado del lugar donde se localice el predio, así como de las barrancas, cañadas o cortes cercanos al mismo, para investigar la existencia de bocas de antiguas minas o de capas de arena, grava y materiales pumíticos que hubieran podido ser objeto de explotación subterránea en el pasado. El reconocimiento deberá complementarse con los datos que proporcionen habitantes del lugar y la observación del comportamiento del terreno y de las construcciones existentes así como el análisis de fotografías aéreas antiguas. Se determinará si el predio fue usado en el pasado como depósito de desechos o fue nivelado con rellenos colocados sin compactación. Se prestará asimismo atención a la posibilidad de que el suelo natural esté constituido por depósitos de arena en estado suelto o por materiales finos cuya estructura sea inestable en presencia de agua o bajo carga. En los suelos firmes se buscarán evidencias de grietas limpias o rellenas con material de baja resistencia, que pudieran dar lugar a inestabilidad del suelo de cimentación, principalmente, en laderas abruptas.

Se prestará también atención a la posibilidad de erosión diferencial en taludes o cortes, debida a variaciones del grado de cementación de los materiales que los constituyen. En las zonas de derrames basálticos, además de localizar los materiales volcánicos sueltos y las grietas superficiales que suelen estar asociados a estas formaciones, se buscarán evidencias de oquedades subterráneas dentro de la lava que pudieran afectar la estabilidad de las cimentaciones. Se tomará en cuenta que, en ciertas áreas del Distrito Federal, los derrames basálticos yacen sobre materiales arcillosos compresibles.

2) En las zonas II y III, se averiguará la historia de carga del predio y la existencia de cimentaciones antiguas, restos arqueológicos, rellenos superficiales antiguos o recientes, variaciones fuertes de estratigrafía, suelos inestables o colapsables, o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia, de modo que todo ello pueda tomarse en cuenta en el diseño. Asimismo, en estas zonas se deberá investigar la existencia de grietas en el terreno, principalmente en las áreas de transición abrupta entre las zonas I y III que se pueden apreciar en el mapa de la fig. 2.1.



“De lo anterior se determina que para el caso de estudio se considera que la Colonia de Santiago Zapotitlán en la Delegación Tláhuac, se ubica en la zona identificada como la zona de Transición, según lo establece el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y construcción de Cimentaciones.”

2.2 Tipos de Edificaciones en la Zona de Estudio.

Los predios ubicados dentro de la demarcación de la Colonia de Santiago Zapotitlán en la Delegación Tláhuac, se pueden describir como la autoconstrucción de inmuebles constituidos en diferentes niveles, a partir de planta baja hasta 2 niveles superiores, en donde la superficie de terreno tiende a ser desde los 200 m², hasta 500 m².

En esta zona se puede observar que la construcción de los inmuebles se llevan por etapas constructivas, conforme la economía de los habitantes, en algunos casos y generalmente se ha constatado que existen diferentes tipos de casas habitación como lo que pueden ser de manera simplificada:

Estas casas habitación se pueden catalogar desde la autoconstrucción, sin llevar a cabo una adecuada planeación y supervisión por un especialista, donde se construye a nivel de suelo, sin elementos estructurales en sus vértices como castillos y trabes de concreto armado y losas de concreto armado, generalmente son a base de muros de tabique con techumbres de laminas de asbesto-cemento, carton entre otros, apoyadas sobre vigas o polines de madera.

2.3 Descripción Estructural

La descripción en las estructuras de los inmuebles de la colonia Santiago Zapotitlán, se conforman por elementos estructurales que tienen la capacidad y resistencia de soportar acciones que puedan afectar a la estructura, mas sin en cambio en campo se llevaron a acabo los siguientes criterios para poderlo describirlo:

Durante el análisis general del inmueble se considero el tipo de construcción de los inmuebles para determinar su forma de estructuración, sin embargo se deben establecer los siguientes aspectos en campo:

- a. Investigación del tipo de cimentación y construcción.
- b. Análisis en sitio para la determinación de tipos de muros (muros de carga o muros divisorios)
- c. Identificación de elementos estructurales castillos y trabes
- d. Identificación de sistemas de piso
- e. Tipo de materiales utilizados en la construcción
- f. Identificación de Simetría y estructuración regular del inmueble construido.

a. Investigación del tipo de cimentación y construcción.

La cimentación de los diferentes inmuebles en la Colonia de Santiago Zapotitlán, se basan generalmente en cimentaciones superficiales los cuales se encuentran construidas a base de mampostería de piedra brasa unidos con juntas de mortero cemento-arena o bien cal-arena. Estos cimios son de dos tipos: de un escarpio para muros de colindancia (bardas) y de dos escarpios para muros interiores y así mismo existen zapatas corridas, de colindancia, combinadas y asiladas de concreto armado.

Lo antes expuesto se describe e ilustra de manera representativa en las siguientes imágenes y descripciones de cimentaciones:

La Cimentación aislada: se utilizan generalmente para terrenos duros, ya sea en zapatas cuadradas, redondas, dados o especiales, esta son recomendables por su trabajo con relación al tipo de suelo.

Si las cargas por la cimentación aislada, son pequeñas no necesitan elementos de liga entre si, cuando se trate de cargas mayores y se tiene un terreno de baja resistencia, es necesario utilizar dicho elemento de unión entre las cimentaciones, generalmente están fabricadas de concreto armado con varillas de refuerzo de 3/8”.

Los cimios de mampostería se utilizan cuando las cargas no son muy fuertes y la construcción es permanente, por lo que si el peso es excesivo y la resistencia del terreno es baja, no es recomendable utilizar este tipo de cimios. El ángulo que forma la superficie inclinada para proporcionar la ampliación de la base, no será menor de 60° grados con relación a la horizontal y el ancho de la base no deberá de pasar de 1.50 mts.

La Cimentación corrida: se puede utilizar para estructuras de muros de carga, de apoyos aislados o mixtos, es decir, se utiliza generalmente con claros de 5.00 mts., entre muros con una altura total de 12.00 mts.

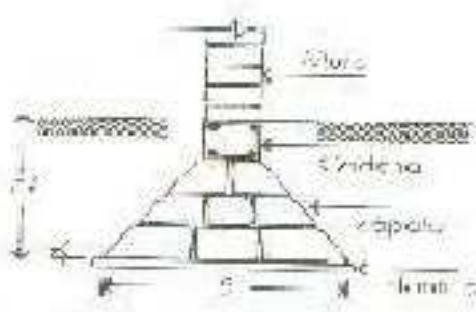
A partir de estas dimensiones los elementos cimentantes resultaran mas caros y pesados, por lo que se hace necesario buscar otro tipo de diseño estructural para la cimentación. El uso de la cimentación corrida es muy común, sobre todo cuando se trata de casa-habitación con estructura libre o especial; se puede inclusive tener una combinación de concreto y piedra, si el terreno es lo suficientemente resistente para soportar dicha carga.

Los cimios de concreto ciclópeo es un tipo de cimentación corrida, se construyen excavando una cepa de aproximadamente 50 cm., de ancho y 70 cm., de profundidad y se vierte en ella mezcla de concreto (1:3:6) y piedras de 5 a 35 cm. Al mismo tiempo, llenándose todos los huecos y enrasando hasta el nivel del terreno, formando la corona del cimio en caso de que se requiera mayor resistencia se colocara una dala de

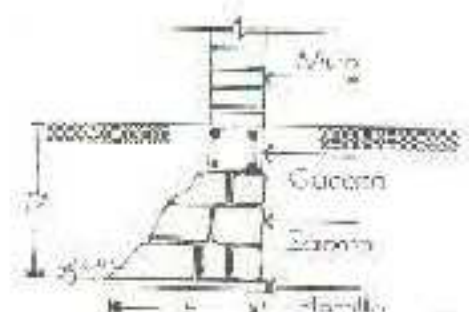


concreto armado de 15 cm., de altura y del ancho del muro, este tipo de cimientos se usa donde la cepa o zanja se pueda cavar perfectamente a plomo.

Los cimientos de concreto armado consisten en una placa de concreto de 10 a 15cm., de espesor y un armado por lo general formado por varillas de 3/8" y 1/2" con una separación de 10 a 15 cm., formando un emparillado que se coloca en la parte baja, si se tienen cargas fuertes o claros mayores de 3 mts., se construyen contra-trabes de concreto integral a la zapata, formando una sola pieza con la placa (zapata corrida).

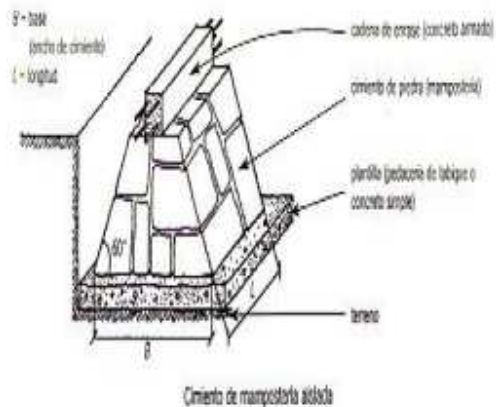
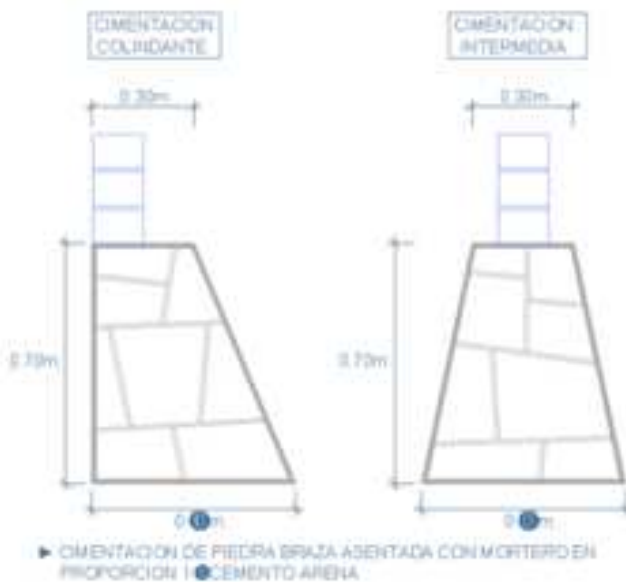


a) En muro interior



b) En muro exterior o colindancia

CIMENTACION CORRIDA DE MAMPOSTERIA



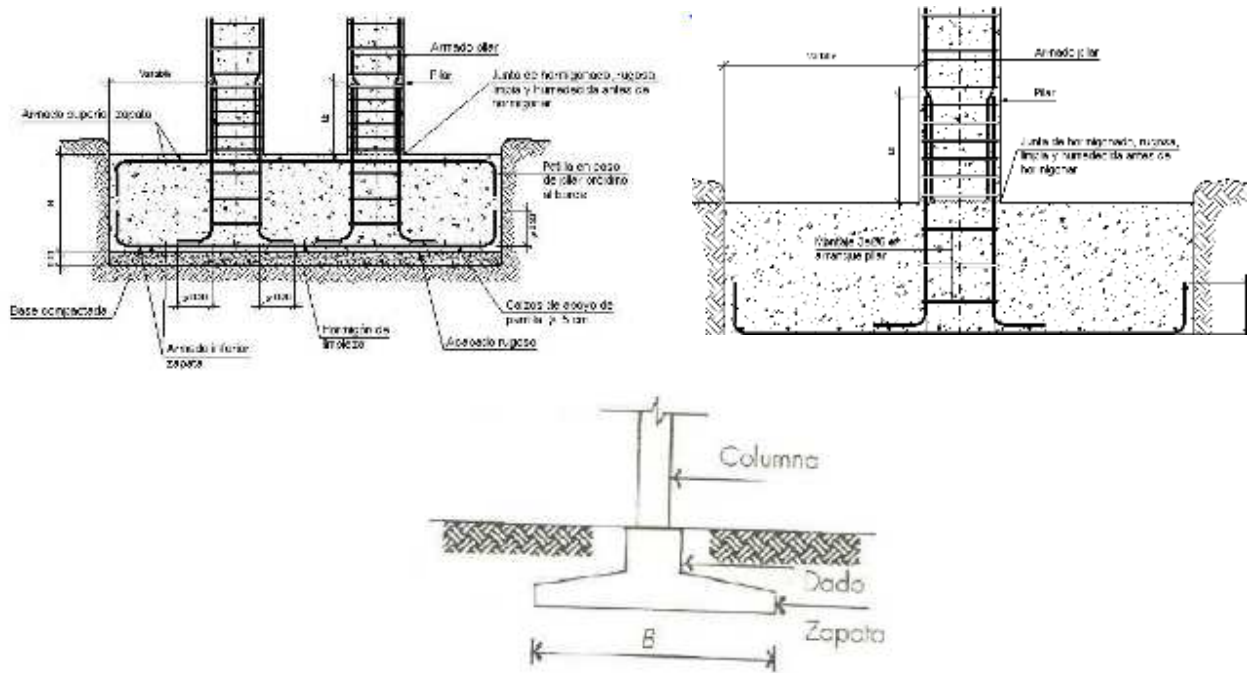


Figura 12 Cimentación aislada, Zapata

Algunos materiales que se tienen que se identificaron durante la revisión de la cimentación son:

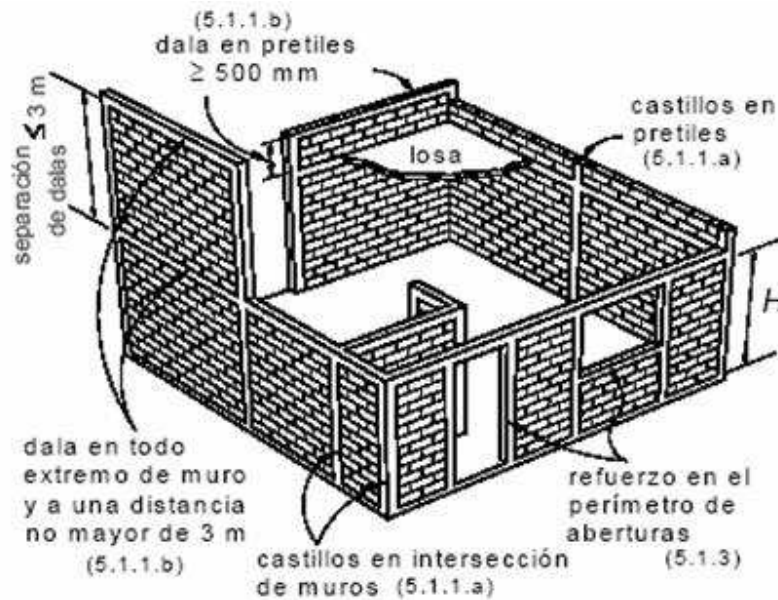
- a) Piedra: braza, roja, bola, etc.
- b) Concreto: simple, armado, ciclópeo, prefabricado, etc.
- c) Mixtos: piedra braza y concreto armado
- d) Madera: vigas, polines, etc. (provisionales)
- e) Tabique: (provisionales)
- f) Metal: viguetas, placas, etc.

b. y c. Análisis en sitio para la determinación de tipos de muros (muros de carga o muros divisorios) e Identificación de elementos estructurales castillos y traveses.

Durante la inspección en la forma de estructuración al interior y exterior de los inmuebles en la Colonia Santiago Zapotitlán se consta y revisa la existencia de muros de tabique con elementos estructurales en sus vértices como lo son castillos y traveses de concreto armado, por lo que son denominados mampostería confinada, cuyo alcance se informa en las normas técnicas complementarias en su apartado 5. MAMPOSTERÍA CONFINADA, el cual menciona:



Es la que está reforzada con castillos y dalas. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos 5.1.1 a 5.1.4., de las normas técnicas complementarias, en esta modalidad los castillos o porciones de ellos se cuelean una vez construido el muro o la parte de él que corresponda.



Sin embargo el revisor deberá tener en cuenta que los muros generalmente son elementos que soportan el techo y el entrepiso de una construcción y que en estos existen muros tradicionales, por lo que se conocerá el tipo muros, y que en algunos casos se han empleado en demás casas habitación.

Continuando con la inspección al interior de los inmuebles se identificara que los muros y sus tipos, los cuales deberán de contener castillos y trabes (dalas), esto apoyándose conforme al punto 5.1.1 Castillos y dalas exteriores de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, el cual dice: "Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros, y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que $1.5 H$ ni 4 m. Los pretilos o parapetos deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 m..."

Derivado al párrafo anterior se pueden determinar la función de los tipos de muros, mismos que se pueden clasificarse de la siguiente manera:

Según su trabajo mecánico en:

- Carga
- Contener o retener
- Dividir

Según su posición en:

- Interiores
- Exteriores

Según su función en:

- Cargar
- Aislar
- Separar
- Decorar
- Contener

Los muros de carga:

Tienen la función de cargar y soportar esfuerzos de compresión, para su resistencia se toma en cuenta el aglutinante y sus dimensiones. Dentro de las condiciones que deben reunir, es que el espesor de un muro de carga se halla en relación directa con el peso que soporta y la fatiga de trabajo de sus componentes.

Los materiales que se pueden emplear para construir un muro, pueden ser naturales o artificiales.

Los materiales naturales más comunes son: la piedra braza, piedra laja y piedra bola; la piedra braza es la más empleada por su fácil manejo y resistencia al desgaste.

Los materiales artificiales más usados son concreto armado, ladrillo de barro, bloc de cemento y adobe.

Muro de concreto armado:

Este muro está construido básicamente por concreto y acero de refuerzo, sus funciones pueden ser de carga o contención, para su construcción se utiliza cimbra para darle altura y espesor, se arma y posteriormente se cuela el concreto dentro de dicha cimbra.

Muros de Ladrillo de barro:

Sus dimensiones más comunes son 7x14x28 cms., fabricado en moldes de madera y horneados, este elemento es muy usado en la construcción. Para la elaboración de un muro de este material, se unen con un mortero formado por cemento-cal-arena. Sus funciones pueden ser de carga, divisorio, decorativo, etc.

Muro de bloc de cemento:

Este tipo de bloc es elaborado con maquina, a base de cemento o de concreto. Tiene impermeabilidad, resistencia y uniformidad en sus dimensiones. Su capade aire interior



sirve de aislante y a su vez evita peso muerto. Para su colocación deben estar perfectamente secos y en sus partes huecas se les puede colocar refuerzos verticales.

Muro de Adobe:

Las medidas de este material son variables; elaborado con arcilla, zacate o paja para darle consistencia; hecha la mezcla con estos elementos, se coloca en un molde y se apisona. Este material es desgastable, con poca resistencia a la compresión, fricción y humedad, muy salitroso.

Los Muros de Contención o Retención:

Estos tienen la función de contener o retener líquido, material granulado o viento. Trabajan con dos cargas, la vertical (su propio peso), y la horizontal (el elemento a contener), así mismo, con cargas adicionales sobre el muro, con lo que hace la función de un muro de carga.

Los muros de contención deben de cumplir con las siguientes condiciones:

No se voltearán

Esto se evita aumentando el peso de la base.

No se desplazará

Esta acción se evita haciendo un buen empotramiento en el terreno, aumentando el peso y los refuerzos.

No se flexionará

Haciendo un cálculo a flexión (solo en muros de concreto y fierro reforzados).

No debe fallar por esfuerzo cortante

En ninguna altura se logrará con un buen cálculo a cortante. Algunos ejemplos de este tipo de muro son: bardas, cortinas de presas, almacenes de granos, etc.

Muros Divisorios

Son aquellos que tienen la función de separar o aislar espacios, estos muros no están diseñados para soportar cargas estructurales y generalmente son ligeros. Los materiales para hacer este tipo de construcción son diversos: ladrillo, bloc-madera, metal, plástico, etc.

Muros Exteriores

Deberán desempeñar varias funciones:

- 1.-Sostener los pisos superiores y los techos, así como las cargas superpuestas.
- 2.-Evitar la penetración de la humedad.
- 3.-Proporcionar un aislamiento térmico adecuado.
- 4.-Proporcionar suficiente aislamiento acústico.
- 5.-Ofrecer suficiente resistencia al fuego.
- 6.-Tener una apariencia agradable y una distribución satisfactoria de las ventanas y puertas

Por otro lado la identificación de elementos estructurales castillos y trabes se analizan en sitio, donde podremos observar las siguientes características:

Las dala al igual que las cadenas o dalas de desplante, son elementos de concreto reforzado que se colocan en los muros de forma horizontal, su armado es igual al de las de desplante, se colocan a no más de 3 mts., una de otra. Cuando este elemento soporta cargas verticales sobre pequeñas aberturas como ventanas y puertas, se le conoce como dala de cerramiento. Si la función de la dala es rematar y proteger la parte superior de los muros se le llama de remate.

|

Es recomendable observar que cuando la dala este sobre un hueco, tenga apoyos laterales cuando menos 1 ½ veces su peralte. Otra recomendación que se hace es que este elemento este ligado al resto de la estructura.

Los castillos también son elementos de concreto reforzado que rigidizan al muro, estos se colocan de forma vertical. La separación entre castillos será la que dé la menor longitud entre $0.75 H$ ($H =$ altura del muro) o 4 mts., esto cuando se trata de muros de carga; cuando se trata de muros que no soportarán carga puede haber una separación de hasta 5mts., entre castillos.

También se observara que deberá haber castillos en los extremos de los muros y en los cruces, independientemente de su longitud.

El espesor del castillo depende del ancho del muro, su longitud depende de la separación que hay entre los dentellones de las piezas utilizadas, su altura depende de la altura del muro.

Generalmente el concreto utilizado en el colado de los castillos es de por lo menos un $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$, el acero para reforzarlos habitualmente es de varilla corrugada de $3/8''$ con $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ con estribos de $1/4''$ separados a cada 40cm., o también se puede utilizar armex que tiene varilla de $1/4''$ con $f'y=5000 \text{ kg/cm}^2$.



c. Identificación de sistemas de entre-piso

En la Colonia de Santiago Zapotitlán, se ha observado que al igual en la identificación de sus elementos se da la autoconstrucción de los sistemas de entrepiso, donde se recurre a conocimientos empíricos sobre construcción del propietario y en algunos casos a obreros de la construcción con diferente grado de experiencia, lo que propicia que algunas partes de la estructura queden sobradas y otras escasas.

Cabe señalar y preciso que el evaluador tenga bien el conocimiento de una losa de concreto armado por lo que se puede decir que: una losa de concreto armado, es la superficie plana horizontal de una construcción, preferentemente entrepiso y azoteas, estas se identificaran porque en su interior está compuesta de concreto y una especie de "red" o malla llamada parrilla, compuesta de varillas amarradas entre si por alambre recocado, las varillas que se colocan en ambos sentidos van del No. 3 hacia denominaciones mayores, según las características de peso y claro que se observen, también pueden tener dobleces a 45º para lograr mayor resistencia y la distancia entre ellas generalmente es entre los 5 o 10 cm., mientras que el ancho de la losa o mejor llamado como espesor generalmente es de 10 cm. hasta los 15 dependiendo nuevamente la distancias que se encuentren en el sitio, todo esto en su perímetro o intermedio reforzado por vigas o cadenas de concreto también armado que son tipo castillos horizontales y van armados igualmente de varilla y estribos, y que sus dimensiones dependerán del cálculo previo a las características del espacio que se necesita.

Las losas son elementos estructurales bidimensionales, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión

d. Tipo de materiales utilizados en la construcción

En la cimentación, se observa que existen diferentes materiales como lo puede ser:

Cimentación de mampostería:

- Piedra braza que deberán de ser de buena calidad, estructura homogénea y durable, libre de defectos, arcillas, aceites y sustancias adheridas o incrustadas, sin grietas y exenta de planos de fractura y de desintegración, de bola o caliza.
- Arenas que corresponderán a arenas naturales de partículas duras, resistentes y deberán estar exentas de sustancias nocivas como ser: arcillas, carbones, lignitos, micas, álcalis, pizarras y otros.
- Cementantes no presenten humedades y que no estén expuestos a la intemperie.
- Agua, que deberá ser limpia y libre de sustancias perjudiciales, tales como aceites, sales, ácidos, álcalis o materiales orgánicos mezcla para forma.



Cimentación de concreto armado:

- Cemento tipo Portland Gris Ordinario compuesto principalmente de clinker que es utilizado ampliamente en todos los segmentos de la industria de la construcción: residencial, comercial, industrial, y de infraestructura pública.
- Arenas que corresponderán a arenas naturales de partículas duras, resistentes y deberán estar exentas de sustancias nocivas como ser: arcillas, carbones, lignitos, micas, álcalis, pizarras y otros.
- Gravas consideradas con fragmentos de la roca con un diámetro inferior a 15 cm, aceptando se aplicación en la elaboración de concretos.
- Acero o varillas corrugadas se identifican por números, los mas usados se observan en la tabla siguiente, este refuerzo se debe de utilizarse preferentemente corrugado, esto para la mejor adherencia entre el concreto y acero.

Identificación del Acero

Numero	pulgadas	Observaciones
2	1/2"	Usado para los estribos o flejes
3	3/8"	Usado para el refuerzo longitudinal
4	1/2"	Usado para el refuerzo longitudinal

En Muros de las casas habitación de Santiago Zapotitlán se observan materiales como:

- Tabiques macizos generalmente elaborados con barro recocido de forma rectangular.
- Mortero, es la mezcla de cal o cemento con arena y agua que se utiliza para unir ladrillos o piedras y para enlucir paredes. Los morteros de cal están compuestos de arena, agua y cal apagada (Ca(OH)₂), sustancia sólida de color blanco que se obtiene de la reacción de la cal con agua. Suele utilizarse una medida de cal apagada para tres o cuatro medidas de arena, y se añade agua hasta hacer una masa. Ésta se endurece en contacto con el aire porque absorbe dióxido de carbono, pero bajo el agua no se endurece y no es tan resistente como el mortero de cemento. El mejor tipo de mortero de cemento es una mezcla de cemento Portland, arena, agua y una pequeña cantidad de cal.
- Acabados generalmente a base de morteros de cemento-arenas o en su caso aplicación de pastas de yeso.

Los Castillos, Trabes y Losas de Concreto armado de los inmuebles de Santiago Zapotitlán, se basan en la combinación de materias como lo es: cementos, arenas, gravas y acero estructurales.



Conforme a instalaciones podemos mencionar que existen las eléctricas e hidro-sanitarias, donde se pueden observar:

- Cableado Eléctrico: cuyo propósito es conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material.
- Tuberías de PVC. Con diferentes diámetros y diferentes funcionalidades como lo son en drenajes internos, baños, cocinas y patios de servicio.
- Tuberías de Cobre, cuya función es derivar el agua para abastecer al inmueble, se observo que existen diferentes dimensiones en su diámetro.

e. Identificación de Simetría y estructuración regular del inmueble construido.

El evaluador en las edificaciones de Santiago Zapotitlán se dará a la tarea de revisar si la edificación contara con los requerimientos mínimos de carácter estructural con la finalidad de poder analizar, conforme al Capítulo II De Las Características Generales de las Edificaciones del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en su Artículo 140.- “El proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos, el proyecto, de preferencia, considerará una estructuración regular que cumpla con los requisitos que establecen las Normas, así mismo las edificaciones que no cumplan con los requisitos de regularidad se diseñarán para condiciones sísmicas más severas, en la forma que se especifique en las Normas.”

Las condiciones de la estructura eficiente aparecen mencionadas en las normas, en las condiciones de regularidad.

Se determinara conforme a las normas lo siguiente:

- a. Su planta baja sea sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales, por lo que toca a masas así como muros y otros elementos resistentes.
- b. La relación de su altura con la dimensión menor de la base no pase de 2.5
- c. Relación de largo y ancho de la base no excede de 2.5
- d. En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión en la planta, mediada paralelamente a la dirección que se considere de la entrante o saliente.
- e. En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente.
- f. No tiene en si sistema de techos o pisos cuya dimensión exceda de 20 % de la dimensión en planta, medida paralelamente a la dimensión que se considere de la abertura y el área total de aberturas no exceda en ningún nivel de 20% del area en planta.
- g. El peso de cada nivel utilizando la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico no será mayor que la del piso inmediato inferior ni (excepción



2.4 Afectaciones Estructurales.

En la identificación de los daños que se observaron en los inmuebles de la comunidad de Santiago Zapotitlán, se llevara cabo el siguiente orden y análisis:

- a. Muros**
- b. Elementos estructurales (columnas, castillos, traveses y losas de concreto armado)**

a. Muros:

En la zona de Santiago Zapotitlán, se puede decir que el comportamiento observado en muros ha sido satisfactorio, ya que con la contribución de los marcos perimetrales de concreto reforzado, mismo que cuando se provee al muro genera una mayor capacidad de deformación, como una unión muy efectiva con los elementos adyacentes y con el sistema de piso. Sin embargo a pesar de que el confinamiento evita la súbita falla frágil del muro, no se evita la posibilidad de agrietamientos diagonales, ya que la resistencia en tensión diagonal de la mampostería no se incrementa apreciablemente por la presencia de dadas y castillos.

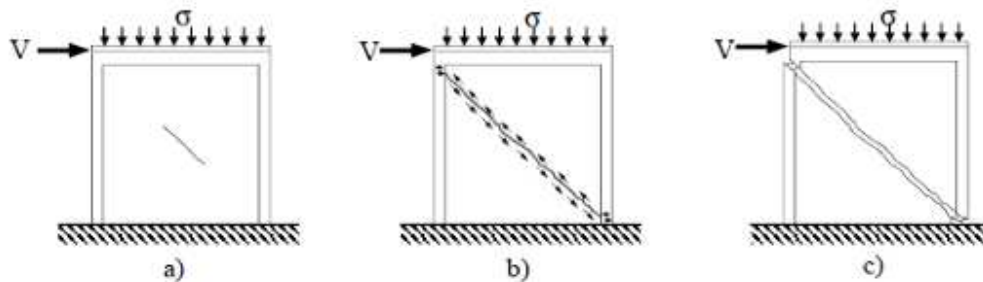
Así mismo se ha observado que los muros de mampostería no cuentan en distintos inmuebles con un adecuado confinamiento mediante traveses (dadas) y castillos de concreto reforzado, o bien con una cantidad insuficiente de refuerzo en los elementos confinantes, donde se han detectado algunos tipos de patrones de agrietamiento y causas de daño en los muros de mampostería confinada:

- I. Agrietamiento inclinado, ocasionado por esfuerzos de tensión diagonal en las piezas de tabique.
- II. Agrietamiento en forma de escalera siguiendo la junta de mortero, originado por esfuerzo de corte.
- III. Agrietamiento vertical en las esquinas y el centro; originado por la flexión fuera del plano del muro y volteo de la estructura.
- IV. Agrietamiento en forma de placa perimetralmente apoyada, ocasionado por los esfuerzos de corte y volteo de la estructura.

En la realización de las inspecciones oculares en los inmuebles se observó que el agrietamiento y generación de fisuras, se originó por la presencia de hundimientos diferenciales, grietas de tensión formadas por la extracción excesiva de los mantos acuíferos, como de la misma manera el empleo de materiales pobres o deteriorados por la humedad, afectados por el intemperismo, así como la ausencia de elementos de confinamiento (dadas y castillos) suficientes.



La mampostería confinada ha sido ampliamente estudiada mediante ensayos en muros a escala natural ante fuerzas horizontales cíclicas reversibles. En los especímenes ensayados se ha observado que en los primeros ciclos, con distorsiones inferiores a las que producen el primer agrietamiento inclinado, se presenta un comportamiento aproximadamente elástico-lineal. Tras el primer agrietamiento inclinado se comienza a degradar la rigidez (Fig. 6.11a). Posteriormente, se generalizan las grietas inclinadas siguiendo la dirección de las diagonales de los tableros de mampostería.



Al extenderse el agrietamiento a todo lo largo de la diagonal, el elemento queda conformado por un par de bloques triangulares de mampostería, confinadas aún por el marco de concreto (castillos y dalas). La resistencia ante la fuerza horizontal la proporcionan los castillos con fuerzas cortantes concentradas en sus extremos más la contribución de la mampostería por el efecto de la fricción y la trabazón entre las superficies de las grietas en la mampostería la contribución de la mampostería por el efecto de la fricción y la trabazón entre las superficies de las grietas en la mampostería (Fig. 6.11b).

La resistencia máxima se tiene cuando las grietas penetran en los extremos de los castillos desintegrándose el concreto y plegándose las barras longitudinales (Fig. 6.11c, ver detalle en Fig. 6.12).

El intervalo entre la aparición del primer agrietamiento inclinado y la resistencia máxima del elemento se caracteriza por el aumento en el agrietamiento y la paulatina formación de grietas diagonales principales acompañado de una reducción en la rigidez lateral. No obstante, durante esta etapa, por lo general, se alcanzan resistencias mayores a la del primer agrietamiento inclinado.

Posterior a la resistencia máxima, la respuesta de la estructura se caracteriza por grandes desplazamientos asociados a degradaciones de rigidez y de resistencia. Eventualmente se alcanza una condición de inestabilidad ante la carga vertical que puede derivar en el colapso de la estructura.

b.- Elementos estructurales

Los elementos construidos en la zona de Santiago Zapotitlán, a base de concreto armado denominándolos como castillos, vigas - trabes o dalas de cerramiento, se ha identificado que la afectación comúnmente en elementos estructurales, es por la a la falta y distribución correcta del acero, ya que con el análisis correcto la ayuda del acero de refuerzo, los elementos incrementan en gran medida su resistencia a la compresión; y si los materiales necesarios son proporcionado adecuadamente, el elemento terminado será fuerte y capaz de absorber los esfuerzos de tensión debido a la flexión.

En vigas se pueden presentar principalmente fallas por flexión, cortante o una combinación de ambas, pandeo del refuerzo longitudinal, o falla por adherencia. Cuando solo ocurren grietas a flexión, la fluencia del acero en tensión se concentra a través de pocas grietas críticas.

Las grietas a tensión diagonal se forman en miembros debido a la presencia de fuerzas cortantes relativamente grandes que actúan en conjunto con la flexión.

El esfuerzo principal de tensión desarrollado como resultado de los esfuerzos combinados de cortante y flexión, se ubica formando un ángulo con el eje del miembro y produce grietas de tensión. Este tipo de agrietamiento es aceptable bajo las condiciones de carga de servicio, siempre que los anchos de las grietas no excedan los indicados en la siguiente tabla:

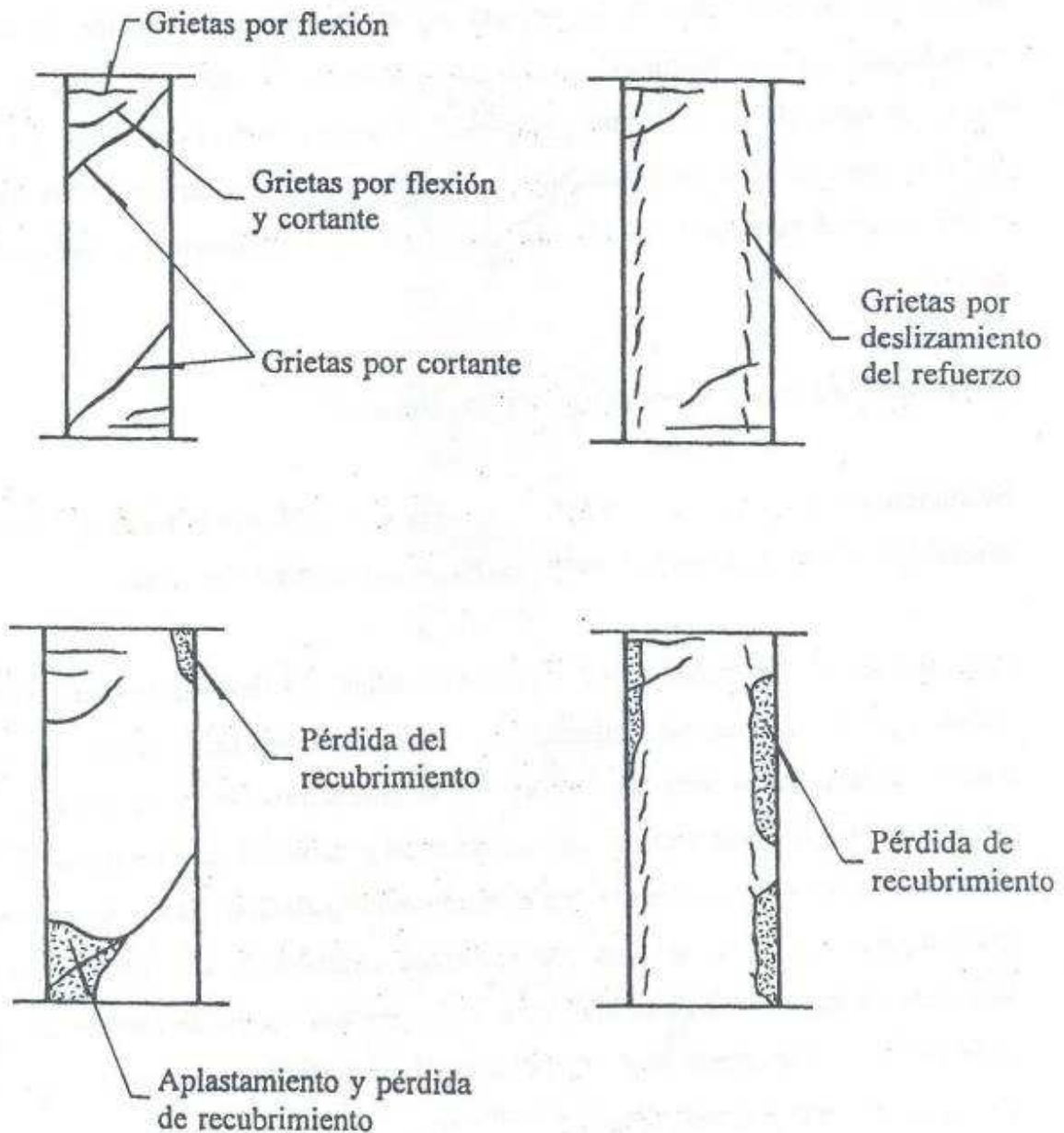
Grado	Estado de Daño de Miembros Estructurales
I	Grietas pequeñas pero visibles sobre la superficie de concreto. (Grietas con ancho menor a 0.2 mm)
II	Grietas claramente visibles sobre la superficie del concreto. (Grietas con ancho entre 0.2 y 1.0 mm)
III	Agrietamiento local del recubrimiento de concreto. Grietas grandes (ancho entre 1 y 2 mm)
IV	Agrietamiento local del recubrimiento de concreto. Pérdida del recubrimiento del concreto y presencia de acero expuesto.
V	Barras de refuerzo pandeadas. Núcleo del concreto agrietado. Aplastamiento de la columna-muro. Asentamiento o inclinación en el sistema de piso.

En columnas las fallas por tensión y compresión prácticamente presentan el mismo comportamiento que en las vigas, es decir se genera un aplastamiento del concreto o una afluencia del acero en tensión.



Otro tipo de falla que suele suceder en columnas y también en vigas es la debida al deslizamiento del refuerzo, conocida como falla de adherencia y se caracteriza por que la resistencia se alcanza cuando se presentan extensos agrietamientos longitudinales al nivel del acero a tensión.

Las siguientes figuras muestran los agrietamientos típicos en columnas de concreto reforzado.



2.5 Determinación del Grado de Riesgo de las Edificaciones.

Con la determinación del grado del riesgo de la seguridad estructural de los inmuebles en la zona de Santiago Zapotitlán, así como entre otras comunidades de la región, se basó y se consultó como referencia el “Manual de Evaluación Postsísmica de la seguridad Estructural de Edificaciones”, donde se intenta adquirir procedimientos de evaluación, con los cuales se tendrá la finalidad de llevar una guía de evaluación.

El procedimiento de evaluación de seguridad se describe esquemáticamente en un diagrama de flujo de la figura siguiente, en donde se indica la secuencia y clasificación de la seguridad a que se llega.

Con respecto a la evaluación estructural de edificaciones para uso habitacional, se han identificado por medio de otros autores que básicamente en materia de protección sean utilizados guías de evaluación rápidas y detalladas, donde a continuación se explicaran:

a) Evaluación Rápida:

Es el procedimiento más simple y es el primer nivel de evaluación. Con esta evaluación se distingue rápidamente las edificaciones con seguridad aceptable de las obviamente inseguras o dudosas respecto a su seguridad.

b) Evaluación Detallada:

Se realiza la inspección más detallada que en el caso de la anterior, se lleva a cabo en las estructuras que se consideran como inseguras o con dudas respecto a su seguridad en la Evaluación Rápida. Cabe mencionar que existen edificaciones esenciales como las clasificadas del grupo A del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, deben de ser sometidas a Evaluación Detallada por parte de ingenieros estructurales.

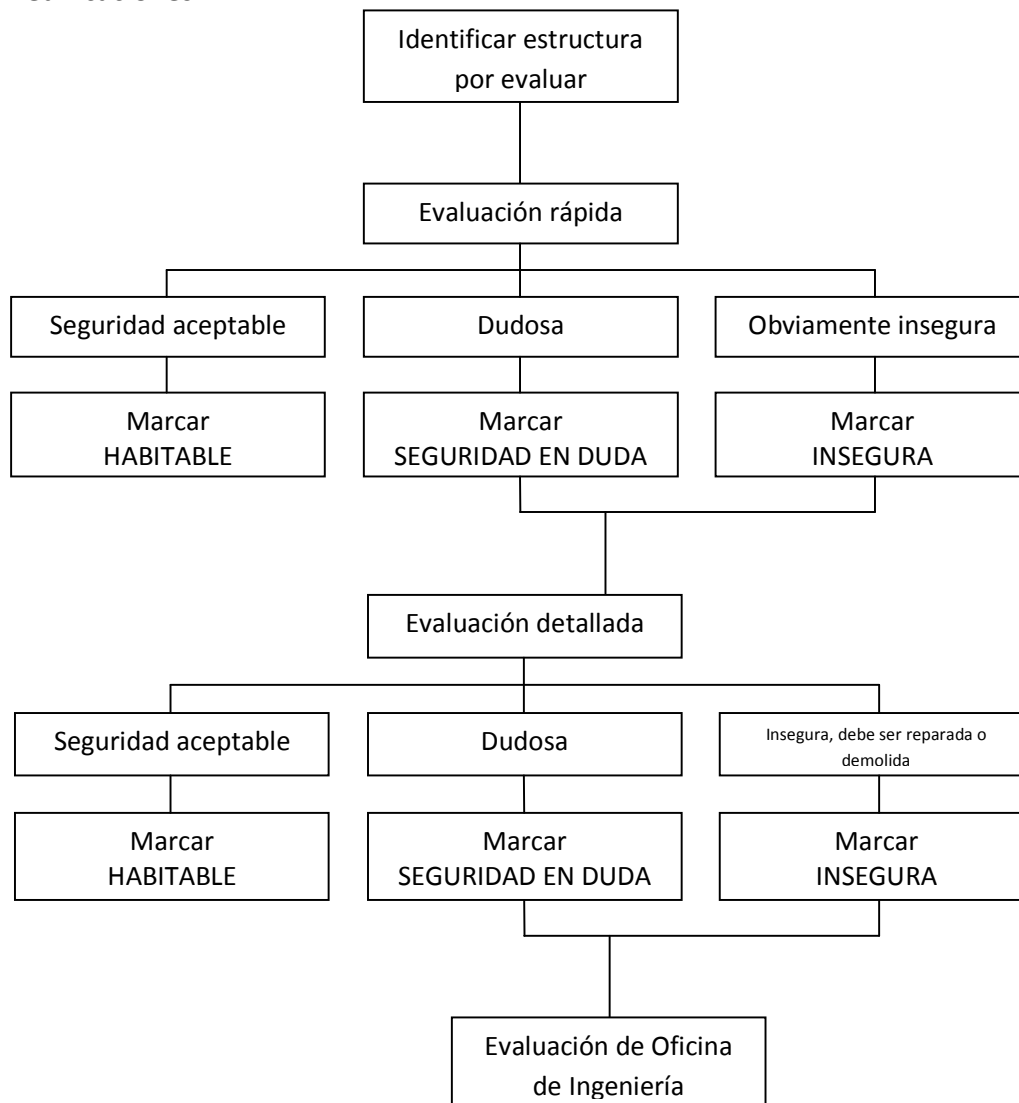
El reglamento de construcciones define como: **Grupo A:** Edificaciones cuya falla estructural podría constituir un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas, museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, y otras edificaciones a juicio de la Secretaría de Obras y Servicios.

Grupo B: Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen en:



- a) Subgrupo B1: Edificaciones de más de 30 m. de altura o con más de 6,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 de este Reglamento, y construcciones de más de 15 m. de altura o más de 3,000 m² de área total construida, en zona III; en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo: acceso y escaleras, incluyendo las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje;
- b) Edificios que tengan locales de reunión que puedan alojar más de 200 personas, templos, salas de espectáculos, así como anuncios autosoportados, anuncios de azotea y estaciones repetidoras de comunicación celular y/o inalámbrica, y
- c) Subgrupo B2: Las demás de este grupo.

Diagrama de flujo donde se indica el procedimiento de evaluación postsísmica de edificaciones:



Clasificación del Estado de la Edificación.

Uno de los objetivos más importantes de la evaluación de la seguridad estructural es calificar el nivel de seguridad de la estructura, una vez que se le ha inspeccionado, acorde a su uso y funcionamiento.

Los resultados de la inspección se asocian a tres niveles de seguridad **Habitable, Seguridad en duda e Insegura.**

Además de esta clasificación global de la seguridad de la edificación, es posible que sea necesario señalar ciertas áreas del interior y exterior de la edificación como **Área Insegura.**

En la tabla 1.1 se describe con detalle algunas de las características de la seguridad asociada a cada nivel.

Clasificación de uso	Descripción
Habitable	No se encuentra en peligro aparente. La capacidad original para resistir cargas no presenta disminución significativa. No ofrece peligro para las vidas humanas, se puede ocupar.
Seguridad en duda	Presenta disminución significativa en su capacidad para resistir cargas. La entrada de propietarios solo es permitida con fines de emergencia y únicamente bajo su propio riesgo. No se permite uso continuo, ni entrada al público.
Insegura	Alto Riesgo, posible derrumbe ante replicas del temblor principal. La entrada esta prohibida. La edificación es insegura para ocupar o entrar excepto por las autoridades.
Área Insegura	El área específica designada en este letrero es insegura. No se debe entrar u ocupar, excepto por las autoridades.



a) Evaluación Rápida.

Es la inspección y revisión rápida de edificaciones en una zona de la ciudad previamente determinada. Se emplea para identificar las edificaciones con seguridad aceptable y las que requieren pasar a la Evaluación Detallada.

Este se basa en observar las condiciones de daño o aspectos de daño que individual o colectivamente sean suficientes para que la edificación se clasifique como **Seguridad en duda o insegura**.

Se deben de revisar evidencias de fallas en la estructura, como derrumbe parcial, inclinación, daño severo en elementos estructurales y no estructurales, así como las condiciones del suelo alrededor de la edificación que podría llevar a clasificarla como **insegura**. La revisión la edificación en la mayoría de los casos es exterior con el objeto de reducir el tiempo de ejecución de la evaluación.

En la tabla se indican los criterios básicos con los que se deben de revisar la clasificación.

Tabla 1.2.- Criterios básicos para la evaluación rápida

Condición	Aviso
1.- Derrumbe total o parcial de edificaciones, edificación separada con respecto a su cimentación o falla de esta. Hundimientos provocados por sismos.	Insegura
2.- La edificación o cualquiera de sus pisos se encuentra apreciablemente inclinada.	Insegura
3.- Daños importantes en elementos estructurales (columnas, vigas, muros, losas, etc.)	Insegura
4.- Daño severo en muros no estructurales, escaleras o cubos de ascensores.	Insegura
5.- Grietas grandes en el terreno, movimiento masivo del suelo.	Insegura
6.- Elementos en fachada, vidrios, chimeneas u otros elementos en peligro de caer.	Área Insegura
7.- Presencia de otros tipos de riesgo (ej., derrames tóxicos, peligros de contaminación, líneas de gas rotas, líneas de energía caídas).	Área Insegura



Las edificaciones con seguridad aceptable son clasificadas como **habitables**. Las estructuras que no pueden ser clasificadas claramente dentro de las categorías de **habitables o inseguras** se les debe de clasificar en la categoría de **seguridad en duda**. Esta se debe emplear cuando existan dudas concernientes a la condición de seguridad estructural existente. En los casos de peligro de caída, volteo de objetos u otros peligros, la zona afectada se debe de clasificar como **área insegura**.

Las edificaciones clasificadas como **cuidado o insegura** deben ser sometidas a la evaluación posterior denominada **Evaluación Detallada**.

Procedimiento para llevar a cabo la Evaluación Rápida:

- I. Examinar el exterior de la estructura.
- II. Observar en el suelo alrededor de la estructura, para determinar la posible presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos de talud o expansión del terreno.
- III. Entrar en la edificación cuando esta no pueda ser observada adecuadamente desde el exterior, cuando haya dudas o se tengan conocimiento de problemas como caídas de cielos rasos, muros o elementos estructurales dañados etc. **No se debe de entrar en edificaciones obviamente inseguras.**
- IV. Evaluar la estructura de acuerdo con los siete criterios básicos en la tabla 1.2, se debe recordar que el peligro de derrumbe puede presentarse por el mal estado de edificaciones vecinas.
- V. Como referencia se llena forma para inspección postsísmica - Evaluación Rápida, donde se deberá de anotar información del tipo de edificación que se evalúa, su ubicación, el estado en que se encuentra y las conclusiones de esta evaluación.



Figura.- Forma para Evaluación Rápida

Forma para inspección postsísmica. Evaluación rápida.			
Identificación del edificio			
Zonificación propuesta de la ciudad para efectuar la evaluación _____			
Dirección: _____			
Colonia: _____			
Número de niveles sobre el terreno (incluyendo azoteas y mezanines) _____			
Sótanos	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Núm _____ Desconocido <input type="radio"/>
Uso	Casa habitación <input type="radio"/> Departamentos <input type="radio"/> Comercios <input type="radio"/> Oficinas públicas <input type="radio"/>		
	Oficinas privadas <input type="radio"/> Industrias <input type="radio"/> Estacionamientos <input type="radio"/> Bodegas <input type="radio"/>		
	Educación <input type="radio"/> Recreativo <input type="radio"/> Otro: _____		
Información adicional _____			
Instrucciones			
Revisar la edificación para las condiciones señaladas abajo. Con un <i>Si</i> a cualesquiera de las preguntas 1,2,3,4,5, marcar la edificación como <i>Insegura</i> . Con un <i>Si</i> a las preguntas 6 o 7 marcar <i>Área Insegura</i> y colocar barreras alrededor de la zona en peligro. Si en esta evaluación existen dudas se debe marcar <i>Seguridad en duda</i> .			
Estado de la edificación			
	Si	No	Existen dudas
1.- Derrumbe total o parcial, edificación separada de su cimentación o falla de ésta. Hundimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.- Inclineración notoria de la edificación o de algún entrepiso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- Daño en miembros estructurales (columnas, vigas, muros, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.- Daño severo en muros no estructurales, escaleras, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.- Grietas, movimiento del suelo o deslizamiento de talud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.- Pretiles, balcones ú otros elementos en peligro de caer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.- Otros peligros (derrames tóxicos, líneas rotas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b) Evaluación Detallada

Se tiene la finalidad de evaluar con una aproximación razonable y en un tiempo corto la seguridad de edificaciones clasificados como **seguridad en duda o insegura** en la **Evaluación Rápida**. Será importante indicar que esta evaluación se llevara cabo a inmuebles del grupo A.

Esta evaluación consiste en examinar detalladamente la edificación, en el exterior e interior, en particular su sistema estructural, donde se pretende establecer si existe la posibilidad de colapso estructural o peligro de caída de elementos estructurales o no estructurales.

Criterios de clasificación.

Los siguientes amplían la clasificación de uso dada en la tabla 1.3 para el caso de la evaluación detallada.

Habitable.- Esta clasificación indica que no existen restricciones para el uso de la estructura. Para que este dentro de la clasificación deben satisfacerse las siguientes condiciones:

- El sistema resistente a cargas verticales no presenta reducción significativa en su capacidad y no existe inestabilidad potencial.
- La capacidad para resistir cargas laterales no presentan disminución significativa.
- No hay peligro de falla o caída de objetos, a menos que estos se encuentren adecuadamente marcados y con barreras (Área insegura).
- No existe evidencia de daños importantes de la subestructura o asentamiento del terreno.
- No existe condición aparente de inseguridad.

Seguridad en duda.- Una estructura cae dentro de esta clasificación si se encuentra en alguna de las siguientes situaciones:

- Existen dudas serias acerca de la seguridad estructural que únicamente pueden ser resueltas por medio de una Evaluación de Oficina de Ingeniería, Corresponsable en Seguridad Estructural o Director Responsable en Obra.
- Hay incertidumbre acerca de la posibilidad de daños adicionales por peligros geotécnicos (ejemplo: hundimientos, deslizamientos de talud).
- Daños no estructurales notorios y extendidos, en particular pero no limitado a la ruta de evacuación.

Insegura.- Una estructura cae en esta clasificación cuando se encuentra en alguna de las situaciones siguientes:



- Es obviamente insegura
- Por la extensión de daños es posible el derrumbe por la propia carga gravitacional o por replicas del terremoto.
- Presencia de otra condición insegura (caída de líneas eléctricas, deslizamientos de talud, entre otros.)

Procedimiento relevante para llevar a cabo la Evaluación Detallada:

Paso 1.- Examinar la edificación desde el exterior.

Paso 2.- Examinar si el sitio de la edificación por posibles peligros geotécnicos.

Paso 3.- Examinar el sistema estructural desde el interior.

Paso 4.- Examinar los elementos no estructurales

Paso 5.- Examinar la presencia de otros peligros

Paso 6.- Completar la forma de inspección.

El paso final de esta evaluación es completar la forma con los resultados correspondientes a la dirección mas dañada.

Las clasificaciones de daño se consideran en esta evaluación son.

A (aceptable), B (intermedio) y C (alto)

Pudiendo determinar en materia de protección civil y enfocada al análisis de la seguridad estructural de las edificaciones con respecto a las revisiones técnicas oculares como **RIESGO, ALTO RIESGO y ALTO E INMINENTE RIESGO.**

Figura.- Forma para Evaluación Detallada

FORMA PARA INSPECCIÓN POSTSÍSMICA. EVALUACIÓN DETALLADA.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Dirección _____
 Colonia _____
 Zonificación propuesta de la ciudad para efectuar la evaluación _____

- **Posición del edificio en la manzana**
 Esquina Medio Libre
- **Época de construcción**
 Antes de 1957 1957-1985 1985-
- **Área total del edificio (m²), todos los niveles** _____
- **Número de niveles sobre el terreno (incluyendo azotea y mezanines)** _____
 Sótanos _____ Mezanines _____ Apéndices _____
- **Tipo de terreno**
 Zona de lago Transición Lomas
- **Uso principal**
 Casa habitación Departamentos Comercios Oficinas públicas
 Oficinas privadas Industrias Estacionamientos Bodegas
 Educación Recreativo Salud y protección social
 Otro _____
- **Información adicional** _____
 (En la hoja final dibujar planta con grados de daño y algún otro croquis de interés.)

2. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

- **Tipo de cimentación**
 Zapatas
 Corridas Aisladas
 Pilotes
 De punta con control De punta sin control De fricción
 Material de fabricación
 Madera Concreto Acero
 Pila de cimentación
 Con campana Sin campana
- **Condiciones de la cimentación**
 Cajón inundado (tirante de agua) _____
 Daños en pilotes de control, desplazamiento entre cabeza y marco de carga _____

	Nivel de riesgo		
	A ACEPTABLE	B INTERMEDIO	C ALTO
- Inclinación notoria de la edificación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Grietas en el suelo o desplazamientos en muros de contención	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Emersión del edificio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
- Hundimiento del edificio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

- **Material de la estructura**

• Concreto reforzado	• Mampostería	
Colado en el lugar <input type="radio"/>	Ladrillo hueco <input type="radio"/>	Ladrillo sólido <input type="radio"/>
Prefabricado <input type="radio"/>	Concreto <input type="radio"/>	Otro _____
• Acero <input type="radio"/>	• Madera <input type="radio"/>	• Otro _____

Fig. 6.1 Forma para evaluación detallada



Figura.- Forma para Evaluación Detallada continuación:

• **Sistema estructural**
 Marcos Marcos con muros de concreto Marcos contraventeados
 Marcos con muros de relleno de tabique Marcos de concreto
 Losa plana reticular, columnas Mampostería reforzada
 Muros de tabique sin reforzar, con castillos y dalas Otro _____

• **Sistemas de piso**
 Losa maciza con traveses Losa plana Prefabricado Otro _____
 Losa plana reticular No se sabe Tipo _____

• **Estructura de techo (En caso de estructura especial)**
 Acero Concreto reforzado Madera Otro _____

• **Regularidad en planta** Buena Intermedia Mala

• **Regularidad vertical** Buena Intermedia Mala

• **Daños previos por sismos** Si Año _____ No No se sabe

• **Reparaciones anteriores** Si Año _____ No No se sabe

Tipo de reparación _____

• **Pérdidas humanas (Muertos/heridos)** Si No No se sabe

Si existen datos Número de muertos _____ Número de heridos _____

4. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO O MAMPOSTERÍA

• **Daño de miembros estructurales en el entrepiso** Núm. ____ (En el entrepiso y en la dirección más dañada)

• **Daño exterior**

a) Estructuras a base de marcos, losa plana reticular o muro-marco

Número total de columnas exteriores _____
 Relación en el número de columnas (o vigas) con grado de daño entre el número de columnas exteriores.

Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

Daños en muros en estructuras muro-marco
 Longitud total de muros exteriores (m) _____
 Relación de la longitud de muros exteriores con grado de daño entre la longitud total

Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

b) Estructura a base de muros

Longitud total de muros exteriores (m) _____
 Espesor típico de muros (cm) _____
 Relación de la longitud de muros exteriores con grado de daño entre la longitud total

Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

• **Daño interior**

c) Estructuras a base de marcos, losa plana reticular o muro-marco

Número total de columnas interiores _____
 Relación del número de columnas (o vigas) con grado de daño entre el número de columnas interiores

Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

Daños en muros en estructuras muro-marco
 Longitud total de muros interiores (m) _____
 Relación de la longitud de muros interiores con grado de daño entre la longitud total

Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

Fig. 6.1 Forma para evaluación detallada (continuación)

Figura.- Forma para Evaluación Detallada continuación:

d) Estructura a base de muros
 Longitud total de muros interiores (m) _____
 Espesor típico de muros (cm) _____
 Relación de la longitud de muros interiores con grados de daño entre la longitud total
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

5.- EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

- **Daño de miembros estructurales en el entrepiso** Núm _____ (En el entrepiso y en la dirección más dañada)
- **Daño exterior**
 - a) Estructuras a base de marcos
 Número total de columnas exteriores _____
 Relación en el número de columnas o vigas o conexiones con grado de daño entre el número de columnas exteriores.
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%
 - **Daño interior**
 - c) Estructuras a base de marcos
 Número total de columnas interiores _____
 Relación del número de columnas o vigas o conexiones con grado de daño entre el número de columnas interiores
 Grado IV _____ < 10% 10-30% > 30%
 Grado V _____ < 5% 5-15% > 15%

A B C
 Aceptable Intermedio Alto

Corrosión y/o oxidación de elementos estructurales

CLASIFICACIÓN

	Evaluación Rápida		Evaluación Detallada	INSPECTORES
	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>		
Habitable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1.- _____
Cuidado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2.- _____
Insegura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3.- _____
(Ver manual para esta clasificación)				FECHA DE INSPECCIÓN _____

6. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

	Nivel de riesgo		
	A Aceptable	B Intermedio	C Alto
Exterior			
Vidrios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Torres de anuncios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabados de fachadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balcones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pretilos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tanques elevados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fig. 6.1 Forma para evaluación detallada (continuación)



Figura.- Forma para Evaluación Detallada continuación:

	Nivel de riesgo		
	A	B	C
Interior	Acceptable	Intermedio	Alto
Muros divisorios o particiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cielos rasos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lámparas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escaleras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elevadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalaciones (gas, eléctrica, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Derrames tóxicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recomendaciones			
Area insegura. Colocar barreras en las siguientes áreas _____			
Otros (remover los elementos en peligro de caer, apuntalar, etc.) _____			
Fotografías Si <input type="radio"/> No <input type="radio"/>			
Comentarios			
Explicar los motivos principales de la clasificación y posibles causas del daño. Indicar si los daños fueron más importantes en columnas, vigas o losas planas.			
ESQUEMA			

Fig. 6.1 Forma para evaluación detallada (continuación)

A continuación se describen algunas formas para determinar el riesgo en las edificaciones.

- Evaluación en Cimentaciones
- Evaluación en Estructuras de Concreto
- Evaluación en estructuras de mampostería
- Evaluación en elementos no estructurales

Evaluación en Cimentaciones

Durante al inspección general a un sitio donde evalúa físicamente la cimentación se puede tomar en cuenta lo siguiente: en suelos blandos como la zona III, se deberán de identificar los efectos del hundimiento regional, si se trata de la zona II de transición, se deberá de identificar si existe un hundimiento diferencial marcado y si se trata de la zona I de lomas donde se identificara la presencia de cavernas.

Las situaciones interior no muestran el daño que se pudiera presentar por inclinación, asentamiento y emersión, donde se maneja por medio de tres categorías básicas de riesgo: **A (aceptable)**, **B (intermedio)** y **C (alto)** y que en **materia de protección civil** enfocada al análisis de la seguridad estructural de las edificaciones se determinara como **RIESGO, ALTO RIESGO y ALTO E INMINENTE RIESGO.**

En el caso de la máxima inclinación de la edificación, el daño se evaluara con base en los valores de a. Este parámetro se define como:

$$A = 100 / (100 + 3H),$$

Donde H es la altura del edificio en metros.

El grado de daño considerando la inclinación, a (desplome entre altura total), se define como:

	“Manual de Evaluación Postsísmica de la seguridad Estructural de Edificaciones”,	En Materia de Protección Civil en base a la experiencia tomada en campo
% inclinación \leq a	Clasificación A	RIESGO
a < % inclinación \leq 1.5 a	Clasificación B	ALTO RIESGO
% inclinación > 1.5 a	Clasificación C	ALTO E INMINENTE



La presencia de agrietamientos en muros exteriores, marcos de ventanas, entre otros, puede indicar desplazamientos excesivos de entrepiso.

En lo que se refiriere al asentamiento “S” o emersión “E”, se evaluara el daño de acuerdo al valor medio de estos. En el caso de edificaciones colindantes se debe considerar lo siguiente:

“Manual de Evaluación Postsísmica de la seguridad Estructural de Edificaciones”				En Materia de Protección Civil en base a la experiencia tomada en campo
Asentamiento (S)	10 cm	$S \leq 10$ cm	Clasificación A	RIESGO
		$< S \leq 20$ cm	Clasificación B	ALTO RIESGO
		$S \geq 10$ cm	Clasificación C	ALTO E INMINENTE
Emersión (E)	20 cm	$E \leq 20$ cm	Clasificación A	RIESGO
		$< E \leq 30$ cm	Clasificación B	ALTO RIESGO
		$E \geq 30$ cm	Clasificación C	ALTO E INMINENTE

Cabe mencionar que en construcciones del tipo asiladas se sugiere tomar como valores de asentamiento los propuestos en el caso de emersión.

En zonas de ladera, se examinara la existencia de posibles deslizamientos de talud.

Cuando los edificios se encuentren en un área donde existan peligros geotécnicos, deberán ser clasificados como **inseguro o cuidado**, de igual forma se observan indicios de inestabilidad del suelo se llevara a cabo la inspección con un especialista en geotécnica.

Evaluación en Estructuras de Concreto

En base a la inspección de estructuras de concreto, es común que se observen cualquier tipo de agrietamiento sin embargo estos se pueden dar por agrietamientos por estado de servicio ante cargas gravitacionales, contracción del concreto, hundimientos diferenciales, intemperismo, etc.

Aun cuando los daños que más comúnmente se presentan son provocados por la combinación de distintos factores, de manera simplista estos daños se pueden clasificar de la manera siguiente:

- I. Fallas en columnas debido a fuerzas axiales y momentos flecionantes altos, que como consecuencia se presenta la perdida de recubrimiento, pandeo de refuerzo longitudinal o fractura del refuerzo transversal.
- II. Daños y fallas por cortante en vigas y columnas.



- III. Pandeo del refuerzo longitudinal en vigas; en la mayoría de los casos, en el refuerzo del lecho inferior.
- IV. Daños en conexiones trabe-columna debido a un confinamiento inadecuado o a una pobre disposición de elementos conectados.
- V. Aplastamiento y falla por problemas de adherencia del acero de refuerzo.

La tabla que anteriormente se muestra en el apartado de daños estructurales permite definir los grados de daño en miembros estructurales de concreto.

Grado	Estado de Daño de Miembros Estructurales
I	Grietas pequeñas pero visibles sobre la superficie de concreto. (Grietas con ancho menor a 0.2 mm)
II	Grietas claramente visibles sobre la superficie del concreto. (Grietas con ancho entre 0.2 y 1.0 mm)
III	Agrietamiento local del recubrimiento de concreto. Grietas grandes (ancho entre 1 y 2 mm)
IV	Agrietamiento local del recubrimiento de concreto. Pérdida del recubrimiento del concreto y presencia de acero expuesto.
V	Barras de refuerzo pandeadas. Núcleo del concreto agrietado. Aplastamiento de la columna-muro. Asentamiento o inclinación en el sistema de piso.

Un aspecto relevante en la evaluación del daño del entrepiso en una dirección es que si se encuentra el daño de las vigas que concurren en esa dirección en cada columna.

En este caso, el grado de daño de las vigas o losas concurrentes en la columna se define como menor de los grados de daños individuales de estos elementos.

Lo anterior trata de tomar en cuenta que generalmente los daños en columnas están asociadas con mayores riesgos que los daños en vigas, será de suma importancia que en edificaciones a base de marcos de concreto reforzado se evaluarán los porcentajes de elementos con el grado de daño IV y V, y se procederá a evaluar estos grados de daño como se indica a continuación:

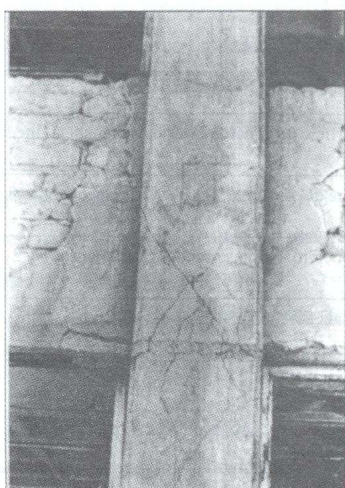


		“Manual de Evaluación Postsísmica de la seguridad Estructural de Edificaciones”	En Materia de Protección Civil en base a la experiencia tomada en campo
Grado IV	< 10 %	Clasificación A	RIESGO
	10 % - 30 %	Clasificación B	ALTO RIESGO
	> 30 %	Clasificación C	ALTO E INMINENTE
Grado V	< 5 %	Clasificación A	RIESGO
	5 % - 15 %	Clasificación B	ALTO RIESGO
	> 15 %	Clasificación C	ALTO E INMINENTE

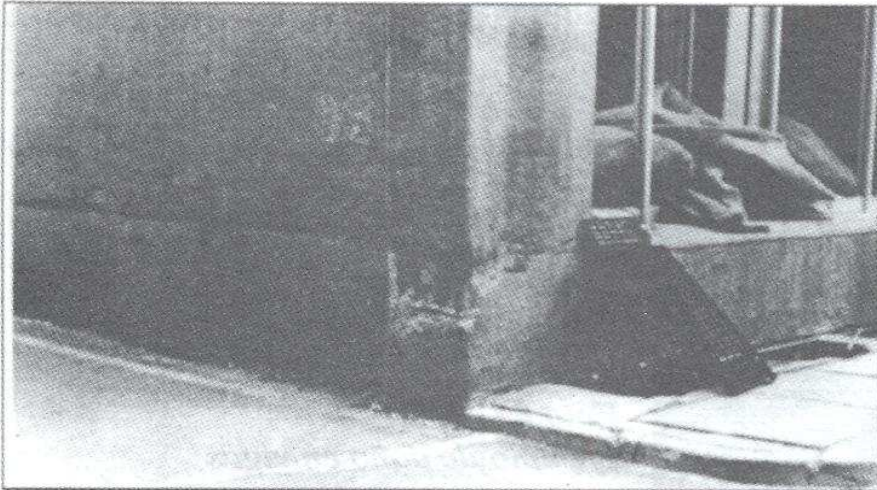
Es relevante evaluar el comportamiento de uniones trabe-columna o losa plana-columna, indicando si los daños están asociados a problemas de adherencia, corte o flexión.



Grado I y II



Grado III



Grado V



Grado V



Evaluación en estructuras de mampostería

Conforme a las estructuras de mampostería, las cuales son ampliamente utilizadas en la República Mexicana y en lo particular en la colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, por su amplia disponibilidad y variedad de sus diversos tipos de materiales, se ha observado su comportamiento, el cual ha sido satisfactorio aun cuando en su mayor parte fueron asociados por deformaciones diferenciales originadas por hundimientos o distribuciones irregulares de rigidez o a que fueron edificadas con procesos constructivos deficientes.

Una estructura de mampostería esta sujeta durante su vida útil a los siguientes efectos principales:

1. Carga vertical debido al peso propio, peso de las losas y carga viva
2. Fuerza lateral y momentos de volteo
3. Empujes normales al plano de los muros

Si los efectos anteriores o sus combinaciones exceden la capacidad de la estructura a base de mampostería pueden presentarse en estas distintos tipos de fallas. De manera simplista, para propósitos de evaluación de seguridad estructural, se puede considerar que en estructuras de mampostería ocurren los siguientes tres tipos de falla:

1. Por carga axial
2. Por flexión
3. Por cortante

Es importante conocer las características que se presentan en cada uno de estos tipos de falla, antes de agrietarse la mampostería, presenta deformaciones laterales bastante bajas y tiene un comportamiento elástico lineal.

Posteriormente del agrietamiento su comportamiento dependerá de la cantidad y disposición de acero de refuerzo, si se cuenta con refuerzo suficiente en los castillos o en el interior del muro será capaz de soportar altos niveles de carga con deformaciones laterales antes de llegar a un colapso.

En la etapa inicial del agrietamiento aparecen las 1ras grietas diagonales en la parte media del muro, las cuales se presentan sobre los recubrimiento o aplanados del muros.

La falla por carga axial se presenta debido a incrementos importantes de carga vertical, por lo cual la mampostería se aplasta, por lo que en realidad este tipo de falla es muy difil que ocurra, ya que el área de los muros generalmente es suficientemente grande para resistir cargas verticales.



Las grietas por flexión suelen aparecer súbitamente, pues de manera semejante al concreto, la mampostería presenta una capacidad muy baja a la tensión. Estas grietas se manifiestan de forma horizontal en los extremos del muro, son de mayor longitud en la parte inferior y van disminuyendo a medida que ascienden.

La falla por esfuerzo cortante se presenta de diversas formas una de ellas es una grieta tipo diagonal y se prolonga únicamente a través de las juntas de mortero, mientras que otro tipo de grieta se presenta casi recta rompiendo las piezas de mampostería.

Si se presentan indicios de agrietamiento diagonal en muros confinados o grietas en la superficie entre **1 a 3 mm el grado de daño asociado es III**. Si el agrietamiento diagonal se inicia en muros no confinados, es claramente visible en muros confinados, las piezas de mampostería sufren aplastamiento, se inicia el agrietamiento en castillos y dalas, existe deformación o inclinación del muro se debe de asignar **grado IV o V según sea el caso de acuerdo a la tabla**

Grado	Estado de Daño de Muros de Mampostería
I	Grietas pequeñas, difícilmente visibles sobre la superficie del muro. Grietas mínimas en castillos y dalas de confinamiento. (Grietas con anchos menores de 0.2 mm).
II	Grietas claramente visibles sobre la superficie del muro. (Grietas con anchos entre 0.2 y 1.0 mm)
III	Inicio de la formación de agrietamiento diagonal en muros confinados con castillos y dalas. Grietas considerablemente grandes en la superficie del muro (anchos entre 1 y 3 mm.)
IV	Agrietamiento diagonal en muros confinados con castillos y dalas, o muros de relleno ligados a marcos de concreto reforzado (ancho de grietas mayores de 3 mm). Inicio de la formación de agrietamiento diagonal en muros sin castillos y dalas.
V	Desprendimiento de partes de piezas. Aplastamiento local de la mampostería. Prolongación del agrietamiento diagonal en castillos o en dalas (ancho de grietas mayores a 1 mm). Agrietamiento diagonal en muros sin castillos y dalas. Deformación, inclinación horizontal o vertical apreciable del muro.

La presencia de agrietamientos en muro reforzado no implica necesariamente la falla de este, dicha falla dependerá del refuerzo exterior e interior que tenga, el cual puede hacer que el muro resista cargas bastante mayores a las del agrietamiento.



En edificaciones a base de mampostería se evaluarán los porcentajes de elementos con grado de daño IV y V, se procederá a evaluar estos grados de daño como se indica a continuación:

		“Manual de Evaluación Postsísmica de la seguridad Estructural de Edificaciones”	En Materia de Protección Civil en base a la experiencia tomada en campo
Grado IV	< 10 %	Clasificación A	RIESGO
	10 % - 30 %	Clasificación B	ALTO RIESGO
	> 30 %	Clasificación C	ALTO E INMINENTE
Grado V	< 5 %	Clasificación A	RIESGO
	5 % - 15 %	Clasificación B	ALTO RIESGO
	> 15 %	Clasificación C	ALTO E INMINENTE

Evaluación en elementos no estructurales

Se enfocará una inspección de daños no estructurales donde se debe de incluir el estudio de todos aquellos elementos no estructurales que puedan representar un riesgo para la seguridad humana, mismo que no deberá limitarse a revisar el estado de estos elementos, si no también a una cuidadosa revisión de sus conexiones con la estructura.

Por lo que durante la revisión existe una gran variedad de elementos que requieren especial atención, entre estos tenemos elementos de fachadas, elementos divisorios interiores, puertas y ventanas, techos falsos y cielos rasos, elementos decorativos, mobiliarios etc.

Una vez al interior de la edificación se deberá poner especial atención y verificar el nivel de seguridad y riesgo de los siguientes a elementos:

- Muros divisorios
- Cielos rasos
- Lámparas
- Cajones de ascensores escaleras
- Tanques de almacenamiento de agua
- Instalaciones
- Elementos decorativos

Referente a la inspección de los daños no estructurales se deben de tomar en cuenta los aspectos que a continuación se mencionan:

Se observaran los elementos no estructurales como elementos divisorios, muros de relleno a base de mampostería, cristales etc., y se deben a la deformación que sufren durante su interacción con la estructura. Por lo general, la severidad de este tipo de daños se evalúa de acuerdo con el número y tamaño de las grietas inclinadas que exhibe el elemento no estructural.

Evaluar los daños en las conexiones utilizadas para fijar los elementos no estructurales. Estos daños pueden ser generados por la deformación que sufre la conexión durante la interacción entre los elementos no estructurales y la estructura.

Es importante revisar contra-venteos y soportes con la finalidad de identificar la existencia de desplazamientos permanentes en dichos elementos.



Capítulo 3.- Problemática en la Colonia Santiago Zapotitlán

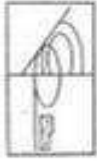
Se presenta la problemática en la colonia de Santiago Zapotitlán, donde se encontraran documentos oficiales elaborados por empresas privadas y órganos de gobierno, cuya finalidad es salvaguardar la integridad física de los habitantes, mediante los métodos de prevención, análisis y mitigación de riesgos, generados por fenómenos antropogénicos y fenómenos del tipo geológico.

Resultado del trabajo y de la investigación para poder desarrollar este estudio se genero a base de la obtención de documentos como:

- Estudio de Mecánica de Suelos Casa Habitación con Grietas elaborado por al Empresa PEP Ingeniería de Suelos S.A. de C.V. en el mes de Noviembre de 2010.
- Mecánica de Suelos Santiago Zapotitlán por al Empresa PEP Ingeniería de Suelos S.A. de C.V. en el mes de Octubre de 2010.
- Caracterización del Fracturamiento de La zona de Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal.
- Dictámenes generados por la empresa CEUS Ingeniería Proyectos e Ingeniería Estructural y por el D.R.O. No. 1938 Ing. Cesar Urrutia Sánchez denominados:
“Informe de las Condiciones Estructurales que presenta el inmueble ubicado en la Calle Hernán Cortés No. 3C, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F. Número De Documento: 2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 02 – 0014 – I – 00
“Informe de las condiciones estructurales que presenta el inmueble ubicado en la Calle Hernán Cortés No. 13, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F. Número de Documento: 2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 03 – 0015 – I – 00”
“Informe de las condiciones estructurales que presenta el inmueble ubicado en la Calle Narciso Mendoza No 14, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F. Número de Documento: 2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 04 – 0016 – I – 00”



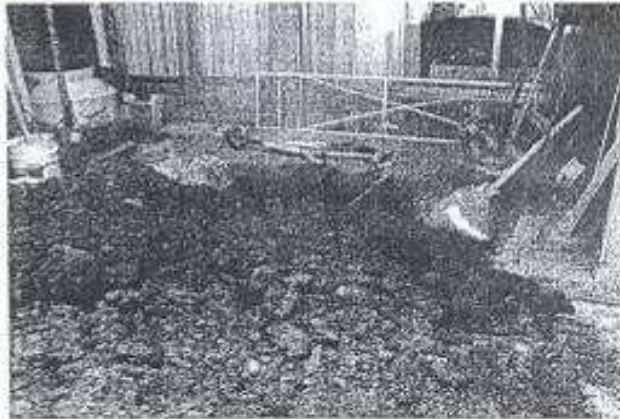
Estudio de Mecánica de Suelos Casa Habitación con Grietas



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclós Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



CASA HABITACION CON GRIETAS

AV. TLAHUAC S/N
SANTIAGO ZAPOTITLAN, TLAHUAC, D.F.

NOVIEMBRE DE 2010



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL

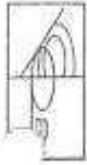


CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 657



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
 Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
 Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
 E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

INDICE

1	OBJETIVO.....	3
2	ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.....	4
	2.1 Zonificación geotécnica.....	4
	2.2 Trabajos de Campo.....	7
	Pozo a cielo abierto.....	8
3	TRABAJOS DE LABORATORIO.....	9
	3.1 Pruebas índices y Mecánicas.....	9
	3.2 Estratigrafía del subsuelo.....	10
4	ANÁLISIS GEOTÉCNICO.....	11
	4.1 Revisión del estado límite de falla.....	11
	4.1.1.- Determinación de la capacidad de carga.....	11
	4.2 Revisión del estado límite de servicio.....	12
5	ASPECTOS GENERALES DEL AGRIETAMIENTO DEL SUELO Y FISURAMIENTO DE LAS MASAS.....	13
	5.1 Agrietamiento del suelo.....	13
	5.2 Agrietamiento del suelo en Tláhuac.....	14
6	CONCLUSIONES.....	15
7	RECOMENDACIONES.....	16
	7.1 Recomendaciones de diseño.....	16
	7.2 Generales.....	20
	Anexo 1. Memoria de Cálculo.....	21
	Anexo 2. Memoria Fotográfica.....	22

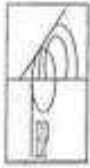


AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
 MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
 DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
 Registro No. 857





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclós Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Índice de Figuras.

Figura 1 Localización de la Zona de estudio.....	3
Figura 2 Sitio en estudio dentro de la Zonificación Geotécnica.....	6
Figura 3 Realización del pozo a cielo abierto.....	8
Figura 4 Pruebas Índice realizadas en el laboratorio.....	9
Figura 5 Pruebas Mecánicas realizadas en el laboratorio.....	9
Figura 6 Perfil estratigráfico del sondeo PCA-01.....	11
Figura 7 Mecanismo de falla en transición zona de lomas con zona de lago.....	14
Figura 8 Lagos del Valle de México a principios del siglo XVI.....	15
Figura 9 Restricciones de construcción para reducir la afectación.....	17
Figura 10 Losa cercana a grietas.....	18
Figura 11 Recomendaciones para construir sobre grietas.....	19

Índice de Tablas

Tabla 1 Espectro sísmico.....	7
Tabla 2 Capacidad de carga.....	12
Tabla 3 Asentamientos por consolidación bajo diferentes cargas.....	13



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 857



Página 2





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclós Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

1 OBJETIVO.

El objetivo del presente estudio es realizar exploraciones directas y toma de muestras del subsuelo, en un predio en la que pasa una grieta, con el consecuente fisuramiento de las construcciones existentes.

Este estudio complementa de manera individual al estudio de mecánica de suelos realizado para las calles Francisco Villa, Narciso Mendoza y Hernán Cortés entre la Av. Tláhuac y la calle Benito Juárez del pueblo de Santiago Zapotitlán.

La ubicación del sitio al que corresponde este estudio es en Av. Tláhuac s/n Zapotitlán, Tláhuac, D.F. y se aprecia en la siguiente figura:



Figura 1 Localización de la Zona de estudio.



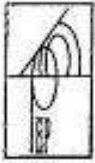
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
ESTRUCTURAS CONCRETAS



CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA



Página 3



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

2 ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

2.1 Zonificación geotécnica

Con la información estratigráfica y de propiedades Índice se propuso hace treinta años una zonificación geotécnica en la que los terrenos urbanizados en esa época se asignaron a tres zonas: Lomas, Transición y Lago, estos términos se cambiaron por los de zonas I, II y III en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y se agregó una zona IV para cubrir la expansión de la mancha urbana hacia zonas prácticamente inexploradas desde el punto de vista geotécnico. Según aclaran las disposiciones reglamentarias, el plano de zonificación no tiene otro objetivo que servir de referencia a las normas sobre seguridad estructural de las edificaciones. Los sondeos que el Reglamento demanda como mínimo para explorar el subsuelo son las bases para que el proyectista identifique la zona a la que pertenece el predio en cuestión, aplicando los criterios que al respecto establece la misma norma reguladora. A continuación se explicará en forma breve la zonificación geotécnica de la ciudad de México propuesta por el reglamento del D.F.

1) Zona de lomas.

La zona de Lomas incluye las faldas de la Sierra de Guadalupe, la Sierra de las Cruces y se adicionan las partes altas de los cerros del Peñón de los Baños, Peñón del Marqués y el Cerro de la estrella. Está formada por suelos areno-limosos (tobas) compactos, de alta capacidad de carga y baja deformabilidad, se incluyen los derrames de basalto del pedregal.

2) Zona de transición.

En esta zona es donde ocurren los cambios más notables en la estratigrafía. En esta zona se encuentran superficialmente depósitos de arcilla o limo orgánico de la formación Becerra cubriendo a estratos de arcilla muy compresible intercalados con lentes de arena, los cuales descansan sobre potentes mantos de arena y grava.

Transición alta.

Es la subzona de transición más próxima a las lomas, presenta irregularidades estratigráficas debido a los depósitos aluviales cruzados; la frecuencia y disposición de estos depósitos depende de la cercanía a antiguas barrancas.

Bajo estos materiales se encuentran estratos arcillosos que sobreyacen a los depósitos propios de las lomas.

Transición baja.

Corresponde a la transición vecina a la zona del Lago, aquí se encuentra la serie arcillosa superior con intercalaciones de estratos limo-arenosos de origen aluvial, la formación arcillosa superior contiene suelos que se depositaron durante las regresiones del antiguo lago. Este proceso dio origen a una estratigrafía compleja, donde los espesores y propiedades de los materiales pueden tener variaciones importantes en cortas



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 857



Página 4





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

distancias, dependiendo de la ubicación del sitio en estudio respecto a las corrientes de antiguos ríos y barrancas. Por lo anterior, puede decirse que las características estratigráficas de la parte superior de la transición baja son similares a la subzona de lago centro I o lago centro II.

3) Zona de lago

Los depósitos de la planicie del valle de México son los que comúnmente se conocen como zona de lago. Hay que señalar que ello es válido y correcto en ciertos tiempos geológicos con condiciones climáticas que propiciaban la existencia de un lago. En la cuenca cerrada podía existir un lago cuando las lluvias superaban la evapo-transpiración, el que desaparecía cuando esta superaba a las lluvias. Esta zona se caracteriza por los grandes espesores de arcillas blandas de alta compresibilidad, que subyacen a una costra superficial de espesor variable en cada sitio, dependiendo de la localización e historia de cargas. Por ello, la zona del lago se ha dividido en tres subzonas atendiendo a la importancia relativa de dos factores independientes:

- a).- El espesor y propiedades de la costra superficial.
- b).- La consolidación inducida en cada sitio.

El área en estudio se ubica dentro de la Zona II. Transición, formadas por intercalaciones de materiales aluviales con estratos de material lacustre, en los que también existen, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto y semicompactos o cohesivos relativamente blandos. En la Figura 2 se muestra la localización del área en estudio dentro de la zonificación geotécnica del Valle de México.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 857



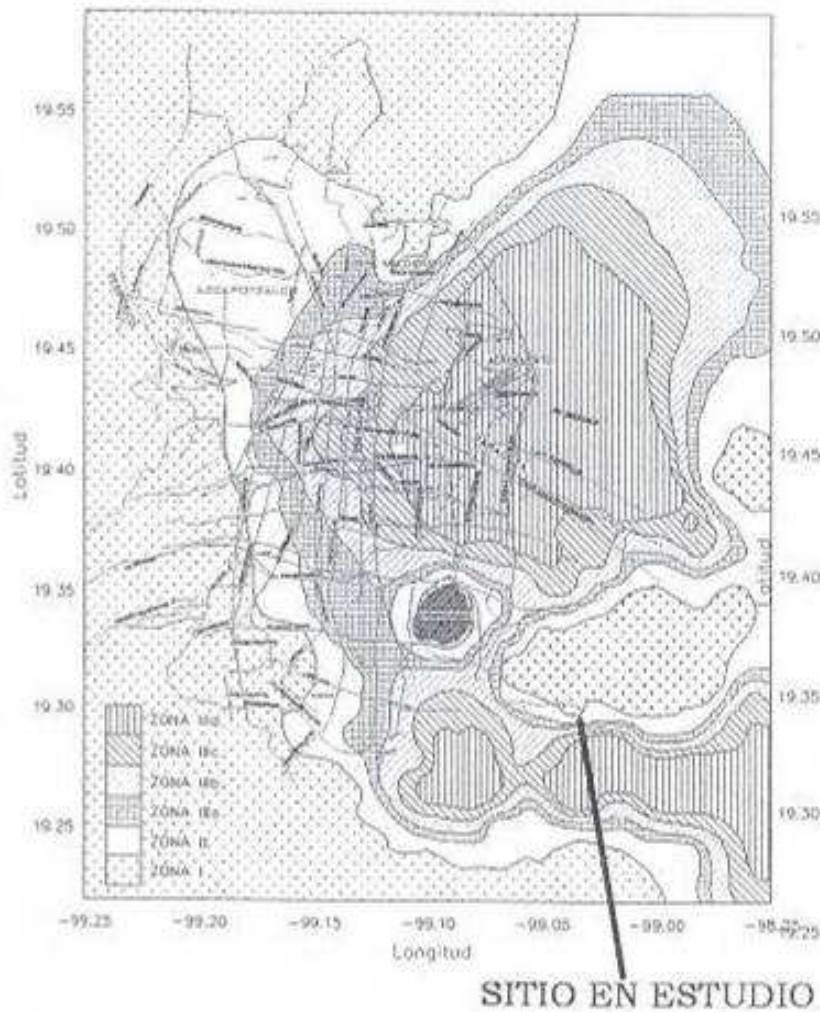
Página 5



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclós Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

**ZONIFICACION GEOTECNICA DEL D.F.
Y AREA METROPOLITANA**



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 857



Página 6



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepaueio@prodigy.net.mx

El reglamento de Construcciones del DF a través de las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo considera el sitio dentro de la zona II (zona de transición), y para fines de diseño por sismo, a cada zona le corresponden diferentes parámetros como se indica en la siguiente tabla:

Zona Sísmica	P	a_w	T_1 (s)	T_2 (s)	R
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
IIIa	0.4	0.1	0.53	1.8	2
IIIb	0.45	0.11	0.85	3	2
IIIc	0.4	0.1	1.25	4.2	2
IIId	0.3	0.1	0.85	4.2	2

Tabla 1 Espectro sísmico.

Donde a_w es el coeficiente de aceleración del terreno, c es el coeficiente sísmico y T es el periodo natural de interés; t_a y t_b son dos periodos característicos que delimitan la meseta y R es un exponente que define la parte curva del espectro de diseño.

2 Trabajos de Campo:

De acuerdo con los criterios y reglamentaciones en vigor en la República Mexicana, conforme a la experiencia previa de trabajos en la misma zona geológica y de acuerdo a los requerimientos de los habitantes de esa zona, para la exploración del subsuelo se programaron los siguientes trabajos de campo:

Levantamiento visual

Se realizó una inspección visual en el predio para detectar las grietas en el subsuelo, ver su trazo y ver las fisuras en la construcción, de esta inspección se apreciaron fisuras en la construcción del fondo del predio.

- o En los alrededores de la zona de estudio se encuentran estructuras de 1 a 2 niveles, destinados a uso habitacional.
- o La topografía de la zona se aprecia plena sensiblemente a la vista, con una pendiente ascendente de sur a norte, lo que facilita la formación de grietas.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 657



Página 7



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Pozo a cielo abierto.

Para poder apreciar directamente los estratos superficiales y extraer muestras inalteradas de subsuelo, se procedió a realizar un pozo a cielo abierto denominado como PCA-01.

Las muestras recuperadas son representativas de los estratos detectados, siendo identificadas y protegidas contra la pérdida de humedad, para ser enviadas al laboratorio central.

En las siguientes imágenes se presenta la realización del Pozo a cielo abierto, como parte de la exploración geotécnica.

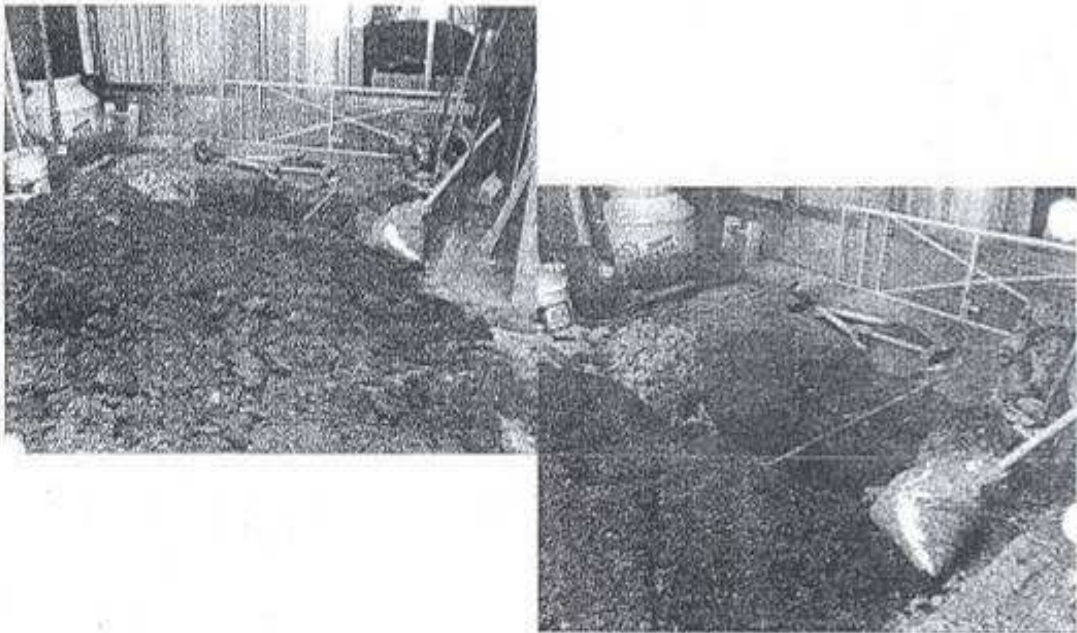


Figura 3 Realización del pozo a cielo abierto.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 557

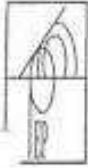


Página 8



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

3 TRABAJOS DE LABORATORIO

3.1 Pruebas índices y Mecánicas.

Todas las muestras recuperadas fueron preparadas para realizarle los ensayos de propiedades índice y que son:

- Contenido natural de humedad.
- Límite líquido
- Contracción lineal
- Densidad de sólidos
- Peso volumétrico húmedo y seco.
- Límite plástico
- Composición granulométrica

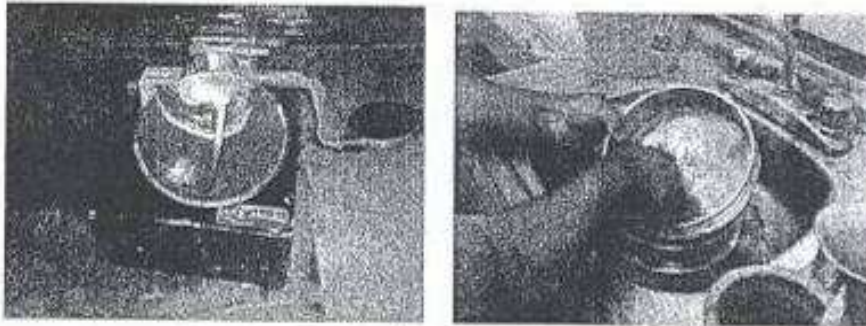


Figura 4 Pruebas Índice realizadas en el laboratorio

Las muestras cúbicas inalteradas se seleccionaron y se labraron para adicionalmente realizarles las siguientes pruebas:

- ❖ Resistencia a la compresión axial inconfiada.
- ❖ Resistencia a la compresión triaxial confinada no consolidada no drenada.
- ❖ Consolidación unidimensional.

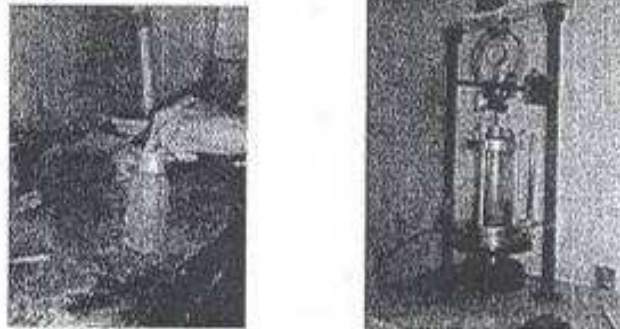


Figura 5 Pruebas Mecánicas realizadas en el laboratorio.





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

En el anexo de laboratorio de este estudio se presentan los resultados de cada uno de los ensayos a que se sometieron las muestras recuperadas durante la campaña de exploración.

3.2 Estratigrafía del subsuelo.

De manera general, la estratigrafía en el predio en estudio se compone por estratificaciones de limo arenoso y arcilloso de consistencia variable de media a dura hasta una profundidad de 1.65 m, subyaciendo y hasta la profundidad explorada de 2.70 m, se detectó una arena limosa cementada.

No se detectó el nivel de aguas freáticas a la profundidad explorada de 2.70 m, por lo que se debe encontrar a mayor profundidad.

En la siguiente figura se aprecia el perfil estratigráfico del sondeo realizado.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 857



Página 10





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
 Col. Amp. Sta. Martha Acatilla México, 09510, D.F.
 Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
 E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx



Figura 6 Perfil estratigráfico del sondeo PCA-01.

4 ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

4.1 Revisión del estado limite de falla.

Se evaluó la capacidad de carga de la zona en estudio para cuando se tengan que realizar nuevas construcciones, reestructuras, ampliaciones o reparaciones y el proyecto estructural tenga esta información para tomarla en cuenta dentro de sus diseños.

4.1.1 - Determinación de la capacidad de carga.

Las capacidades de carga admisible se obtienen empleando el criterio de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción del DF, el suelo se considera puramente cohesivo y homogéneo.

$$Qa = (C Nc Fr) + Pv$$



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
 MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
 MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
 DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
 Registro No. 857



Instituto de Vivienda
 del Distrito Federal





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Dulos Salinas No. 81
 Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
 Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
 E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Donde:

- Qa = Capacidad de carga admisible.
- C = cohesión.
- FR = Factor de resistencia.
- Pv = Esfuerzo vertical en el nivel de desplante

Elemento	Df Z(m)	C (ton/m ²)	FR	Qa (ton/m ²)
Zapata corrida (1x10)	1.0	2.4	0.35	6.9
Zapata corrida (1.5x10)	1.0	2.4	0.35	8.6

Elemento	Df Z(m)	C (ton/m ²)	FR	Qa (ton/m ²)
Losa corrida (10 x 10)	0.0	2.4	0.7	10.7
Losa corrida (8 x 10)	0.0	2.4	0.7	10.3
Losa corrida (10 x 15)	0.0	2.4	0.7	10.0

Tabla 2 Capacidad de carga.

4.2 Revisión del estado límite de servicio

Para la determinación de los asentamientos teóricos probables por consolidación a largo plazo, se empleó el criterio de K. Von Terzaghi, por medio de la siguiente ecuación para el estrato de material lacustre.

$$\Delta H = \sum_0^H [\Delta e / (1 + e_0)] \Delta z$$

Donde:

- ΔH = asentamiento de un estrato de espesor H
- e_0 = relación de vacíos inicial
- Δe = variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo vertical Δp inducido a la profundidad z por la carga superficial.
- Δz = espesores de estratos elementales en los cuales los esfuerzos pueden considerarse uniformes

La prueba de consolidación representativa del estrato expansivo, se puede apreciar en el capítulo de figuras. La relación de disipación de esfuerzos en la masa del suelo, se obtuvo utilizando el criterio de Boussinesq con una disipación de esfuerzos hasta una profundidad de 15.0 m.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
 MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
 MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
 DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
 Registro No. 857



Página 12





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Aplicando las expresiones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados para una cimentación a base de zapatas corridas desplantadas a 1.0 m de profundidad y losas, con carga variable para cuando se tengan las descargas reales, se interpolen en estos resultados:

Dimensiones del cimiento (m)	Carga uniformemente repartida (ton/m ²)	Asentamiento a largo plazo al centro del cimiento (cm).
1.0 x 10.0	2.0	2.6
1.50 x 10.0	*	3.3
1.0 x 10.0	4.0	5.0
1.50 x 10.0	*	6.5
1.0 x 10.0	6.0	7.4
1.50 x 10.0	*	9.7
10.0 x 10.0	1.0	4.9
8.0 x 10.0	*	4.3
15.0 x 10.0	*	5.8
10.0 x 10.0	2.0	9.7
8.0 x 10.0	*	8.6
15.0 x 10.0	*	11.6

Tabla 3 Asentamientos por consolidación bajo diferentes cargas.

5 ASPECTOS GENERALES DEL AGRIETAMIENTO DEL SUELO Y FISURAMIENTO DE LAS CASAS.

5.1 Agrietamiento del suelo.

Los agrietamientos del terreno natural y los asentamientos regionales son efectos que se han presentado y documentado desde hace décadas, en diversas ciudades del país y del mundo, en las que se practica una extracción excesiva de agua del subsuelo para uso agrícola, industrial y consumo humano, ante la demanda en aumento se recurre al bombeo, sobrepasando con frecuencia la capacidad de recarga natural de los acuíferos.

Ante la extracción acelerada, el nivel de las aguas subterráneas desciende significativamente y los sedimentos, frecuentemente blandos y erráticos que rellenan un valle, sufren compresión y consolidación; ello ocasiona que en la superficie se presenten asentamientos totales y diferenciales que se identifican mediante las grietas en el subsuelo.

En México, estos fenómenos se han presentado en ciudades como Toluca, Aguascalientes, el Distrito Federal, Celaya, Irapuato, Morelia, Gómez Palacio, entre otras más de las cuales hay poco conocimiento.



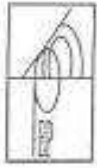
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 657



Página 13



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

En todos estos casos, la aparición de grietas y los asentamientos regionales, así como la velocidad con que se desarrollan, han mostrado un claro paralelismo con el aumento de la población y de las actividades industrial y agrícola.

5.2 Agrietamiento del suelo en Tláhuac

En los últimos 30 años la mancha urbana ha crecido considerablemente en toda la extensión de la delegación de Tláhuac, particularmente en las zonas donde antes existía el lago de Xochimilco y Chalco y que corresponde a la planicie lacustre, las construcciones se encuentran afectadas por hundimientos y formaciones de grietas. Estos fenómenos se han asociado con el incremento de extracción de agua del subsuelo. En este trabajo se presentan los aspectos generales de estos procesos así como el riesgo que generan a la población asentada en el pueblo de Santiago Zapotitlán de la misma demarcación. Este problema también existe con mayor intensidad de afectación, en las colonias Nopalera, Olivos, Miguel Hidalgo, Metropolitana, Del Mar, Villa Centroamericana y Solene entre otras.

El pueblo de Zapotitlán se encuentra ubicado en las orillas de lo que antiguamente era el lago de Xochimilco, en la ladera del cerro Xaltepec que forma parte de la Sierra de Santa Catarina, lo cual se traduce en una zona de transición abrupta en donde son comunes las grietas en el subsuelo.

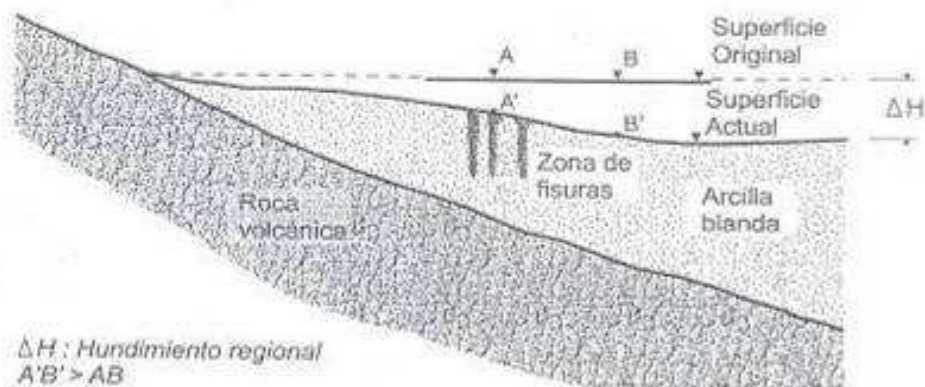


Figura 7 Mecanismo de falla en transición zona de lomas con zona de lago.

En la siguiente figura se aprecia la ubicación del pueblo de Zapotitlán entre la zona del ex lago de Xochimilco que de acuerdo con la literatura con la que se conoce, el asentamiento regional es del orden de 5 a 10 cm por año, contra un asentamiento regional nulo en la parte alta que corresponde a la ladera del cerro Xaltepec.





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclós Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx



Figura 8 Lagos del Valle de México a principios del siglo XVI.

6 CONCLUSIONES

- La zona de estudio se localiza en la zona II (zona de transición) y se determinó el coeficiente sísmico a partir de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcción del DF $c_s=0.32$.
- De acuerdo a los resultados del sondeo a cielo abierto, se pudo observar que la estratigrafía se compone por estratos de limo arenoso y arcilloso de consistencia media a dura, subyaciendo a estos estratos se detectó una arena limosa cementada.
- El nivel de aguas freáticas no fue localizado durante la exploración.
- Por la ubicación de la zona en estudio y por las características que presentan las grietas y fisuras en la zona, se determina que el origen de estas grietas es debido a la explotación del manto acuífero, los asentamientos diferenciales por el crecimiento de la mancha urbana y por la transición abrupta entre zona de lago y zona de lomas.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 857



Página 15



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepuelo@prodigy.net.mx

- Aunque la extracción del agua disminuya notablemente o cese por completo, permitiéndose incluso la recarga del acuífero, el terreno no recuperará sus condiciones iniciales, es decir, no se revertirá el asentamiento regional ni desaparecerán los agrietamientos ya existentes; sin embargo, no se generarían nuevos agrietamientos pues el mecanismo generador se habrá detenido.
- La revisión del estado límite de falla se realizó considerando zapatas corridas y losas para que se tengan parámetros para el proyecto estructural si se presentara el caso de reforzar la casa, ampliarla o para nuevas construcciones, obteniendo una capacidad de carga del orden de 6.0 ton/m² en zapatas corridas y de 10.0 ton/m² para las losas.
- Los asentamientos evaluados son para nuevas construcciones y se consideran admisibles, solo deberán considerarse en el diseño de la cimentación para su rigidización.

7 RECOMENDACIONES

7.1 Recomendaciones de diseño.

Para el refuerzo estructural de las construcciones existentes.

- I. Para conocer el daño real de la construcción, evaluar su uso y determinar su posible refuerzo estructural, será necesario la evaluación de un ingeniero estructurista.
- II. Se recomienda realizar el diseño sísmico con el Coeficiente obtenido de las NTC-RCDF para diseño por sismo $c_s=0.32$.
- III. La capacidad de carga máxima para diseño será de 6.0 ton/m², para zapatas corridas desplantadas a 1.0 m de profundidad como mínimo y para las losas se considerará una capacidad de carga máxima de 10.0 ton/m².
- IV. El valor de capacidad de carga para zapatas serán únicamente como dato para revisión de la construcción existente y se quiera reforzar. Para construcciones nuevas se deberá cimentar mediante losa corrida desplantada sobre un mejoramiento, tal como se menciona más adelante y de acuerdo a la ubicación de la construcción con respecto a la grieta.
- V. No se deberá de desplantar ninguna cimentación sobre rellenos no controlados o cimentaciones existentes las cuales se deberán de retirar en su totalidad.
- VI. La profundidad de despiante mínima será de 1.0 m en zapatas o mayor si así lo determina el proyecto estructural.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL

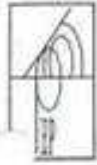


CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 357



Página 16





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

- VII. También es recomendable continuar con la inspección sistemática de las zonas susceptibles a agrietarse, tanto de manera visual como instrumental, especialmente en una franja de 10 m a ambos lados de las grietas, mantener la vigilancia del grado de daño en las construcciones afectadas mediante testigos de yeso monitoreados periódicamente, mantener especial atención ante la posibilidad de rotura de tuberías de drenaje y agua potable. Lo anterior debido a la posibilidad de socavación que podría acelerar el proceso de asentamiento local. Incluir en el mapeo de los agrietamientos, la cronología de su aparición y crecimiento para identificar, al menos de manera burda, los patrones de distribución espacial y temporal. Elaborar un tríptico informativo sobre el fenómeno de agrietamiento de suelos para su amplia distribución entre los habitantes de las diversas zonas afectadas.

Para reducir daños a las construcciones nuevas,

- I. Se presentan en general tres situaciones de acuerdo a la ubicación de la grieta con respecto a las construcciones, en estas condiciones la recomendación principal es evitar las construcciones a una distancia mínima de 5.0 m a partir de donde se marque la línea de la grieta, tal como se aprecia en la siguiente figura en donde se aprecia que a mayor distancia de la grieta el plazo para que se presente la afectación será mayor.

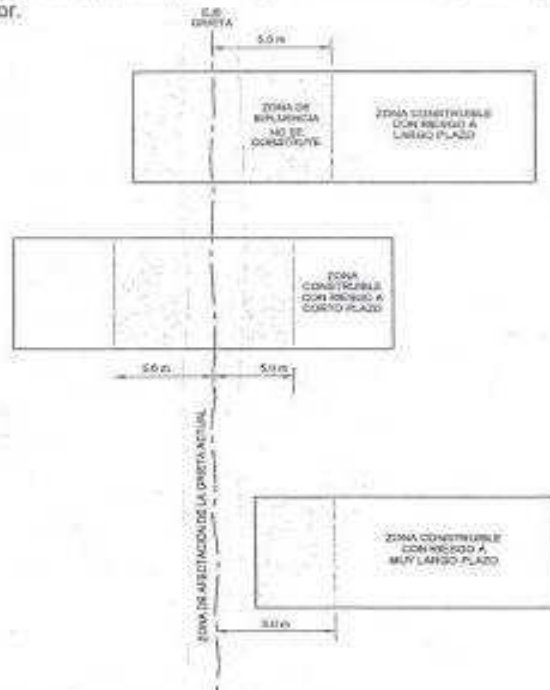


Figura 9 Restricciones de construcción para reducir la afectación.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 857



Página 17



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

- II. Las distancias para cada zona afectada se realizarán en el sitio por cada construcción afectada, de acuerdo a sus antecedentes que se han presentado durante toda la vida útil de su casa hasta su demolición.
- III. La solución de cimentación para las zonas del predio afectado y que quieran construir, se deberá aplicar el siguiente criterio:
- IV. Se diseñará una losa de cimentación lo suficientemente rígida para absorber los asentamientos diferenciales ocasionados por la grieta evitando con esto el fisuramiento de muros, también se construirá con una contratrabe perimetral lo suficientemente rígida para poder colocar un refuerzo en caso de inclinación de la construcción a largo plazo. Esto se aprecia en la siguiente figura:

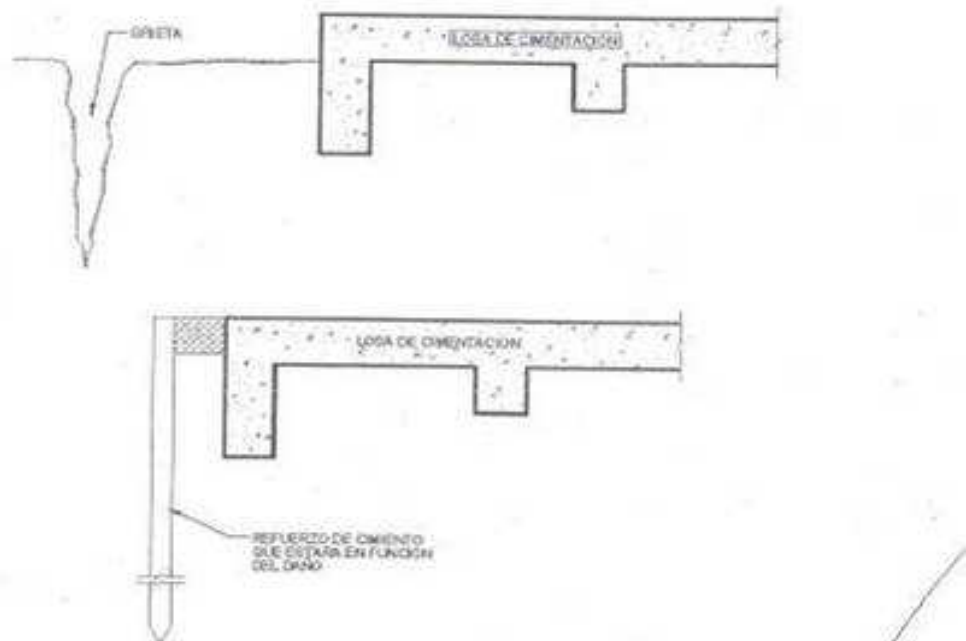
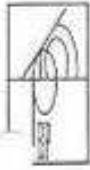


Figura 10 Losa cercana a grietas





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duques Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

- V. En caso de que el propietario quiera construir bajo su propio riesgo sobre la línea de la grieta y que esté dispuesto a invertir en una construcción que tendrá una vida útil a muy corto plazo, se deberá realizar lo siguiente:
- VI. De la línea de la grieta se excavará en un ancho mínimo de 5.0 m quedando al centro la grieta y hasta una profundidad mínima de 2.60 m.
- VII. Se colocará a la grieta una inyección de mortero suelo-cemento-bentonita con una resistencia de 20 kg/cm², inyectando a una presión máxima de 5 kg/cm². Esto es con la finalidad de rellenar la grieta que se detecte en el fondo de la excavación.
- VIII. A continuación se colocará una geomalla, cubriendo todo el fondo de la excavación y con un sobre ancho de 2.50 m a los lados. Sobre esta geomalla se colocará material granular (puede ser tezontle) con diámetro de 4" a 1", colocando de grueso a fino para ir cerrando textura y vibrando hasta su máximo acomodo en capas de 15 cm, hasta un espesor de 2.0 m.
- IX. Una vez que se tenga lo anterior, se procederá a colocar un relleno controlado compuesto por un limo arenoso "tepetate" compactado al 95 % de su masa volumétrica seca máxima y humedad óptima en cuatro capas de 15 cm y cuando se haya colocado la 1ª capa, se procederá a extender el sobrancho de la geomalla. Teniendo esta plataforma, se procederá a abrir las cepas para alojar las contratrabes de la losa de cimentación con su contratrase perimetral (como se mencionó anteriormente) y proceder a su construcción. Estas recomendaciones se aprecian en la siguiente figura:

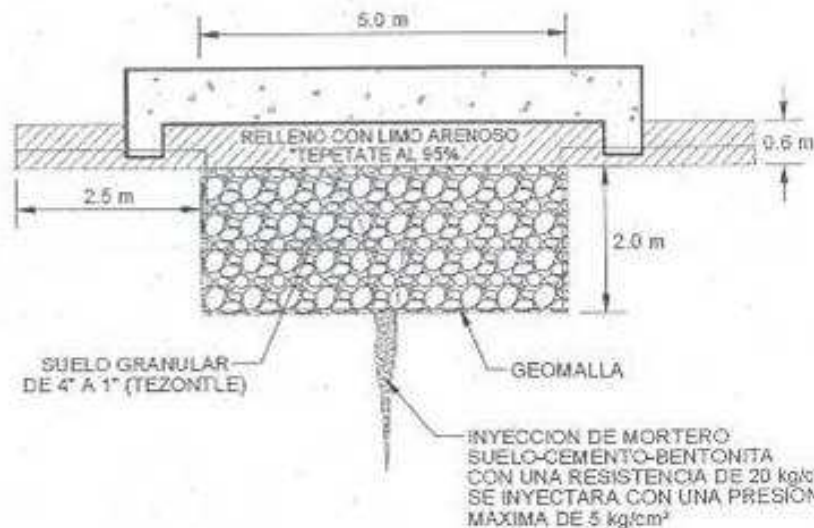


Figura 11 Recomendaciones para construir sobre grietas.



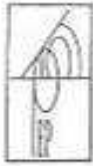
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 857



Página 19




PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.


Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pep suelo@prodigy.net.mx


7.2 Generales.

- Estas recomendaciones son desde el punto de vista mecánicas de suelos, cualquier modificación deberá ser analizada por un especialista en la materia.
- Se recomienda la inspección de un especialista en la materia durante el proceso constructivo de las recomendaciones, sobre todo en la definición de la línea de la grieta.
- Referamos que estas recomendaciones no representan una solución, solamente son medidas para reducir las afectaciones a las construcciones por la existencia de grietas en el subsuelo.

PEP INGENIERÍA DE SUELOS S.A. DE C.V.


Ing. Pompeyo Evarista Palacios
Director General.


Revisó.
Ing. Israel Jarquín López.


Realizó.
Ing. Guillermo Rosas Trochí.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MEMBER INSTITUCIONAL

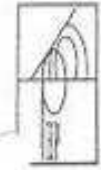


CNEC
MEMBERO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 857



Página 20





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Anexo 1. Memoria de Cálculo.

Geotecnia.

Capacidad de carga.

Momento actuante.	
Suma de acciones verticales, afectadas por su factor de carga (1.4), ton	1.00
Área del cimiento, m ²	1.00
Momento resistente.	
Presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo, ton/m ²	1.400
Cohesión del suelo, ton/m ²	2.4
Dimensiones de la cimentación.	
Largo de la cimentación, m	10.00
Ancho de la cimentación, m	1.00
Profundidad de desplante, m	1.00
Factores.	
Nº. coeficiente de capacidad de carga, adm.	6.5625
Factor de resistencia, adm.	0.35
Capacidad de Carga Admisible	6.00 ton/m²

Momento actuante.	
Suma de acciones verticales, afectadas por su factor de carga (1.4), ton	1.00
Área del cimiento, m ²	1.00
Momento resistente.	
Presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo, ton/m ²	0.000
Cohesión del suelo, ton/m ²	2.4
Dimensiones de la cimentación.	
Largo de la cimentación, m	15.00
Ancho de la cimentación, m	10.00
Profundidad de desplante, m	0.00
Factores.	
Nº. coeficiente de capacidad de carga, adm.	5.096000007
Factor de resistencia, adm.	0.7
Capacidad de Carga Admisible	10.07 ton/m²



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 857



Página 21



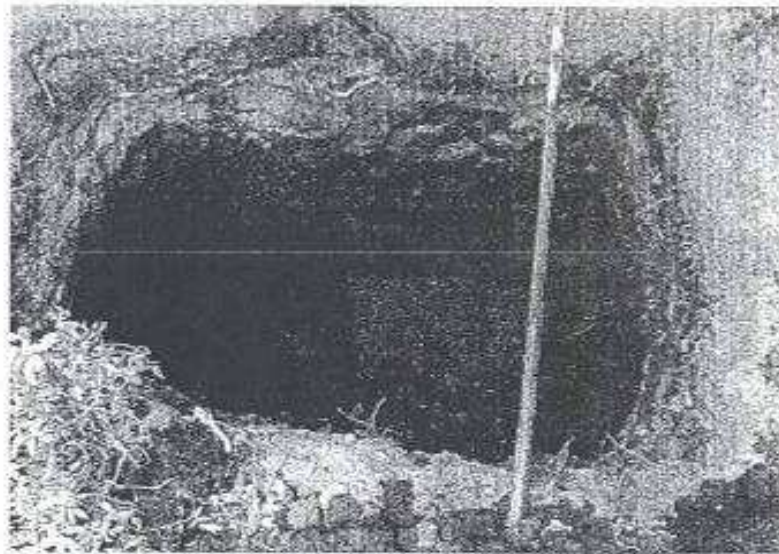
PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Anexo 2. Memoria Fotográfica.



Fotografía 1 Localización PCA-01



Fotografía 2 Realización del sondeo PCA-01.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 557



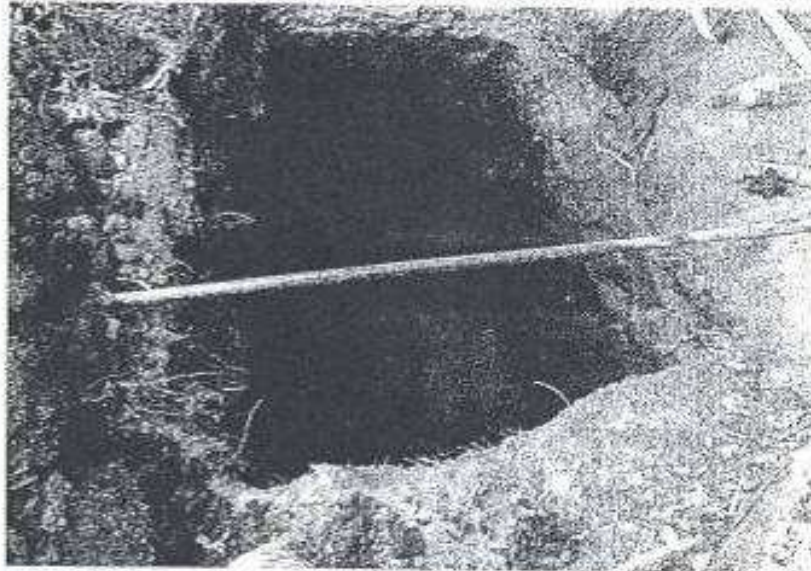
Página 22





PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calje Agolfo Duclos Salinas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx



Fotografía 3 Realización del sondeo PCA-01.



Fotografía 4 Realización del sondeo PCA-01.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL



CNEC
MIEMBRO DE LA CÁMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA
Registro No. 857



Página 23



PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Calle Adolfo Duclos Sainas No. 81
Col. Amp. Sta. Martha Acatitla México, 09510, D.F.
Tels.: 5733-2766 • 5738-4162 • 1552-9237
E-mail: pepsuelo@prodigy.net.mx

Anexo 3. Resultados de Laboratorio.



AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
MIEMBRO INSTITUCIONAL

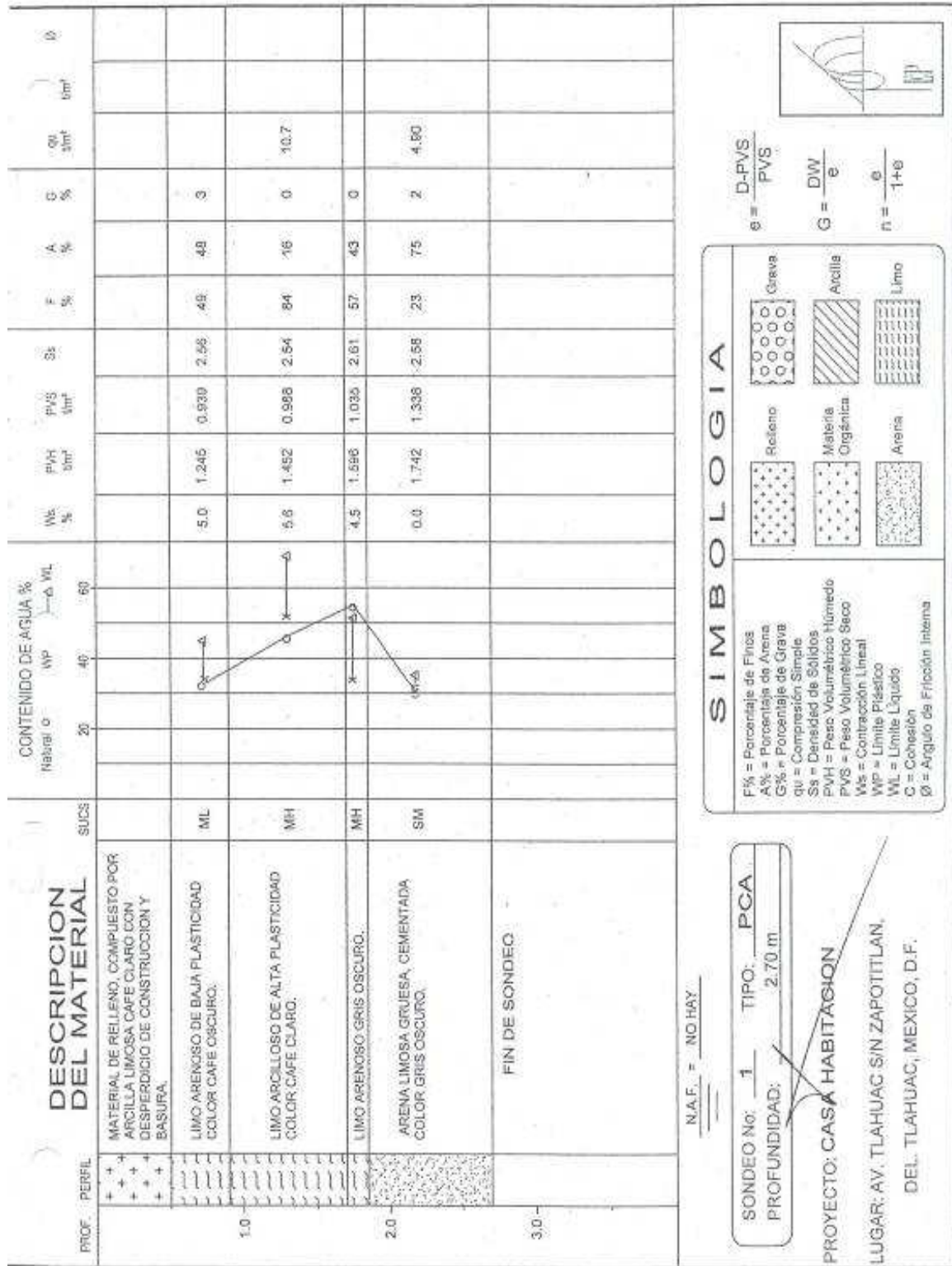


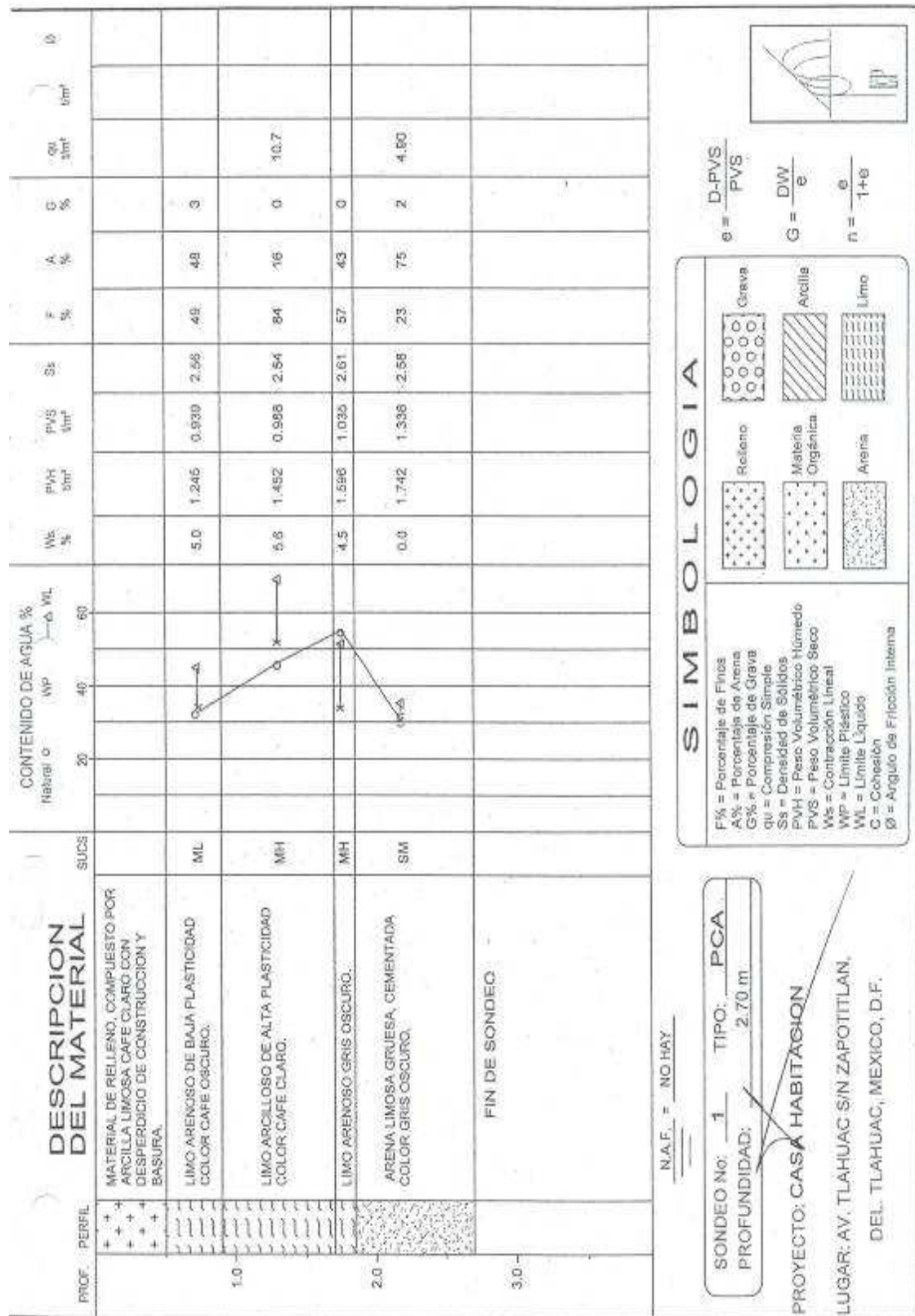
CNEC
MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL
DE EMPRESAS DE CONSULTORIA
Registro No. 557

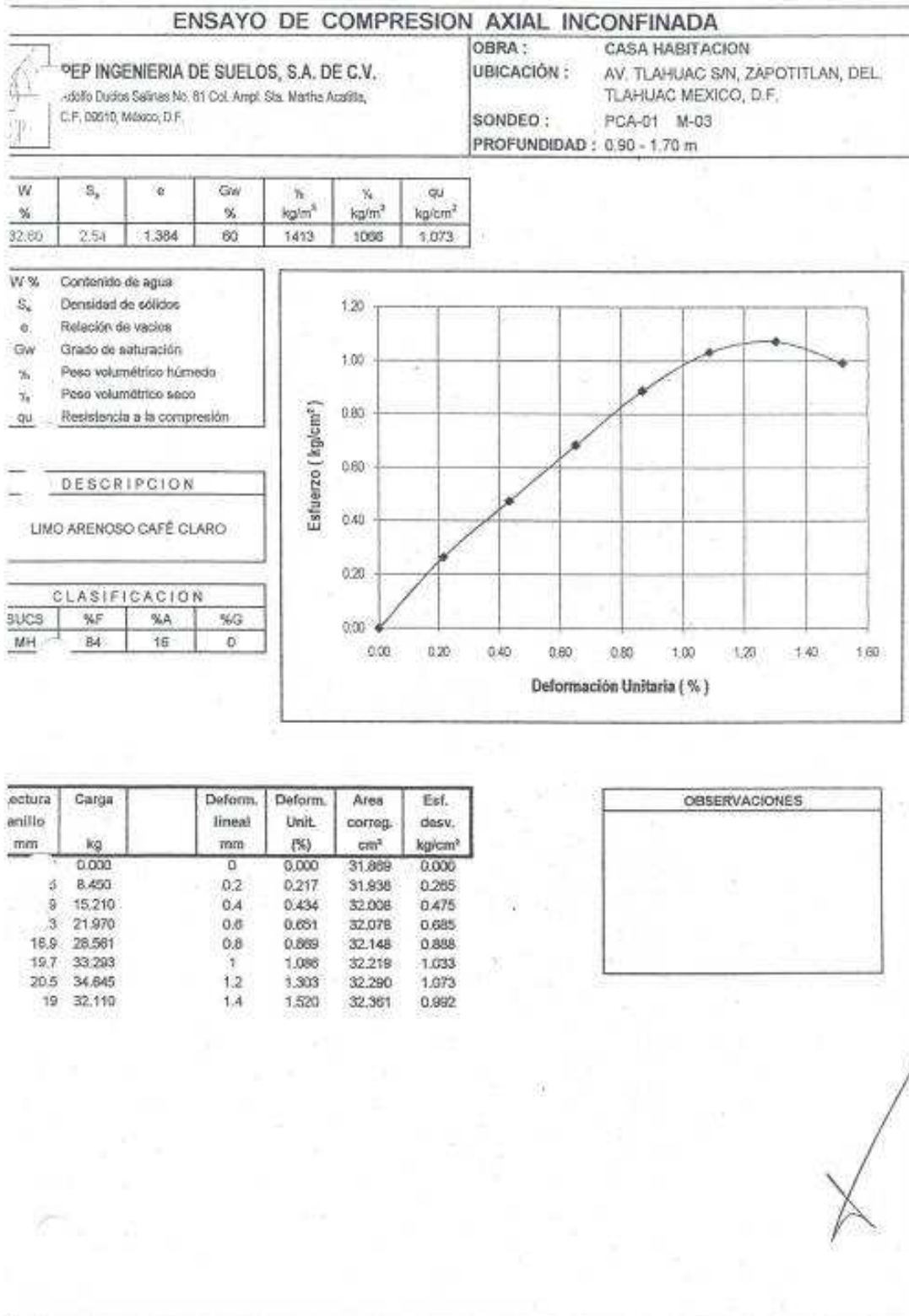



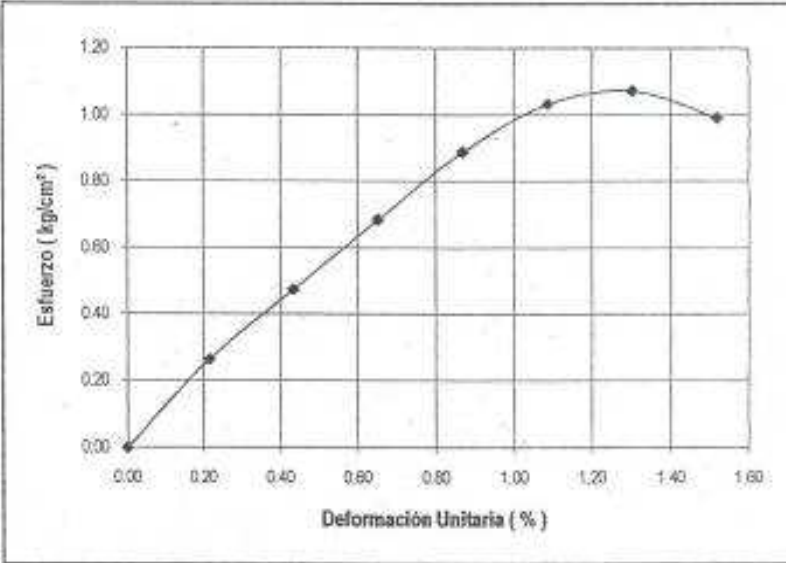
Página 24










ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA						
	PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V. Calle Ductos Salinas No. 81 Col. Anpl. Sta. Martha Acasilla, C.F. 06610, México, D.F.	OBRA : CASA HABITACION UBICACIÓN : AV. TLAHUAC SM, ZAPOTITLAN, DEL. TLAHUAC MEXICO, D.F. SONDEO : PCA-01 M-03 PROFUNDIDAD : 0.90 - 1.70 m				
W %	S _s	e	Gw %	γ _w kg/m ³	γ _s kg/m ³	q _u kg/cm ²
32.80	2.54	1.384	60	1413	1086	1.073
W %	Contenido de agua					
S _s	Densidad de sólidos					
e	Relación de vacíos					
Gw	Grado de saturación					
γ _w	Peso volumétrico húmedo					
γ _s	Peso volumétrico seco					
q _u	Resistencia a la compresión					
DESCRIPCION						
LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO						
CLASIFICACION						
SUCS	%F	%A	%G			
MH	84	16	0			
						
lectura anillo mm	Carga kg	Deform. lineal mm	Deform. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. desv. kg/cm ²	
0	0.000	0	0.000	31.869	0.000	OBSERVACIONES
3	8.450	0.2	0.217	31.838	0.285	
9	15.210	0.4	0.434	32.008	0.475	
3	21.970	0.6	0.651	32.078	0.685	
16.9	28.561	0.8	0.869	32.148	0.888	
19.7	33.293	1	1.086	32.218	1.033	
20.5	34.845	1.2	1.303	32.290	1.073	
19	32.110	1.4	1.520	32.361	0.892	



ENSAYO DE COMPRESION AXIAL INCONFINADA

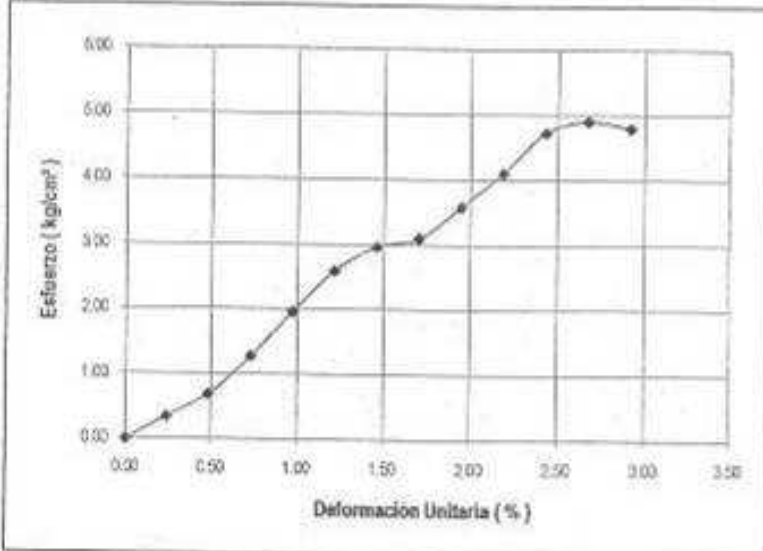


PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.
 Avdo. Ciudad Salinas No. 51 Col. Anz. Sta. Marta Acosta
 C.P. 06510, México, D.F.

OBRA : CASA HABITACION
 UBICACION : AV. TLAHUAC SIN, ZAPOTITLAN, DEL TLAHUAC MEXICO, D.F.
 SONDEO : PCA-01 M-05
 PROFUNDIDAD : 1.85 - 2.70 m

W %	S_v	e	Gw %	γ_h kg/m ³	γ_s kg/m ³	q _u kg/cm ²
28.74	2.53	0.834	80	1811	1407	4.904

W %: Contenido de agua
 S_v : Densidad de sólidos
 e: Relación de vacíos
 Gw: Grado de saturación
 γ_h : Peso volumétrico húmedo
 γ_s : Peso volumétrico seco
 q_u: Resistencia a la compresión

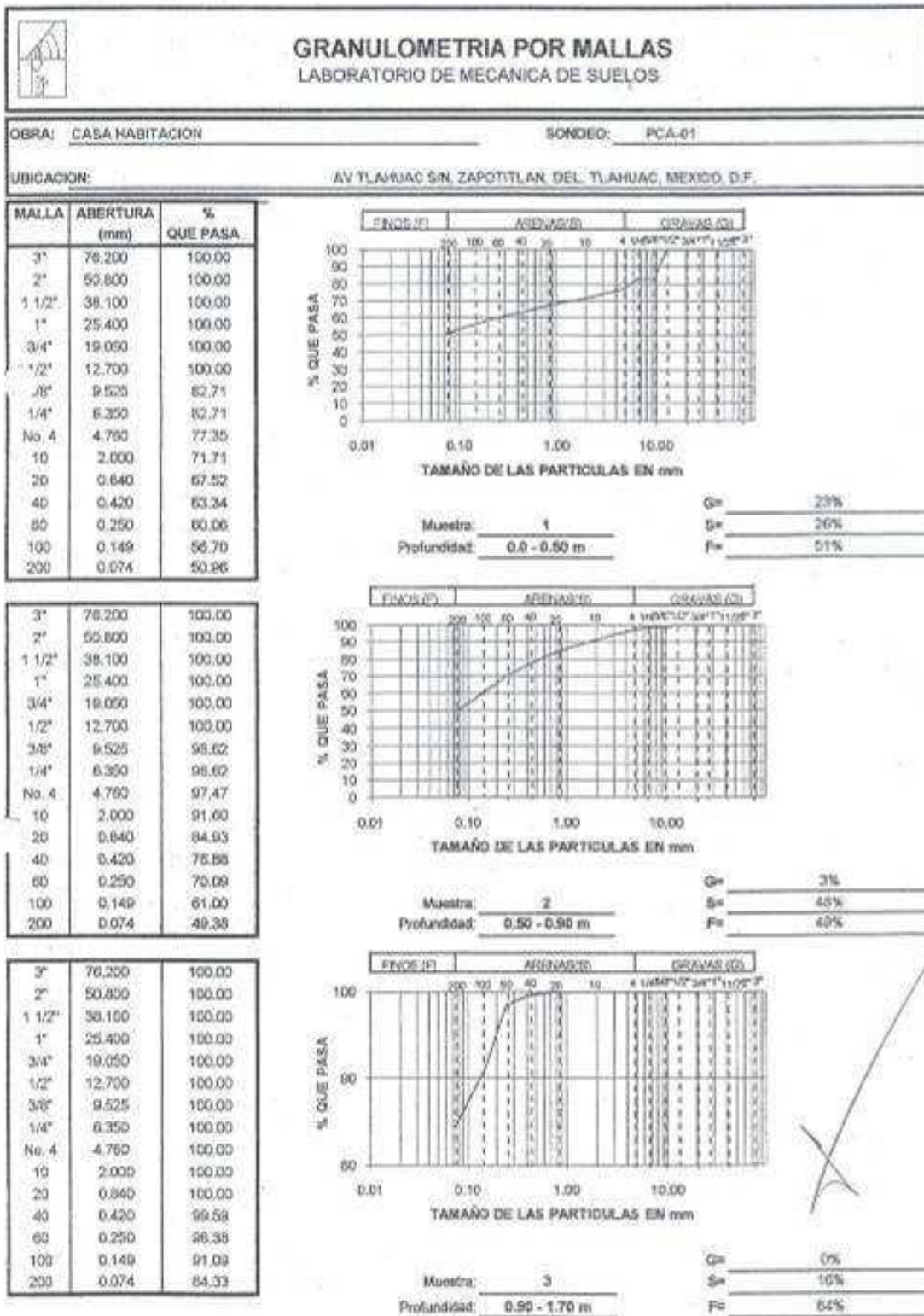


DESCRIPCION			
ARENA LIMOSA GRIS OSCURO.			

CLASIFICACION			
SUCS	%F	%A	%G
SM	23	75	2

Lectura anillo mm	Carga Kg	Deform. lineal mm	Deform. Unit. (%)	Area correg. cm ²	Esf. desv. kg/cm ²
0	0.000	0	0.000	34.212	0.000
7	11.830	0.2	0.245	34.295	0.345
14	23.660	0.4	0.490	34.379	0.688
26	43.940	0.6	0.729	34.463	1.275
40	67.800	0.8	0.972	34.548	1.957
53	89.570	1	1.215	34.633	2.598
61	103.090	1.2	1.458	34.718	2.989
64	108.160	1.4	1.701	34.804	3.108
74	125.060	1.6	1.944	34.890	3.584
85	143.650	1.8	2.187	34.977	4.107
96	165.620	2	2.430	35.064	4.723
102	172.360	2.2	2.673	35.152	4.804
100	180.000	2.4	2.915	35.240	4.796

OBSERVACIONES	



**Mecánica de Suelos Santiago Zapotitlán por al Empresa PEP Ingeniería de Suelos S.A. de
C.V. en el mes de Octubre de 2010.**

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

**UBICACIÓN: COORDINACION SANTIAGO
ZAPOTITLAN DELEGACION TLAHUAC**

OCTUBRE 2010



*Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón*



CONTENIDO

1	OBJETIVO	3
2	ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS	4
	2.1 Zonificación geotécnica.....	4
	2.2 Trabajos de Campo.....	7
	Pozos a cielo abierto.....	8
3	TRABAJOS DE LABORATORIO	9
	3.1 Pruebas índices y Mecánicas.....	9
	3.2 Estratigrafía del subsuelo.....	10
4	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	16
	4.1 Revisión del estado límite de falla.....	16
	4.1.1.- <i>Determinación de la capacidad de carga</i>	16
	4.2 Revisión del estado límite de servicio.....	17
5	ASPECTOS GENERALES DEL AGRIETAMIENTO DEL SUELO Y FISURAMIENTO DE LAS CASAS	18
	*5.1 Agrietamiento del suelo.....	18
	5.2 Agrietamiento del suelo en Tláhuac.....	18
	5.3 Fisuramiento en las casas.....	22
6	CONCLUSIONES	26
7	RECOMENDACIONES	27
	7.1 Recomendaciones de diseño.....	27
	7.2 Generales.....	31
	Anexo 1. Memoria de Cálculo	32
	Anexo 2. Memoria Fotográfica	34

Índice de Figuras.

Figura 1	Localización de la Zona de estudio.....	3
Figura 2	Sitio en estudio dentro de la Zonificación Geotécnica.....	6
Figura 3	Realización de los sondeos de penetración estándar.....	8
Figura 4	Realización de los pozos a cielo abierto.....	9
Figura 5	Pruebas Índice realizadas en el laboratorio.....	9
Figura 6	Pruebas Mecánicas realizadas en el laboratorio.....	10
Figura 7	Estratigrafía general de la zona de estudio.....	10
Figura 8	Perfil estratigráfico del sondeo SM-01.....	13

Figura 9 Perfil estratigráfico del sondeo SM-02.....	14
Figura 10 Perfil estratigráfico del sondeo SM-03.....	15
Figura 11 Mecanismo de falla en transición zona de lomas con zona de lago.....	19
Figura 12 Lagos del Valle de México a principios del siglo XVI.....	19
Figura 13 Mecanismo de falla en transición en el sitio en estudio.....	20
Figura 14 Grietas detectadas por PEP en el área de estudio, con respecto a las detectadas por CERG.....	21
Figura 15 Ubicación de grietas y sondeos realizados.....	21
Figura 16 Predio en donde permanece la barda de colindancia, la construcción fue demolida.....	22
Figura 17 Fisura en la banquetta y muestra su continuidad sobre la carpeta asfáltica.....	22
Figura 18 Fisura en el piso interior de una casa que marca la ubicación de la grieta.....	23
Figura 19 Fisura en el patio de otra casa, consecuencia de la grieta.....	23
Figura 20 Afectación del predio en donde se realizó el SM-02.....	24
Figura 21 Predio donde se demolió la construcción por afectación de una grieta.....	24
Figura 22 Mismo predio de la Figura 21 en donde se ubica la grieta por la fisura existente.....	25
Figura 23 Fisura en el muro que indica el paso de una grieta.....	25
Figura 24 Restricciones de construcción para reducir la afectación.....	28
Figura 25 Losa cercana a grietas.....	29
Figura 26 Recomendaciones para construir sobre grietas.....	30

Índice de Tablas

Tabla 1 Espectro sísmico.....	7
Tabla 2 Estratigrafía del sondeo SM-01.....	11
Tabla 3 Estratigrafía del sondeo SM-02.....	12
Tabla 4 Estratigrafía del sondeo SM-03.....	12
Tabla 5 Capacidad de carga.....	16
Tabla 6 Asentamientos por consolidación bajo diferentes cargas.....	17



1 OBJETIVO.

El objetivo del presente estudio es realizar exploraciones directas y toma de muestras del subsuelo, en una zona en la que se han presentado grietas en el terreno con el consecuente fisuramiento de las casas por donde pasan dichas grietas.

El estudio se concentra en un área que comprende las calles Francisco Villa, Narciso Mendoza y Hernán Cortés entre la Av. Tláhuac y la calle Benito Juárez del pueblo de Santiago Zapotitlán como se muestra en la siguiente figura.

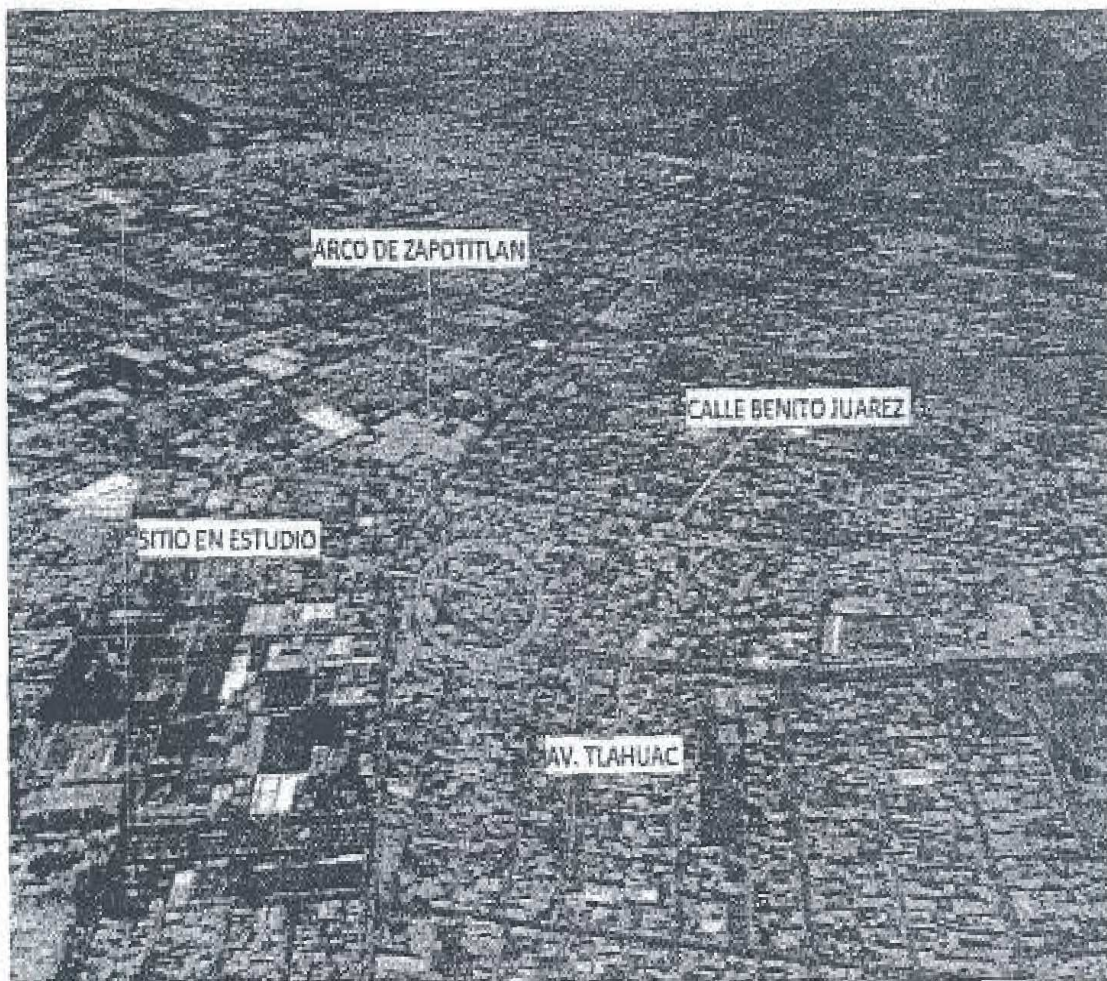


Figura 1 Localización de la Zona de estudio.

2 ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

2.1 Zonificación geotécnica

Con la información estratigráfica y de propiedades índice se propuso hace treinta años una zonificación geotécnica en la que los terrenos urbanizados en esa época se asignaron a tres zonas: Lomas, Transición y Lago, estos términos se cambiaron por los de zonas I, II y III en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y se agregó una zona IV para cubrir la expansión de la mancha urbana hacia zonas prácticamente inexploradas desde el punto de vista geotécnico. Según aclaran las disposiciones reglamentarias, el plano de zonificación no tiene otro objetivo que servir de referencia a las normas sobre seguridad estructural de las edificaciones. Los sondeos que el Reglamento demanda como mínimo para explorar el subsuelo son las bases para que el proyectista identifique la zona a la que pertenece el predio en cuestión, aplicando los criterios que al respecto establece la misma norma reguladora. A continuación se explicará en forma breve la zonificación geotécnica de la ciudad de México propuesta por el reglamento del D.F.

1) Zona de lomas.

La zona de Lomas incluye las faldas de la Sierra de Guadalupe, la Sierra de las Cruces y se adicionan las partes altas de los cerros del Peñón de los Baños, Peñón del Marqués y el Cerro de la estrella. Está formada por suelos areno-limosos (tobas) compactos, de alta capacidad de carga y baja deformabilidad, se incluyen los derrames de basalto del pedregal.

2) Zona de transición.

En esta zona es donde ocurren los cambios más notables en la estratigrafía. En esta zona se encuentran superficialmente depósitos de arcilla o limo orgánico de la formación Becerra cubriendo a estratos de arcilla muy compresible intercalados con lentes de arena, los cuales descansan sobre potentes mantos de arena y grava.

Transición alta.

Es la subzona de transición más próxima a las lomas, presenta irregularidades estratigráficas debido a los depósitos aluviales cruzados; la frecuencia y disposición de estos depósitos depende de la cercanía a antiguas barrancas.

Bajo estos materiales se encuentran estratos arcillosos que sobreyacen a los depósitos propios de las lomas.

Transición baja.

Corresponde a la transición vecina a la zona del Lago, aquí se encuentra la serie arcillosa superior con intercalaciones de estratos limo-arenosos de origen aluvial, la formación arcillosa superior contiene suelos que se depositaron durante las regresiones del antiguo lago. Este proceso dio origen a una estratigrafía compleja, donde los espesores y propiedades de los materiales pueden tener variaciones importantes en cortas



distancias, dependiendo de la ubicación del sitio en estudio respecto a las corrientes de antiguos ríos y barrancas. Por lo anterior, puede decirse que las características estratigráficas de la parte superior de la transición baja son similares a la subzona de lago centro I o lago centro II.

3) Zona de lago

Los depósitos de la planicie del valle de México son los que comúnmente se conocen como zona de lago. Hay que señalar que ello es válido y correcto en ciertos tiempos geológicos con condiciones climáticas que propiciaban la existencia de un lago. En la cuenca cerrada podía existir un lago cuando las lluvias superaban la evapo-transpiración, el que desaparecía cuando esta superaba a las lluvias. Esta zona se caracteriza por los grandes espesores de arcillas blandas de alta compresibilidad, que subyacen a una costra superficial de espesor variable en cada sitio, dependiendo de la localización e historia de cargas. Por ello, la zona del lago se ha dividido en tres subzonas atendiendo a la importancia relativa de dos factores independientes:

- a).- El espesor y propiedades de la costra superficial.
- b).- La consolidación inducida en cada sitio.

El área en estudio se ubica dentro de la Zona II. Transición, *formadas por intercalaciones de materiales aluviales con estratos de material lacustre, en los que también existen, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto y semicompactos o cohesivos relativamente blandos.* En la Figura 2 se muestra la localización del área en estudio dentro de la zonificación geotécnica del Valle de México.

ZONIFICACION GEOTECNICA DEL D.F. Y AREA METROPOLITANA

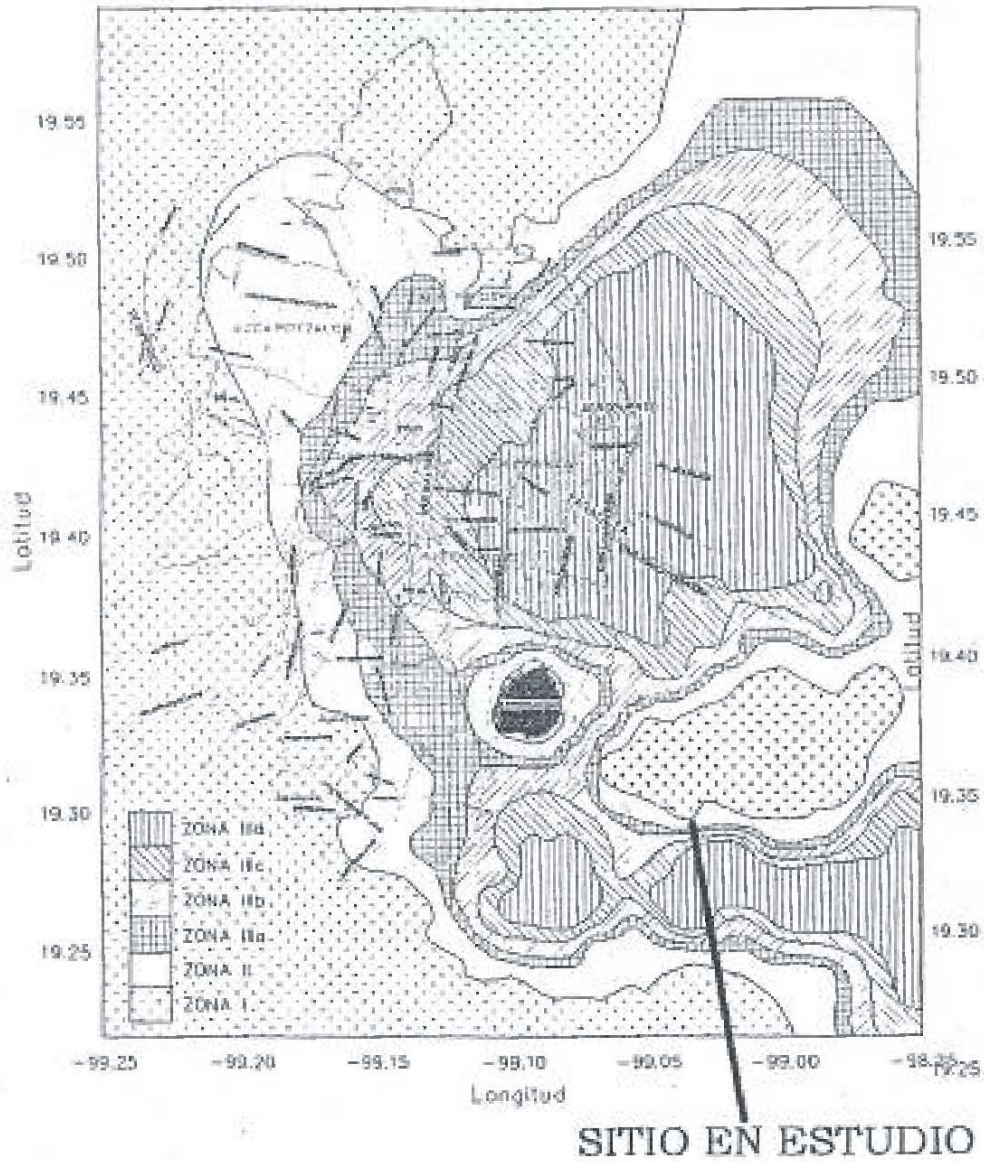


Figura 2 Sitio en estudio dentro de la Zonificación Geotécnica.



El reglamento de Construcciones del DF a través de las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo considera el sitio dentro de la zona II (zona de transición), y para fines de diseño por sismo, a cada zona le corresponden diferentes parámetros como se indica en la siguiente tabla:

Zona Sísmica	C	a_p	$T_b(s)$	$T_c(a)$	R
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
IIIa	0.4	0.1	0.53	1.6	2
IIIb	0.45	0.11	0.85	3	2
IIIc	0.4	0.1	1.25	4.2	2
IIId	0.3	0.1	0.85	4.2	2

Tabla 1 Espectro sísmico.

Donde a_p es el coeficiente de aceleración del terreno, c es el coeficiente sísmico y T es el período natural de interés; t_a y t_b son dos períodos característicos que delimitan la meseta y R es un exponente que define la parte curva del espectro de diseño.

2.2 Trabajos de Campo.

De acuerdo con los criterios y reglamentaciones en vigor en la República Mexicana, conforme a la experiencia previa de trabajos en la misma zona geológica y de acuerdo a los requerimientos de los habitantes de esa zona, para la exploración del subsuelo se programaron los siguientes trabajos de campo:

Levantamiento visual

Se realizó una inspección visual del lugar y sitios aledaños para detectar las grietas en el subsuelo, ver su trazo y ver las fisuras en las casas afectadas, de esta inspección se generó la ubicación de las grietas y de las casas afectadas.

- o En los alrededores de la zona de estudio se encuentran estructuras de 1 a 2 niveles, destinados a uso habitacional.
- o La topografía de la zona se aprecia plana sensiblemente a la vista, con una pendiente ascendente de sur a norte, lo que facilita la formación de grietas.

Sondeos mixtos

Con la finalidad de conocer la estratigrafía del sitio así como las propiedades tanto físicas como mecánicas de los estratos detectados, se llevó a cabo una campaña de exploración consistente en la ejecución de tres sondeos exploratorios mixtos que se programaron a una profundidad de 15m aproximadamente. Este tipo de sondeo mixto consiste en alternar el hincado de la herramienta de muestreo conocida como penetrómetro

estándar cuya longitud total es de 60 cm, la cual se hince en el suelo mediante el golpeo de la herramienta denominada martinete de golpeo que pesa alrededor 63.5 kg, dejándola caer de una altura de 73 cm contando el número de golpes necesarios para hincar cada una de las cuatro partes de 15 cm cada una, con lo anterior se puede determinar el grado de compactación del suelo muestreado pudiéndose obtener algunos parámetros mecánicos mediante correlaciones empíricas con el número de golpes necesarios para hincar los 30 cm centrales de la herramienta mencionada ya que cada una las partes de 15 cm de cada uno de extremos se considera alterada.

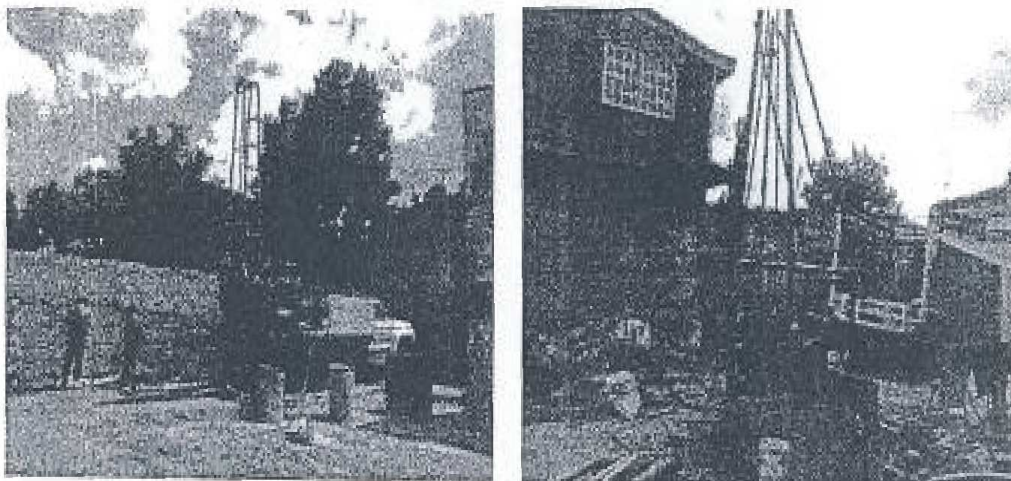


Figura 3 Realización de los sondeos de penetración estándar.

Pozos a cielo abierto.

Para poder apreciar directamente los estratos superficiales y extraer muestras inalteradas de subsuelo, se procedió a realizar dos pozos a cielo abierto denominados como PCA-01 y PCA-02.

Las muestras recuperadas son representativas de los estratos detectados, siendo identificadas y protegidas contra la pérdida de humedad, para ser enviadas al laboratorio central.

En las siguientes imágenes se presenta la realización de los Pozos a cielo abierto, como parte de la exploración geotécnica.



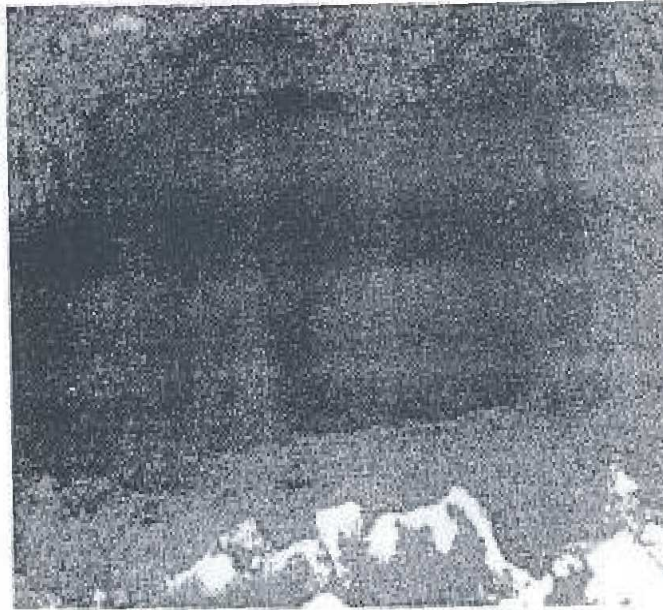


Figura 4 Realización de los pozos a cielo abierto.

3 TRABAJOS DE LABORATORIO

3.1 Pruebas índices y Mecánicas.

Se realizaron pruebas índices y mecánicas de las muestras obtenidas a diferentes profundidades, se determinó el contenido de agua natural (w %) y el peso específico de la masa del suelo (γ).

Para obtener las características de plasticidad, se hizo pasar al material por la malla No. 40 para obtener las propiedades índice de plasticidad del suelo: límite líquido y límite plástico, utilizando el método y dispositivos estandarizados por A. Casagrande.

Se realizó la separación por tamaños de las partículas sólidas que constituyen al suelo, con el fin de determinar su composición granulométrica y sus coeficientes de gradación, por medio de ensayos mecánicos por cribado en los suelos gruesos y en los suelos finos se realizaron ensayos por medio de lavado, de acuerdo a los porcentajes de partículas contenidas en las muestras de material, se clasificó éste conforme a lo indicado con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S. U. C. S.).



Figura 5 Pruebas Índice realizadas en el laboratorio

Adicionalmente se determinó la densidad de sólidos (S_s), relación gravimétrica que se utilizó para definir las relaciones volumétricas del suelo.

Las propiedades mecánicas de resistencia se determinaron en el laboratorio a través de pruebas de compresión triaxial no consolidada no drenada (UU), utilizando probetas cilíndricas de aproximadamente 7.60 cm de altura y 3.50 cm de diámetro, las cuales se sometieron a carga axial hasta la falla, previa aplicación de un confinamiento lateral que representa las condiciones de presión a las que se encuentra sujeto el suelo en estudio en su estado natural, con los resultados arrojados en los ensayos de laboratorio se determinaron las curvas esfuerzo-deformación, círculos de Mohr y por medio de estos, los parámetros de resistencia al corte del suelo.

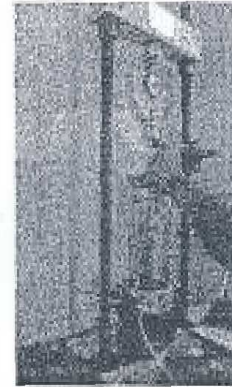


Figura 6 Pruebas Mecánicas realizadas en el laboratorio.

En el anexo de laboratorio de este estudio se presentan los resultados de cada uno de los ensayos a que se sometieron las muestras recuperadas durante la campaña de exploración.

3.2 Estratigrafía del subsuelo.

La estratigrafía encontrada en el sitio con base en las observaciones hechas durante la exploración y en los resultados arrojados por los trabajos de laboratorio se muestra en los anexos de pozos a cielo abierto.

A partir de los resultados de la exploración y pruebas de laboratorio realizadas, así como de la recopilación de la información geotécnica de los sondeos, se determinó en forma general variaciones en su composición por lo que se presenta la estratigrafía de cada uno de los sondeos.



Figura 7 Estratigrafía general de la zona de estudio.

Sondeo SM-01

Profundidad (m)	Descripción
0.00 - 0.60	Relleno compuesto por gravas empacadas en un limo arenoso.
0.60 - 1.80	Limo poco arenoso gris oscuro de baja plasticidad de consistencia muy dura a durísima, clasificado según el SUCS como ML. Presenta un contenido de humedad de 27 %, índice plástico de 4 %, finos de 64 a 95 %, arena de 9 a 16 %, gravas de 0 %, en campo reportó una resistencia a la penetración estándar de 24 y 50 golpes.
1.80 - 3.60	Arena fina arcillosa color gris oscuro de compactación media y muy densa, clasificada según el SUCS como SM. Presenta un contenido de humedad de 17 a 24 %, índice plástico de 6 %, finos de 16 a 20 %, arena de 92 a 79 %, gravas de 2 %, en campo reportó una resistencia a la penetración estándar 27 a más de 50 golpes.
3.60 - 15.00	Limo poco arenoso café rojizo y gris verdoso de alta plasticidad, consistencia blanda y media, con poca grava de 6.60 a 10.0 m, clasificado según el SUCS como MH. Presenta un contenido de humedad de 125 a 228 %, índice plástico de 75 a 140 %, finos de 82 a 98 %, arena de 4 a 18 %, gravas de 0 y de 3 a 5 %, en campo reportó una resistencia a la penetración estándar de 0 a 8 golpes.

Tabla 2 Estratigrafía del sondeo SM-01.

Sondeo SM-02

Profundidad (m)	Descripción
0.00 - 4.80	Arena limosa de grano medio a fino con gravas aisladas color gris oscura de compactación media y densa, clasificada según el SUCS como SM. Presenta un contenido de humedad de 18 a 60 %, índice plástico de 0 a 5 %, finos de 27 a 43 %, arena de 54 a 72 %, gravas de 1 a 4 %, en campo reportó una resistencia a la penetración estándar mínima de 6 y máxima de 48 golpes.
4.80 - 6.40	Limo poco arenoso color gris verdoso de alta plasticidad de consistencia muy blanda y blanda, clasificado según el SUCS como MH. Presenta una humedad natural de 126 a 135 %, índice plástico de 38 a 39 %, finos 91 a 92 %, arena de 8 a 9 %, gravas de 0 %, en campo reportó una resistencia de 3 golpes.
6.40 - 9.40	Arena fina limosa color gris oscura de compactación media, clasificada según el SUCS como SM. Presenta una humedad natural de 70 a 28 %, índice plástico de 0 %, finos de 44 %, arena de 56 %, gravas de 0 %, en campo reportó una resistencia de 11 a 25 golpes.

9.40 - 15.20	Limo poco arenoso gris verdoso de alta plasticidad, consistencia muy blanda y media, clasificado según el SUCS como MH. Presenta una humedad natural de 83 a 288 %, índice plástico de 86 a 142 %, finos de 86 a 91 %, arena de 9 a 14 %, grava de 0 %, resistencia a la compresión simple de 3.15 ton/m ² , cohesión de 2.0 ton/m ² y ángulo de fricción interna de 16°, en campo reportó una resistencia de 0 a 6 golpes.
--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3 Estratigrafía del sondeo SM-02.

Sondeo SM-03

Profundidad (m)	Descripción
0.00 - 1.20	Material de relleno compuesto por terreno natural y desperdicio de construcción.
1.20 - 3.60	Arena limosa fina y media color café claro de compacidad suelta a media, clasificada según el SUCS como SM. Presenta una humedad natural de 23 a 33 %, índice plástico de 2 a 10 %, finos 25 a 30 %, arena de 70 a 74 %, gravas de 0 %, en campo reportó una resistencia de 4 a 23 golpes.
3.60 - 7.60	Limo arenoso color café claro de alta plasticidad y consistencia media a muy blanda, clasificado según el SUCS como MH. Presenta una humedad natural de 108 a 305 %, índice plástico de 81 a 189 %, finos de 76 a 96 %, arena de 4 a 22 %, grava de 0 %, resistencia a la compresión simple de 3.0 ton/m ² , cohesión de 1.0 ton/m ² y ángulo de fricción interna de 14°, en campo reportó una resistencia de 0 a 5 golpes.
7.60 - 8.80	Arena limosa color café clara de compacidad muy suelta, clasificada según el SUCS como SM. Presenta una humedad natural de 109 a 227 %, índice plástico de 39 a 81 %, finos de 21 a 44 %, arena de 56 a 79 %, grava de 0 %, en campo reportó una resistencia de 1 a 2 golpes.
8.80 a 15.20	Limo arenoso color café claro y gris claro de alta plasticidad y consistencia muy blanda y blanda, clasificado según el SUCS como MH. Presenta una humedad natural de 154 a 271 %, índice plástico de 97 a 131 %, finos de 92 a 99 %, arena de 1 a 8 %, grava de 0 %, resistencia a la compresión simple de 1.1 ton/m ² , cohesión de 1.6 ton/m ² y ángulo de fricción interna de 15°, en campo reportó una resistencia de 1 a 5 golpes.

Tabla 4 Estratigrafía del sondeo SM-03.

Como puede verse, la estratigrafía entre un sondeo y otro es diferente en cuanto a su composición, lo cual es característico de la zona de transición en donde no se presenta uniforme la estratigrafía.

En las siguientes figuras se aprecian los perfiles estratigráficos de los sondeos profundos.



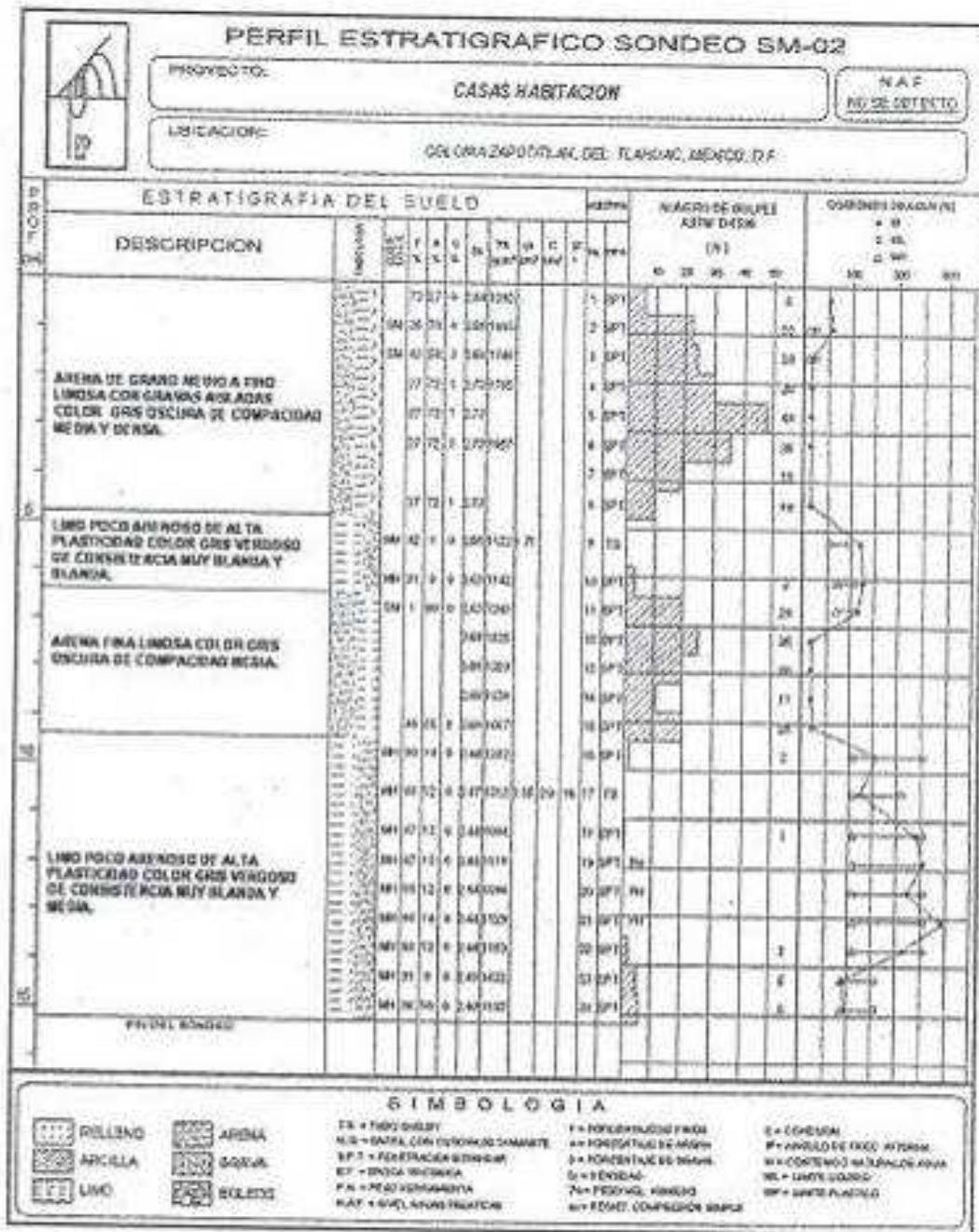


Figura 9 Perfil estratigráfico del sondeo SM-02.



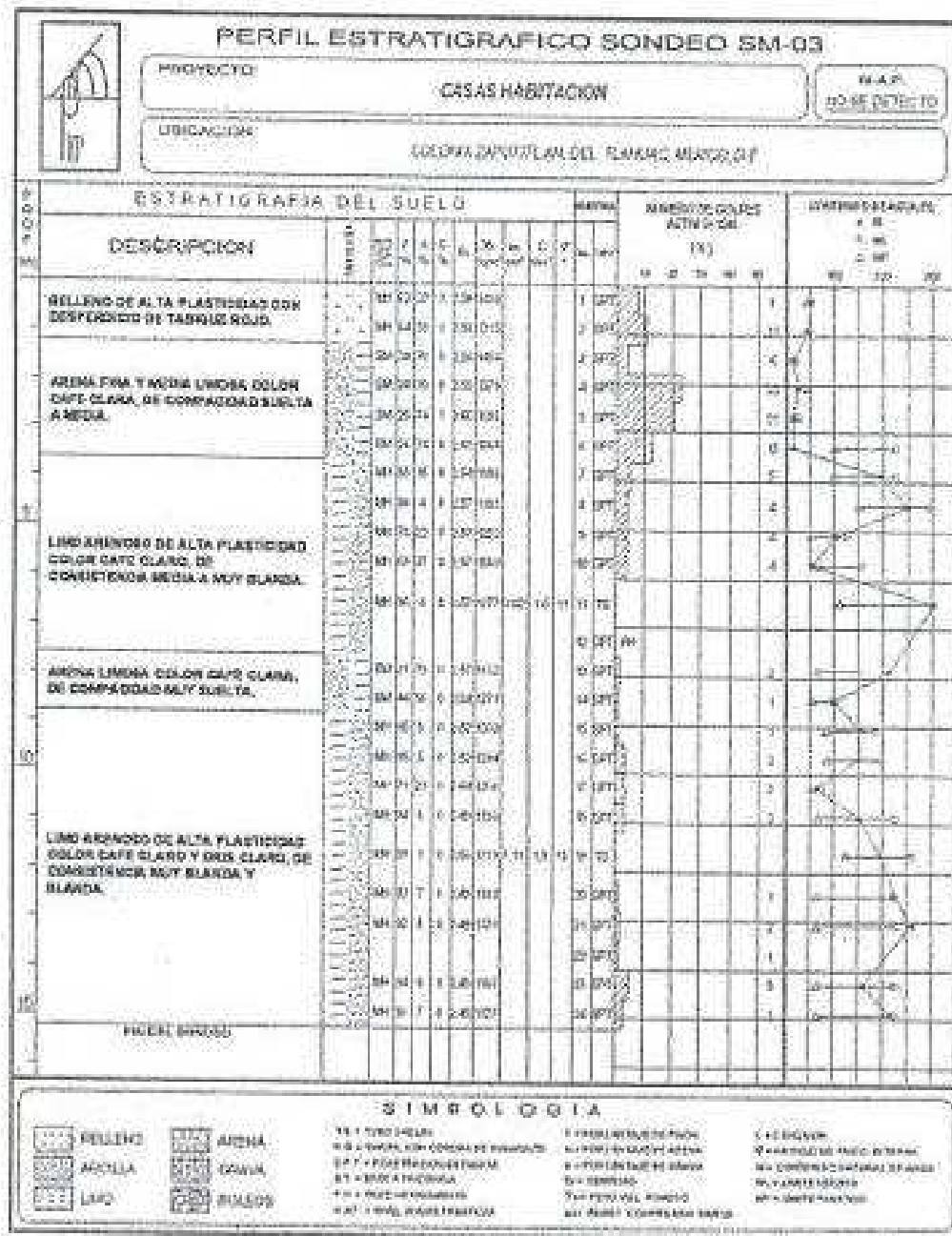


Figura 10 Perfil estratigráfico del sondeo SM-03.

4 ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

4.1 Revisión del estado límite de falla.

Se evaluó la capacidad de carga de la zona en estudio para cuando se tengan que realizar nuevas construcciones, reestructuras, ampliaciones o reparaciones y el proyecto estructural tenga esta información para tomarla en cuenta dentro de sus diseños.

Aun cuando la estratigrafía es irregular, de manera general se considera como material cohesivo para fines de cálculo. De igual manera, como la capacidad de carga está en función de las dimensiones del cimiento y de su profundidad de desplante, se evaluó para diferentes dimensiones para tener parámetros de comparación.

4.1.1.- Determinación de la capacidad de carga.

Las capacidades de carga admisible se obtienen empleando el criterio de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción del DF, el suelo se considera puramente cohesivo y homogéneo.

$$Q_a = [cN_c F_R] + P_v$$

Donde:

- Qa.- Capacidad de carga admisible.
- c.- cohesión,
- FR.- Factor de resistencia.
- Pv.- Esfuerzo vertical en el nivel de desplante

Elemento	Df Z(m)	C (ton/m ²)	FR	Qa (ton/m ²)
Zapata corrida (1x10)	1.0	2.0	0.35	5.9
Zapata corrida (1.5x10)	1.0	2.0	0.35	5.7

Elemento	Df Z(m)	C (ton/m ²)	FR	Qa (ton/m ²)
Losa corrida (10 x 10)	0.0	2.0	0.7	9.0
Losa corrida (8 x 10)	0.0	2.0	0.7	8.6
Losa corrida (10 x 15)	0.0	2.0	0.7	8.4

Tabla 5 Capacidad de carga.



4.2 Revisión del estado límite de servicio

Para la determinación de los asentamientos teóricos probables por consolidación a largo plazo, se empleó el criterio de K. Von Terzaghi, por medio de la siguiente ecuación para el estrato de material lacustre.

$$\Delta H = \sum_n^H \left[\frac{\Delta e}{(1 + e_0)} \right] \Delta z$$

Donde:

- ΔH = asentamiento de un estrato de espesor H
- e_0 = relación de vacíos inicial
- Δe = variación de la relación de vacíos bajo el incremento de esfuerzo vertical Δp inducido a la profundidad z por la carga superficial.
- Δz = espesores de estratos elementales en los cuales los esfuerzos pueden considerarse uniformes

La prueba de consolidación representativa del estrato expansivo, se puede apreciar en el capítulo de figuras. La relación de disipación de esfuerzos en la masa del suelo, se obtuvo utilizando el criterio de Boussinesq con una disipación de esfuerzos hasta una profundidad de 15.0 m.

Aplicando las expresiones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados para una cimentación a base de zapatas corridas desplantadas a 1.0 m de profundidad y losas, con carga variable para cuando se tengan las descargas reales, se interpolen en estos resultados:

Dimensiones del cimiento (m)	Carga uniformemente repartida (ton/m ²)	Asentamiento a largo plazo al centro del cimiento (cm).
1.0 x 10.0	2.0	2.7
1.50 x 10.0	"	3.6
1.0 x 10.0	4.0	5.2
1.50 x 10.0	"	7.0
1.0 x 10.0	6.0	7.5
1.50 x 10.0	"	10.1
10.0 x 10.0	1.0	5.7
8.0 x 10.0	"	5.1
15.0 x 10.0	"	6.9
10.0 x 10.0	2.0	11.2
8.0 x 10.0	"	10.0
15.0 x 10.0	"	13.6

Tabla 6 Asentamientos por consolidación bajo diferentes cargas.

5 ASPECTOS GENERALES DEL AGRIETAMIENTO DEL SUELO Y FISURAMIENTO DE LAS CASAS.

5.1 Agrietamiento del suelo.

Los agrietamientos del terreno natural y los asentamientos regionales son efectos que se han presentado y documentado desde hace décadas, en diversas ciudades del país y del mundo, en las que se practica una extracción excesiva de agua del subsuelo para uso agrícola, industrial y consumo humano, ante la demanda en aumento se recurre al bombeo, sobrepasando con frecuencia la capacidad de recarga natural de los acuíferos.

Ante la extracción acelerada, el nivel de las aguas subterráneas desciende significativamente y los sedimentos, frecuentemente blandos y erráticos que rellenan un valle, sufren compresión y consolidación; ello ocasiona que en la superficie se presenten asentamientos totales y diferenciales que se identifican mediante las grietas en el subsuelo.

En México, estos fenómenos se han presentado en ciudades como Toluca, Aguascalientes, el Distrito Federal, Colaya, Irapuato, Morelia, Gómez Palacio, entre otras más de las cuales hay poco conocimiento.

En todos estos casos, la aparición de grietas y los asentamientos regionales, así como la velocidad con que se desarrollan, han mostrado un claro paralelismo con el aumento de la población y de las actividades industrial y agrícola.

5.2 Agrietamiento del suelo en Tláhuac

En los últimos 30 años la mancha urbana ha crecido considerablemente en toda la extensión de la delegación de Tláhuac, particularmente en las zonas donde antes existía el lago de Xochimilco y Chalco y que corresponde a la planicie lacustre, las construcciones se encuentran afectadas por hundimientos y formaciones de grietas. Estos fenómenos se han asociado con el incremento de extracción de agua del subsuelo. En este trabajo se presentan los aspectos generales de estos procesos así como el riesgo que generan a la población asentada en el pueblo de Santiago Zapotitlán de la misma demarcación. Este problema también existe con mayor intensidad de afectación, en las colonias Nopalera, Olivos, Miguel Hidalgo, Metropolitana, Del Mar, Villa Centroamericana y Salene entre otras.

El pueblo de Zapotitlán se encuentra ubicado en las orillas de lo que antiguamente era el lago de Xochimilco, en la ladera del cerro Xaltepec que forma parte de la Sierra de Santa Catarina, lo cual se traduce en una zona de transición abrupta en donde son comunes las grietas en el subsuelo.



El mecanismo de falla en esta zona se presenta de la siguiente manera: Por la pérdida del nivel de aguas freáticas y el avance de la mancha urbana, se presenta un asentamiento en la zona de arcilla blanda o suelos de alta compresibilidad y por diferencia de espesores el terreno sufre "estramientos" en las zonas cercanas a terrenos con roca volcánica o piroclásticos que es el caso que corresponde al sitio en estudio.

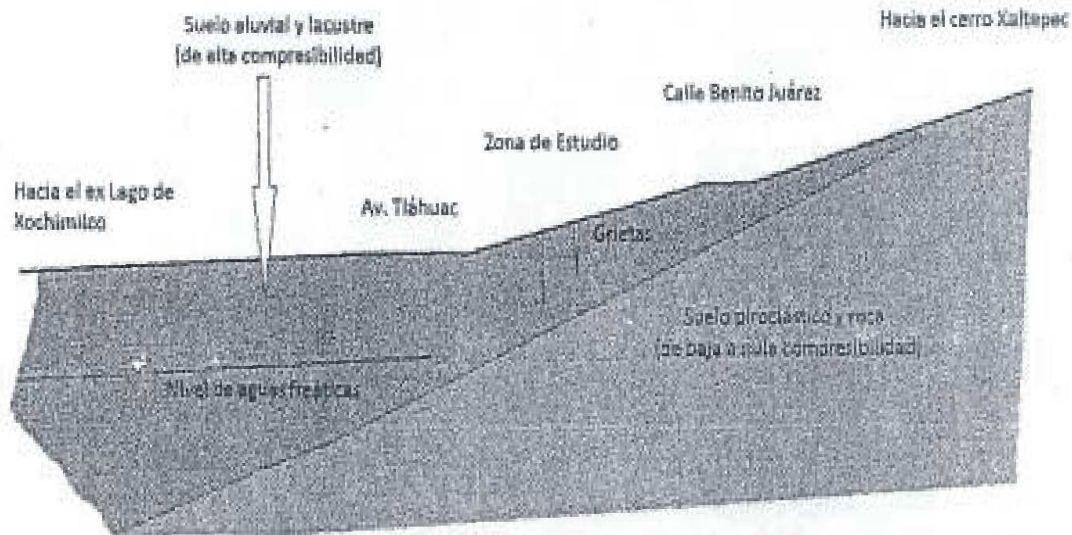


Figura 13 Mecanismo de falla en transición en el sitio en estudio.

Las grietas en el terreno que se detectaron en el recorrido al sitio en estudio corresponden al fenómeno que ya ha sido mencionado, este tipo de grietas tienen un comportamiento impredecible, no hay manera de predecir si tendrán un movimiento horizontal (se abre más) o movimiento vertical (forma un escalón). Cuando se llega a presentar un flujo de agua en la grieta, ya sea por lluvia o por la rotura de alguna tubería, se genera una socavación en la grieta haciéndola aún más grande y generando mayor daño a las construcciones.

La única manera de evitar que sigan aumentando las grietas es detener el bombeo de extracción de agua de los pozos cercanos y evitar el avance de la mancha urbana en la zona lacustre (zona sur de Zapotitlán).

En otros sitios que tienen este mismo problema, se ha evitado construir sobre la línea de la grieta en un ancho del orden de 10 a 20 m, según sea la magnitud de la grieta, también han recurrido a reforzar estructuralmente sus construcciones para reducir las fisuras en las mismas dando mayor seguridad a quienes las ocupan, en otros casos han reforzado el subsuelo superficial para reducir las fisuras en pisos colocando geomembranas especiales para este fin y se han obtenido resultados favorables. Obviamente que esto genera un costo y mantenimiento a largo plazo como en cualquier construcción en uso y dependerá de la magnitud del movimiento de la grieta la cual ya mencionamos es impredecible.

Tomando la información del estudio realizado por el CENTRO DE EVALUACION DE RIESGOS GEOLÓGICOS, en donde se pudieron identificar algunas grietas y fueron marcadas en un plano, se marcan las grietas identificadas por nuestra empresa en el recorrido visual, tal como se aprecia en las siguientes figuras:



Figura 14 Grietas detectadas por PEP en el área de estudio, con respecto a las detectadas por CERG.

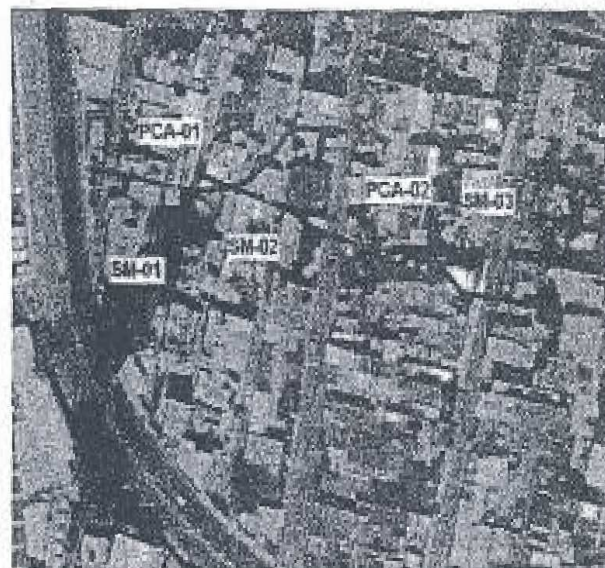


Figura 15 Ubicación de grietas y sondeos realizados.

5.3 Fisuramiento en las casas.

En el recorrido a la zona de estudio, se detectaron las siguientes afectaciones a las construcciones:

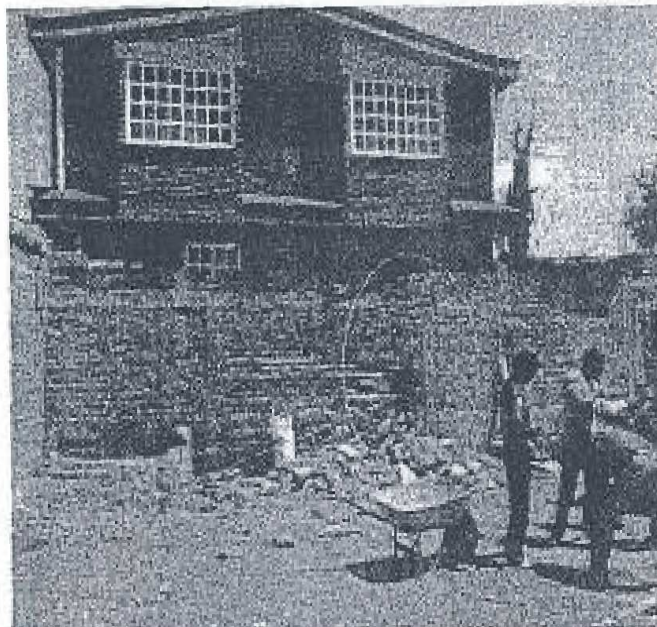


Figura 16 Predio en donde permanece la barda de colindancia, la construcción fue demolida.

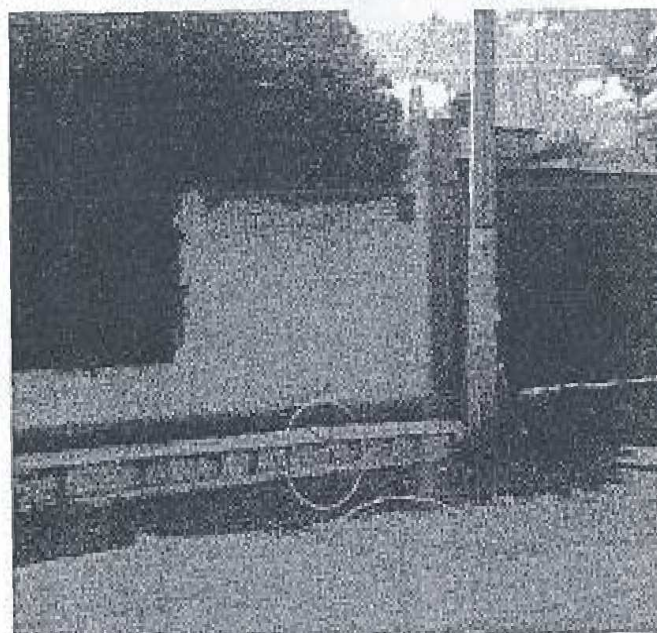


Figura 17 Fisura en la banqueta y muestra su continuidad sobre la carpeta asfáltica.

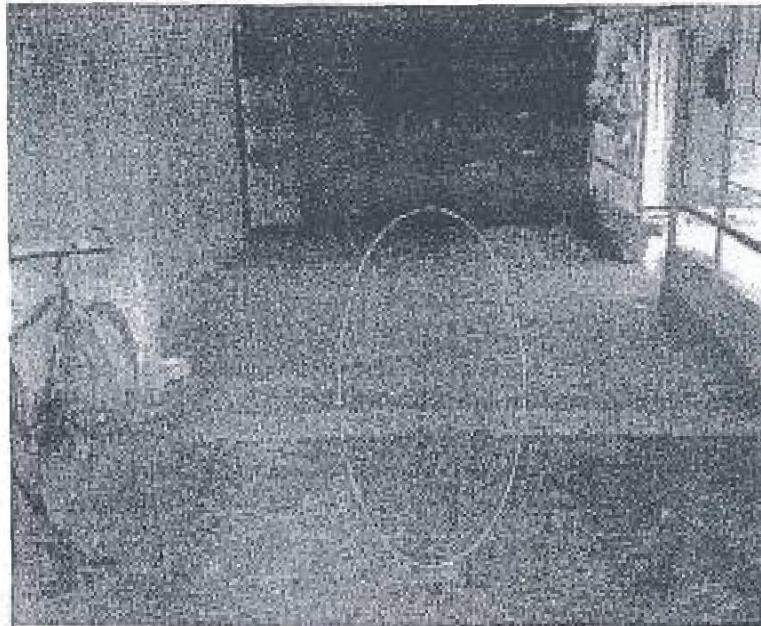


Figura 18 Fisura en el piso interior de una casa que marca la ubicación de la grieta.

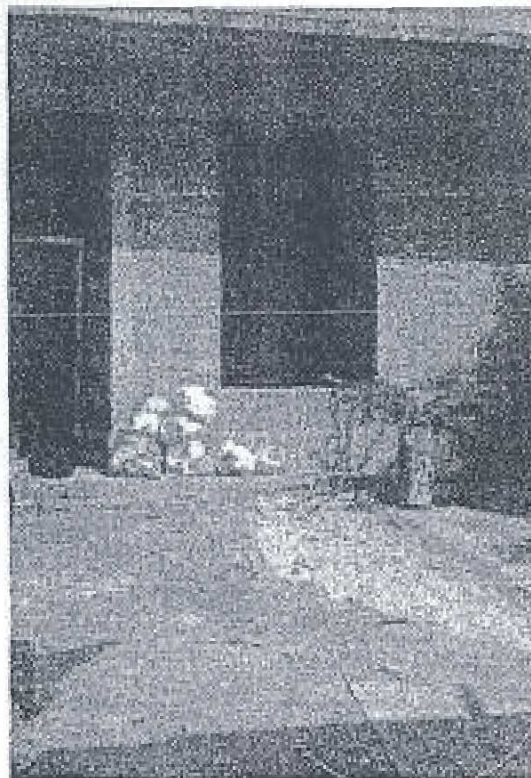


Figura 19 Fisura en el patio de otra casa, consecuencia de la grieta.

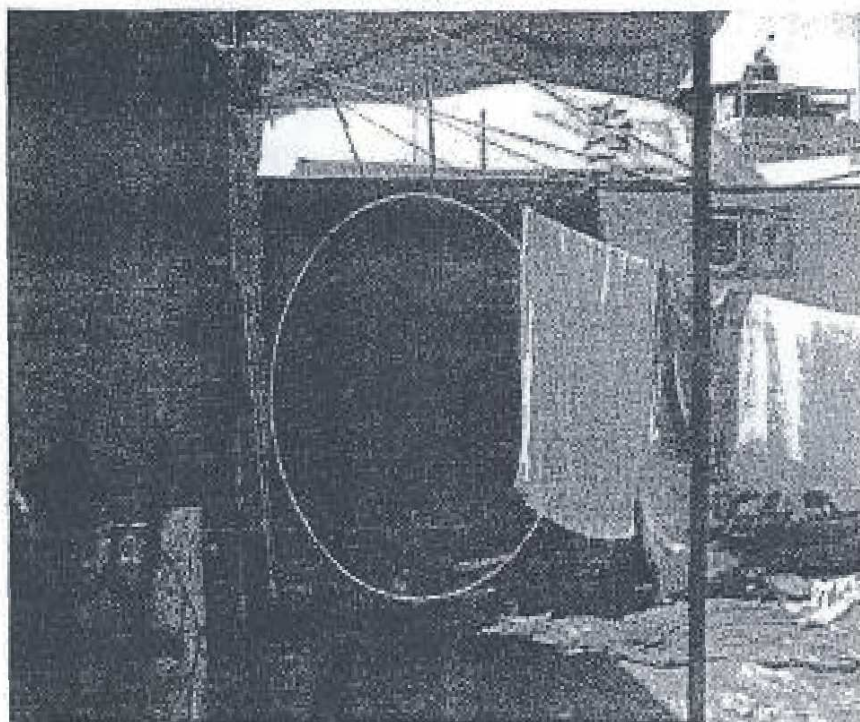


Figura 20 Afectación del predio en donde se realizó el SM-02.

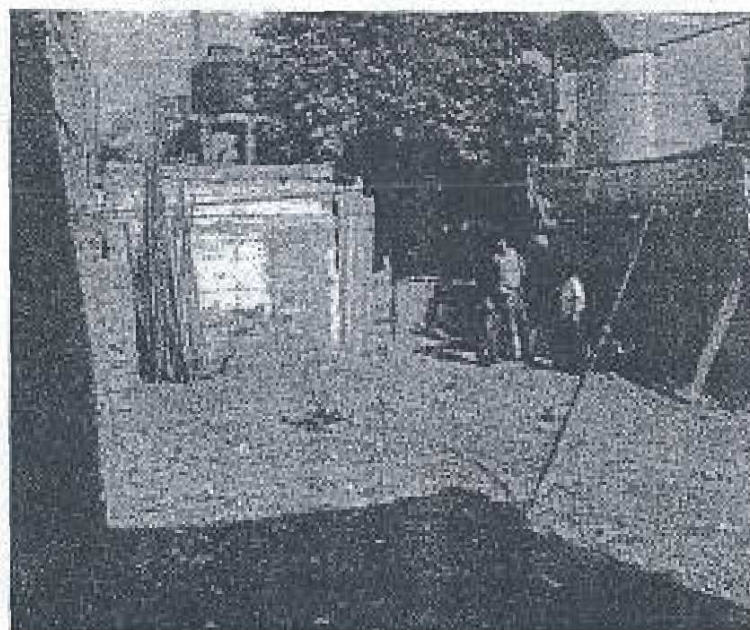


Figura 21 Predio donde se demolió la construcción por afectación de una grieta.



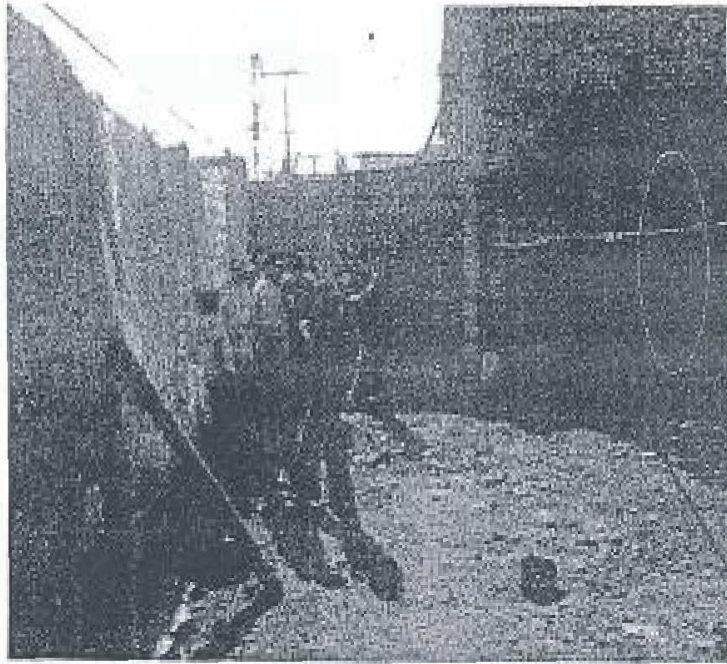


Figura 22 Mismo predio de la Figura 21 en donde se ubica la grieta por la fisura existente.

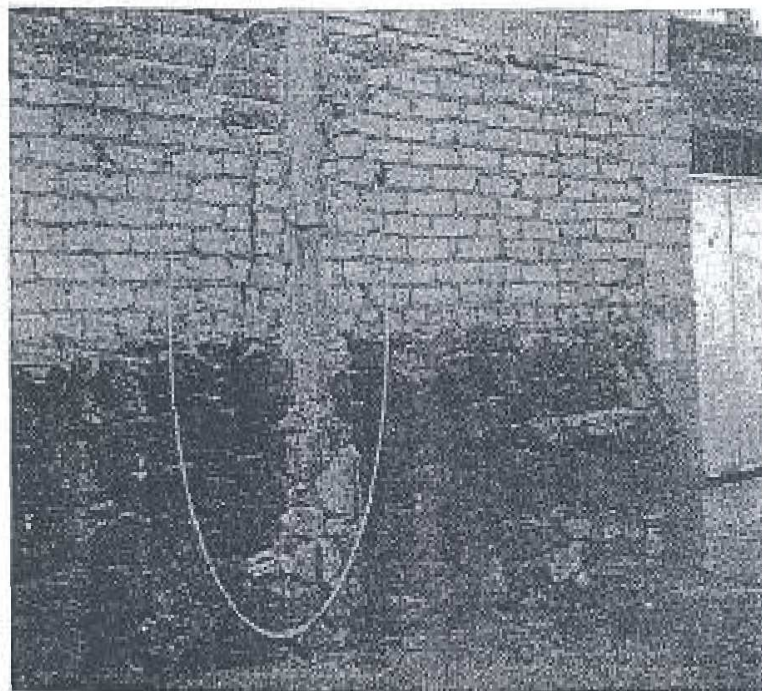


Figura 23 Fisura en el muro que indica el paso de una grieta.

Los daños observados en las construcciones son de magnitud variable desde ligeros hasta lugares en donde ya se demolió la construcción por afectación de alguna grieta, porque representaba un peligro para sus ocupantes.

6 CONCLUSIONES

- La zona de estudio se localiza en la zona II (zona de transición) y se determinó el coeficiente sísmico a partir de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcción del DF $c_p=0.32$
- De acuerdo a los resultados de los sondeos de penetración estándar y los pozos a cielo abierto, se pudo observar que la estratigrafía se compone de manera irregular por estratos de arena limosa y limo arenoso de consistencia media, blanda y muy blanda, reportando en la prueba de penetración estándar una resistencia variable de 0 a más de 50 golpes.
- El nivel de aguas freáticas fue localizado durante la exploración geotécnica a 3.70 m en el sondeo SM-01.
- Por la ubicación de la zona en estudio y por las características que presentan las grietas y fisuras, se determina que el origen de estas grietas es debido a la explotación del manto acuífero, los asentamientos diferenciales por el crecimiento de la mancha urbana y por la transición abrupta entre zona de lago y zona de lomas.
- Aunque la extracción del agua disminuya notablemente o cese por completo, permitiéndose incluso la recarga del acuífero, el terreno no recuperará sus condiciones iniciales, es decir, no se revertirá el asentamiento regional ni desaparecerán los agrietamientos ya existentes; sin embargo, no se generarían nuevos agrietamientos pues el mecanismo generador se habrá detenido.
- La revisión del estado límite de falla se realizó considerando zapatas corridas y losas para que se tengan parámetros para el proyecto estructural si se presentara el caso de reforzar las casas, ampliarlas o para nuevas construcciones, obteniendo una capacidad de carga del orden de 5.0 ton/m² en zapatas corridas y de 8.0 ton/m² para las losas.
- También se evaluaron los asentamientos a largo plazo para diferentes zapatas corridas y losas con diferentes descargas para cuando se tengan las descargas reales, se interpolen y se evalúe la rigidización de la cimentación para absorber tales asentamientos. Cabe mencionar que los asentamientos fueron evaluados en las condiciones más desfavorables del terreno sin considerar la existencia de la grieta, ya que ésta tiene un comportamiento muy impredecible.



7 RECOMENDACIONES

7.1 Recomendaciones de diseño.

Para el refuerzo estructural de las construcciones existentes.

- I. Para conocer el daño real de las estructuras, evaluar su uso y determinar su posible refuerzo estructural, será necesario la evaluación de un ingeniero estructurista para cada caso, ya que los daños son de diferente magnitud.
- II. Se recomienda realizar el diseño sísmico con el Coeficiente obtenido de las NTC-RCDF para diseño por sismo $cs=0.32$.
- III. La capacidad de carga máxima para diseño será de 5.0 ton/m^2 , para zapatas corridas desplantadas a 1.0 m de profundidad como mínimo y para las losas se considerará una capacidad de carga máxima de 8.0 ton/m^2 .
- IV. El valor de capacidad de carga para zapatas serán únicamente como dato para revisión de las construcciones existentes y se quieran reforzar. Para construcciones nuevas se deberá cimentar mediante losas corridas desplantadas sobre un mejoramiento, tal como se menciona más adelante y de acuerdo a la ubicación de la construcción con respecto a la grieta.
- V. Se deberán considerar los asentamientos a largo plazo evaluados, para el diseño de la cimentación y el refuerzo estructural.
- VI. No se deberá de desplantar ninguna cimentación sobre rellenos no controlados o cimentaciones existentes las cuales se deberán de retirar en su totalidad.
- VII. La profundidad de desplante mínima será de 1.0 m en zapatas o mayor si así lo determina el proyecto estructural.
- VIII. También es recomendable continuar con la inspección sistemática de las zonas susceptibles a agrietarse, tanto de manera visual como instrumental, especialmente en una franja de 10 m a ambos lados de las grietas, mantener la vigilancia del grado de daño en las construcciones afectadas mediante testigos de yeso monitoreados periódicamente, mantener especial atención ante la posibilidad de rotura de tuberías de drenaje y agua potable. Lo anterior debido a la posibilidad de socavación que podría acelerar el proceso de asentamiento local. Incluir en el mapeo de los agrietamientos, la cronología de su aparición y crecimiento para identificar, al menos de manera burda, los patrones de distribución espacial y temporal. Elaborar un tríptico informativo sobre el fenómeno de agrietamiento de suelos para su amplia distribución entre los habitantes de las diversas zonas afectadas.

Para reducir daños a las construcciones nuevas.

- I. Se presentan en general tres situaciones de acuerdo a la ubicación de la grieta con respecto a las construcciones, en estas condiciones la recomendación principal es evitar las construcciones a una distancia mínima de 5.0 m a partir de donde se marque la línea de la grieta, tal como se aprecia en la siguiente figura en donde se aprecia que a mayor distancia de la grieta el plazo para que se presente la afectación será mayor.

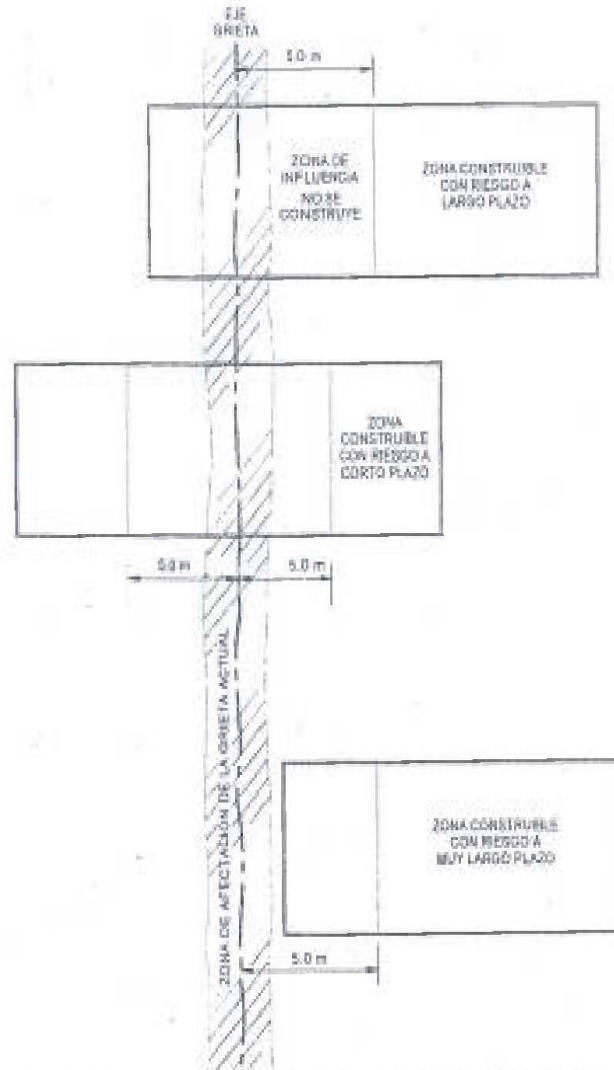


Figura 24 Restricciones de construcción para reducir la afectación.

- II. Las distancias para cada terreno de la zona afectada se realizarán en el sitio por cada afectado, de acuerdo a sus antecedentes que se han presentado durante toda la vida útil de su casa hasta su demolición.



- III. La solución de cimentación para las zonas de los predios afectados y que quieran construir, se deberá aplicar el siguiente criterio:
- IV. Se diseñará una losa de cimentación lo suficientemente rígida para absorber los asentamientos diferenciales ocasionados por la grieta evitando con esto el fisuramiento de muros, también se construirá con una contratrabé perimetral lo suficientemente rígida para poder colocar un refuerzo en caso de inclinación de la construcción a largo plazo. Esto se aprecia en la siguiente figura:

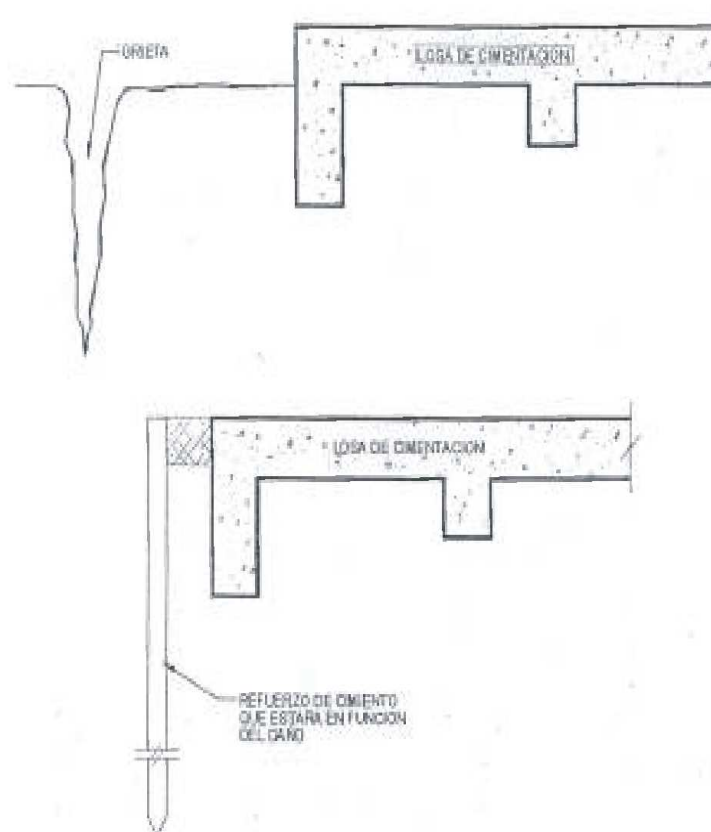


Figura 25 Losa cercana a grietas

- V. En caso de que las personas quieran construir bajo su propio riesgo sobre la línea de la grieta y que estén dispuestos a invertir en una construcción que tendrá una vida útil a muy corto plazo, se deberá realizar lo siguiente:
- VI. De la línea de la grieta se excavará en un ancho mínimo de 5.0 m quedando al centro la grieta y hasta una profundidad mínima de 2.00 m.

- VII. Se colocará a la grieta una inyección de mortero suelo-cemento-bentonita con una resistencia de 20 kg/cm^2 , inyectando a una presión máxima de 5 kg/cm^2 . Esto es con la finalidad de rellenar la grieta que se detecte en el fondo de la excavación.
- VIII. A continuación se colocará una geomalla, cubriendo todo el fondo de la excavación y con un sobre ancho de 2.50 m a los lados. Sobre esta geomalla se colocará material granular (puede ser tezontle) con diámetro de $4''$ a $1''$, colocando de grueso a fino para ir cerrando textura y vibrando hasta su máximo acomodo en capas de 15 cm , hasta un espesor de 2.0 m .
- IX. Una vez que se tenga lo anterior, se procederá a colocar un relleno controlado compuesto por un limo arenoso "tepetate" compactado al 95% de su masa volumétrica seca máxima y humedad óptima en cuatro capas de 15 cm y cuando se haya colocado la 1^{a} capa, se procederá a extender el sobreancho de la geomalla. Teniendo esta plataforma, se procederá a abrir las cepas para alojar las contratraves de la losa de cimentación con su contratrabe perimetral (como se mencionó anteriormente) y proceder a su construcción. Estas recomendaciones se aprecian en la siguiente figura:

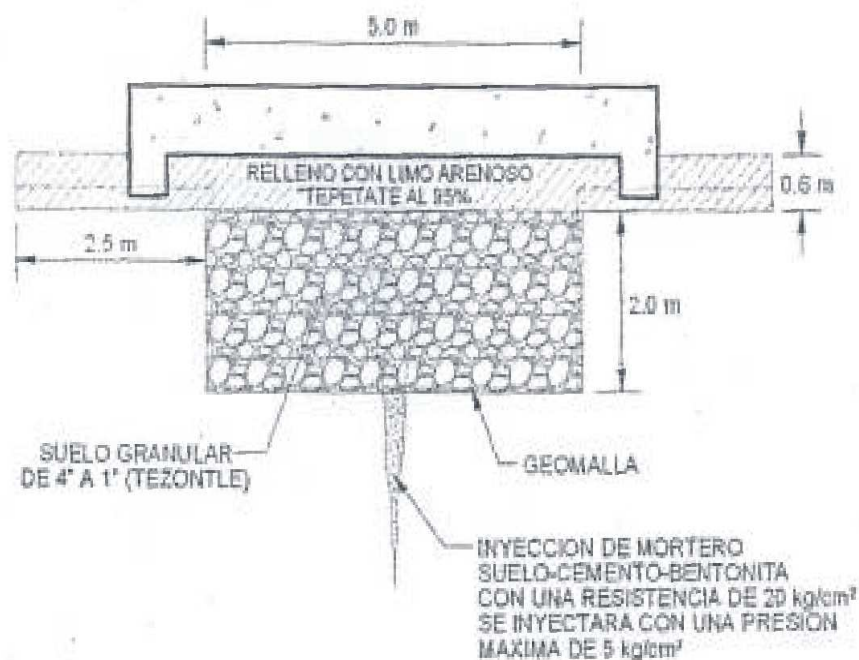


Figura 26 Recomendaciones para construir sobre grietas.

7.2 Generales.

- Estas recomendaciones son desde el punto de vista mecánicas de suelos, cualquier modificación deberá ser analizada por un especialista en la materia.
- Se recomienda la inspección de un especialista en la materia durante el proceso constructivo de las recomendaciones, sobre todo en la definición de la línea de la grieta.
- Reiteramos que estas recomendaciones no representan una solución, solamente son medidas para reducir las afectaciones a las construcciones por la existencia de grietas en el subsuelo.

PEP INGENIERÍA DE SUELOS S.A. DE C.V.

Ing. Pompeyo Evaristo Palacios
Director General.

Reviso.
Ing. Israel Jarquín López.

Realizo.
Ing. Guillermo Rosas Trochi.

Anexo 1. Memoria de Cálculo.

Geotecnia.

Capacidad de carga.

Momentos actuantes.	
Suma de acciones verticales, seleccionadas por su efecto de carga (T.F.), ton	1.00
Área del cimiento, m ²	1.00

Momentos resistentes.	
Presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo, ton/m ²	1.400
Cohesión del suelo, ton/m ²	3

Dimensiones de la cimentación.	
Largo de la cimentación, m	10.00
Ancho de la cimentación, m	1.00
Profundidad de desplante, m	1.00

Factores.	
Coeficiente de capacidad de carga, adim	0.5516
Factor de resistencia, adim	0.70

Capacidad de Carga Admisible	
6.99 ton/m ²	

Momentos actuantes.	
Suma de acciones verticales, seleccionadas por su efecto de carga (T.F.), ton	1.00
Área del cimiento, m ²	1.00

Momentos resistentes.	
Presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo, ton/m ²	1.400
Cohesión del suelo, ton/m ²	3

Dimensiones de la cimentación.	
Largo de la cimentación, m	10.00
Ancho de la cimentación, m	1.00
Profundidad de desplante, m	1.00

Factores.	
Coeficiente de capacidad de carga, adim	0.5516
Factor de resistencia, adim	0.70

Capacidad de Carga Admisible	
6.99 ton/m ²	



Asentamientos

Número	Zona	Categoría	SP1	P ₁ (m ²)	P ₂ (m ²)	P ₃ (m ²)	P ₄ (m ²)	P ₅ (m ²)	P ₆ (m ²)	P ₇ (m ²)	P ₈ (m ²)	P ₉ (m ²)	P ₁₀ (m ²)		
													60	65	70
1	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2	12	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
5	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
6	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
7	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
8	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
9	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
10	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
11	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
12	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
13	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
14	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
16	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
17	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
18	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
19	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
20	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
21	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
22	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
23	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
24	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Sumatoria zona 11

Número	Zona	Categoría	SP1	P ₁ (m ²)	P ₂ (m ²)	P ₃ (m ²)	P ₄ (m ²)	P ₅ (m ²)	P ₆ (m ²)	P ₇ (m ²)	P ₈ (m ²)	P ₉ (m ²)	P ₁₀ (m ²)		
													60	65	70
1	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2	12	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
4	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
5	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
6	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
7	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
8	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
9	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
10	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
11	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
12	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
13	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
14	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
16	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
17	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
18	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
19	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
20	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
21	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
22	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
23	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
24	14	11	1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

Sumatoria zona 11



Anexo 2. Memoria Fotográfica.

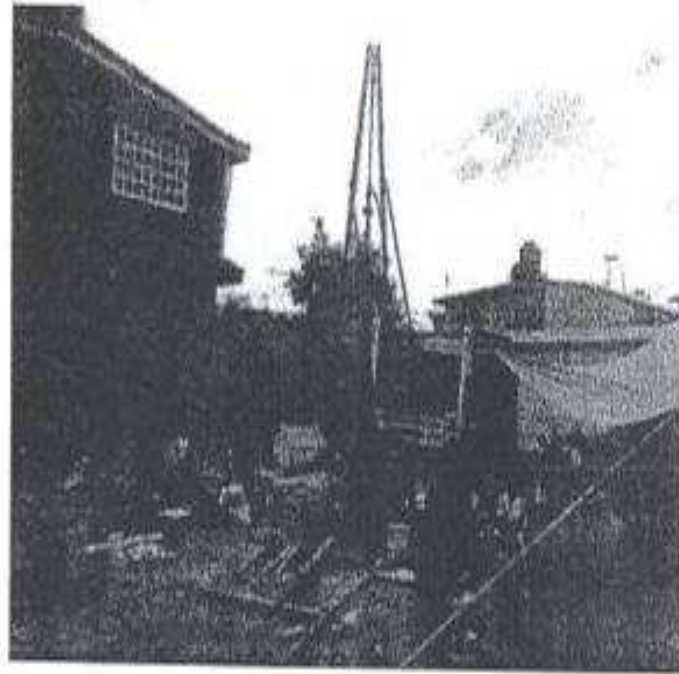


Fotografía 1 Localización SM-1

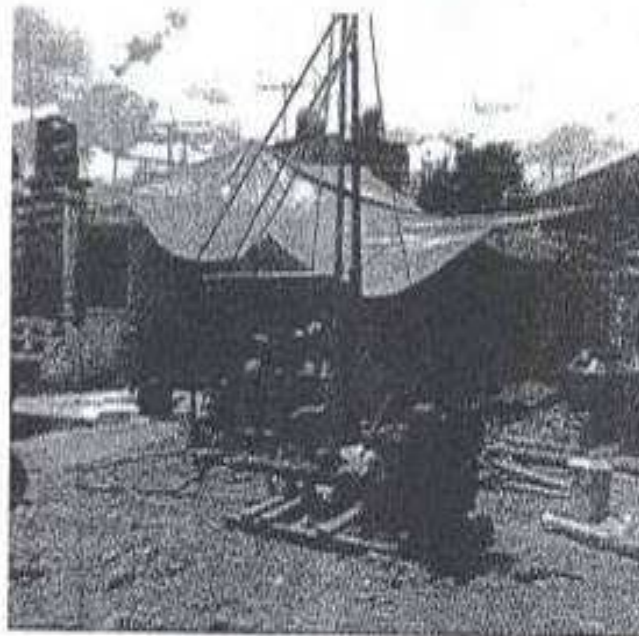


Fotografía 2 Localización del sondeo SM-1.





Fotografía 3 Localización del sondeo SM-2



Fotografía 4 Localización del sondeo SM-2



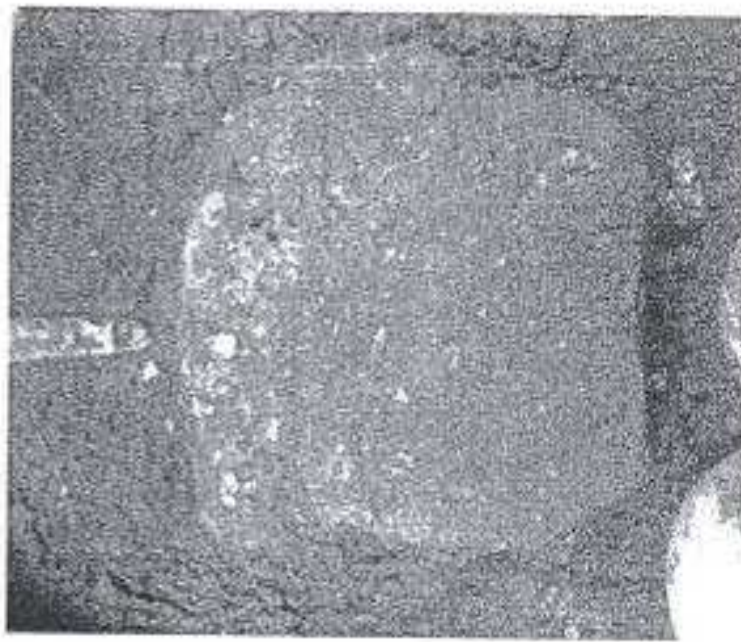
Fotografía 5 Sondeo SM3



Fotografía 6 Sondeo SM-3



Fotografía 7 Realización del PCA 1



Estudio elaborado por el Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos de la Delegación Iztapalapa. "Caracterización del Fracturamiento de La zona de Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal."



Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



CARACTERIZACIÓN DEL FRACTURAMIENTO DE LA ZONA DE ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, D.F.

*Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG). Coordinación de Protección Civil de la
Delegación Iztapalapa*

Dra. Dora Carreón Freyre, Centro de Geociencias, UNAM

Introducción

El hundimiento progresivo y fracturamiento asociado que afectan a la infraestructura en la zona oriente del Valle de México se presenta de manera irregular en función de las propiedades geológicas de los materiales del subsuelo. Los factores que pueden inducir el fracturamiento del subsuelo se pueden diferenciar entre naturales y antropogénicos, los primeros son principalmente la desecación del suelo, su asociación a fallas geológicas regionales, y la heterogeneidad mecánica del material geológico, entre otros. Entre los factores generados por el hombre destacan: extracción intensiva de agua subterránea, carga impuesta por la infraestructura urbana, extracción de material, carga impuesta por el tráfico excesivo e inyección de agua hacia el subsuelo y obras civiles.

En la zona de Tláhuac, como en otras zonas de la Ciudad de México, los factores mencionados se interrelacionan de manera estrecha y provocan que el fracturamiento del subsuelo sea una problemática compleja, por lo que la mejor manera de identificar los mecanismos que están actuando es a través del monitoreo y análisis de las condiciones de deformación del subsuelo y de la integración de sus características físicas y geológicas.

Durante el mes de noviembre de 2009, la Delegación Iztapalapa a través del Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo (actualmente Centro de Evaluación de Riesgo Geológico, CERG) realizó, a solicitud de la Subdirección de Protección Civil de Tláhuac, los siguientes estudios para caracterizar el fracturamiento que afecta a la zona (Figuras 1 y 2):

- Prospección geofísica de detalle con el método del Radar de Penetración Terrestre (RPT) utilizando dos frecuencias de análisis, 200 y 100 MHz geofísicos. Los perfiles fueron levantados sobre la avenida Tláhuac y las calles perpendiculares a la misma.
- Geoposicionamiento de detalle de fracturas y levantamiento cartográfico de campo.
- Toma sistemática de muestras de suelo en excavaciones de las obras de construcción de la línea 12 del Metro para su caracterización en laboratorio.
- Análisis de la morfología del fracturamiento con imagen satelital.

Estudio del medio geológico en laboratorio y campo

Se presenta el trabajo realizado durante las visitas en Zapotitlán, Delegación Tláhuac.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 Ext.1318



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



Levantamiento de campo y toma de muestras



Figura 1. Localización de las fracturas cartografiadas, en líneas rojas y de los cuatro puntos de toma de muestra en las excavaciones de la línea 12 del metro.

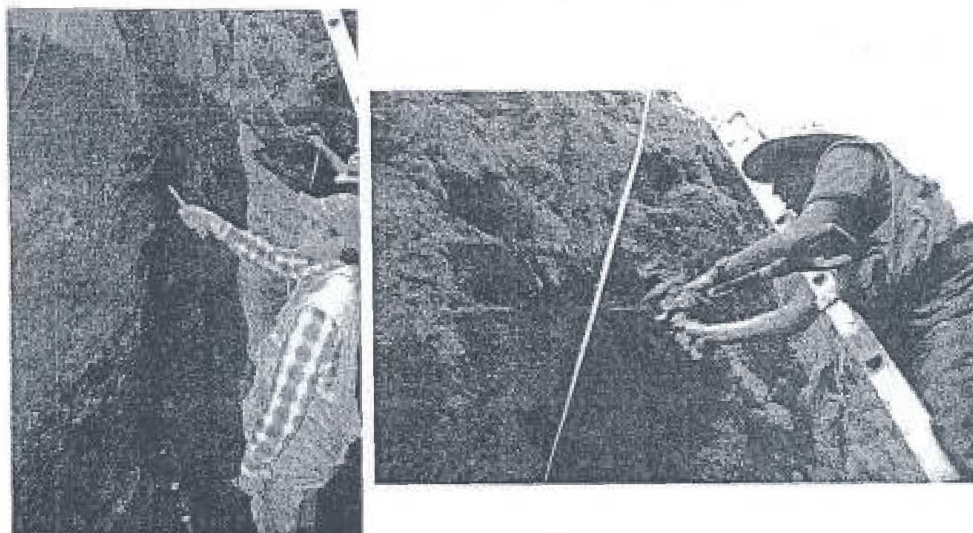


Figura 2. Toma sistemática de muestras de suelo para caracterización del perfil.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 ExL 1318



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO DEL CENTRO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

Punto de muestreo 1

Localización: Avenida Tláhuac y Flores Magón.

Clasificación del Material: Depósito de Origen Volcánico. Muestra superficial.

Resultados de laboratorio. Propiedades Índice (SUCS, Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRIA (%)			SUCS	CONTENIDO DE AGUA (%)	COORDENADAS
	GRAVA	ARENA	LIMO Y ARCILLA			
1,50	18,76	66,65	12,59	SM	79,87	496078.857, 2133605.992

Punto de muestreo 2

Localización: Avenida Tláhuac casi esquina Estuardo (Figura 3).

Clasificación de la secuencia de materiales:

Deposito Coluvial

Capa de textura masiva color café. Se aprecian algunas intercalaciones de arcilla con un espesor aproximado de 3 cm. Se aprecian fragmentos soportados en una matriz fina. Fragmentos de líticos de composición básica (basalto), pómez de composición ácida. Estos están sub-redondeados a angulosos.

Depósitos Piroclásticos

Secuencia de depósitos volcánicos, estratificados, con intercalaciones de ceniza. Corresponden a secuencias de depósitos piroclásticos (asociados a explosiones volcánicas) de caída y flujo de color oscuro con tamaño de grano de arena a limo. Fragmentos líticos de composición básica, fragmentos de escoria y en menor proporción pómez. Propiedades mecánicas: material friccionante, rígido y de baja permeabilidad.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 Ext. 1318



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos

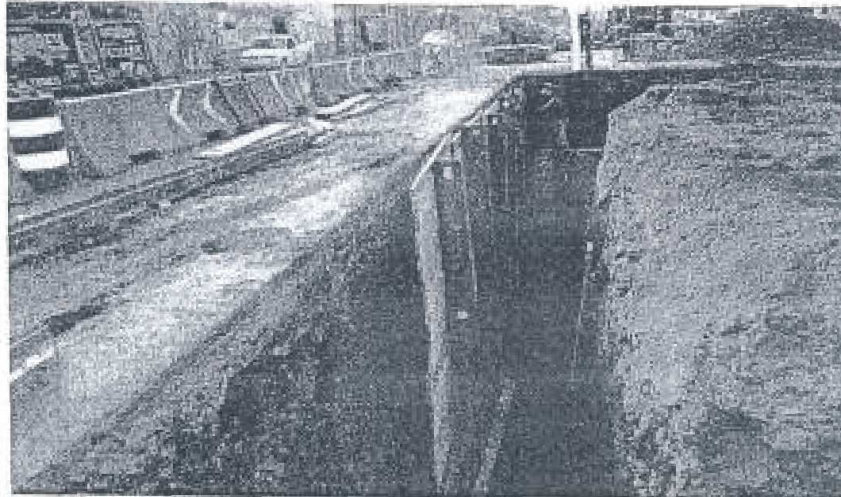


Figura 3. Punto de muestreo 2. Zanja de 4.5 m de profundidad. Avenida Tláhuac.

Resultados de Laboratorio.

Determinación de las Propiedades Índice del perfil de suelo estudiado en el Punto No. 2.

PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRÍA (%)			SUCS	CONTENIDO DE AGUA (%)	COORDENADAS
	GRAVA	ARENA	LIJO Y ARCILLA			
4,30	0,86	93,96	5,18	SP	24,63	495325.963,2133955.139
4,00	12,2	82,14	5,65	SP	50,00	495325.963,2133955.139
3,70	3,29	90,61	6,10	SW	19,37	495325.963,2133955.139
3,40	0,48	92,53	6,99	SW	14,29	495325.963,2133955.139
3,05	4,93	84,02	11,05	SW	24,58	495325.963,2133955.139
2,65	0,71	90,00	9,29	SW	18,47	495325.963,2133955.139
2,40	1,68	88,66	9,66	SW-SM	21,06	495325.963,2133955.139
2,12	0,26	94,26	5,48	SP-SM	11,11	495325.963,2133955.139
1,90	0,32	92,63	7,05	SP-SC	10,82	495325.963,2133955.139
1,30	31,28	62,56	6,17	SP-SM	14,48	495325.963,2133955.139
1,00	2,15	91,04	6,81	SW-SM	12,63	495325.963,2133955.139
0,70	67,28	30,15	2,57	GP	25,00	495325.963,2133955.139
0,40	21,56	70,64	7,80	SP-SC	11,79	495325.963,2133955.139

La variación del tamaño de grano de los depósitos analizados y la variación de su proporción con la profundidad se muestra en la gráfica de la figura 4. Como se observa el material es predominantemente arenoso.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 06000
Tel 56-04-41-40 Ext.1318



Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos

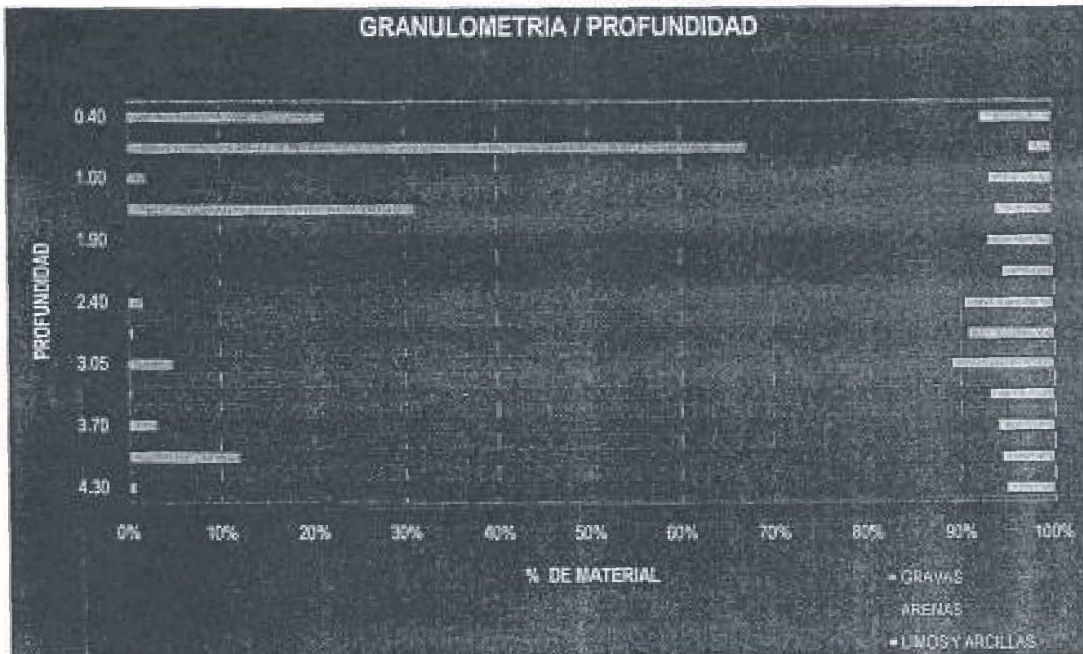


Figura 4. Resultados de la variación de la granulometría con la profundidad de los depósitos de origen volcánico.

PROFUNDIDAD (m)	GRANULOMETRIA (%)			SUCS	CONTENIDO DE AGUA (%)	COORDENADAS
	GRAVA	ARENA	LIMO Y ARCILLA			
5,75	4,26	80,77	14,97	S	15,36	495356.144, 2133992.953
5,75	5,15	70,10	24,74	SM	300,00	495356.144, 2133992.953
6,10	0,65	93,71	5,65	SP	16,39	495103.69, 2134026.927
6,10*	0,00	89,25	10,75	SC	300,00	495103.69, 2134026.927

El perfil sintético de la secuencia caracterizada sobre Av. Tláhuac se presenta en la Figura 5.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 Ext. 1316



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Figura 5. Interpretación estratigráfica del perfil estudiado en la Avenida Tláhuac casi esquina con la Calle Estuardo.

Puntos de muestreo 3 y 4

Localización: Av. Tláhuac y Esquina Arabela. El perfil de suelos estudiado en el Punto 3 se presenta en las fotos de la Figura 6.

Clasificación del Material: Depósitos piroclásticos arenosos y material fluvio-lacustre arcilloso de color verde.

Resultados de Laboratorio

Propiedades Índice de los materiales recuperados de los puntos 3 y 4 por debajo de los 5 m de profundidad.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 0601
Tel 58-04-41-40 Ext.131



Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos

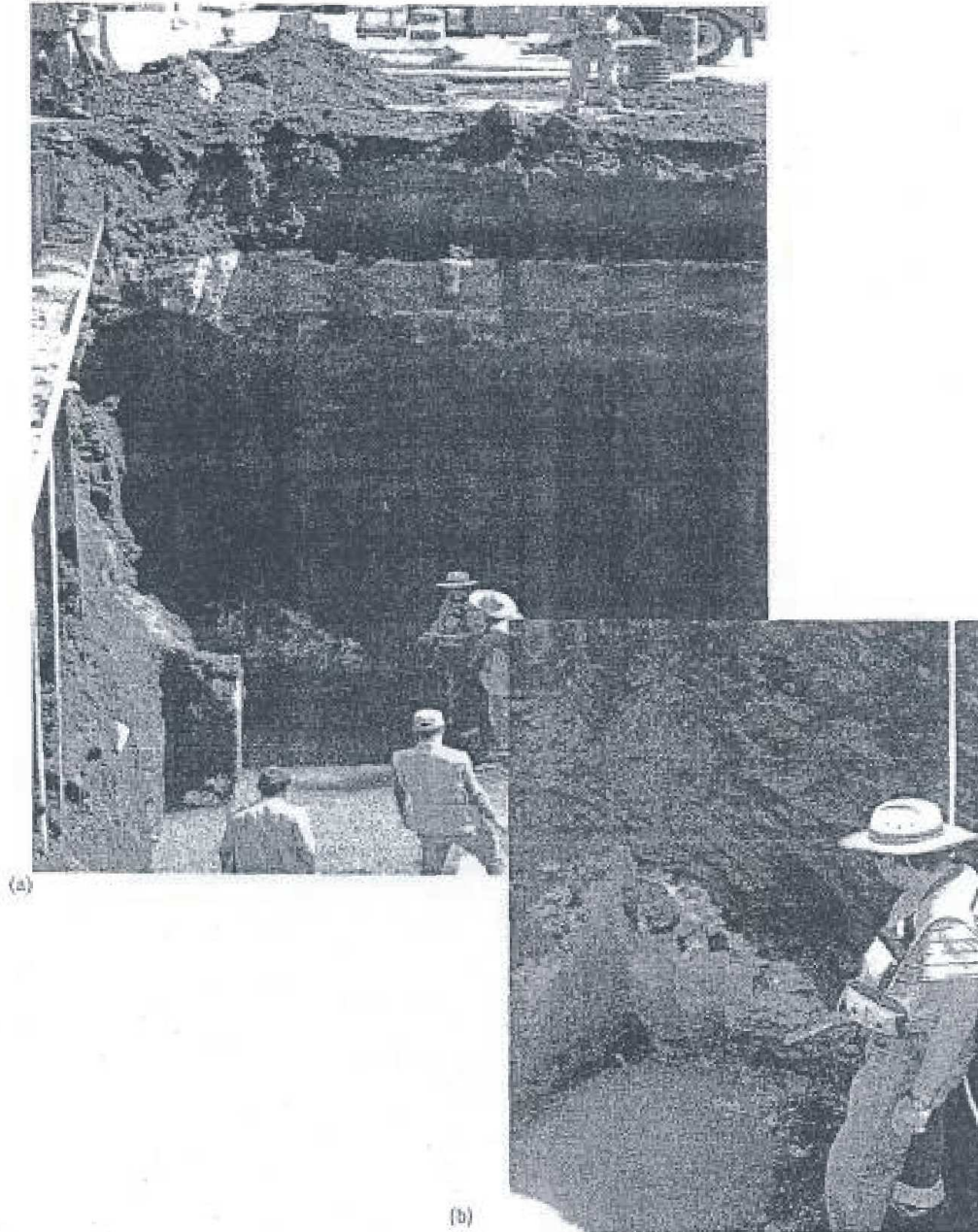


Figura 6. Punto de muestreo 3. (a) Perfil completo de suelo en la excavación, (b) acercamiento de los depósitos piroclásticos arenosos oscuros, nótese su pronunciada inclinación, y en la base el material arcilloso de color verdoso.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 Ext.1316



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Tláhuac
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



PROSPECCIÓN GEOFÍSICA SOMERA LEVANTAMIENTO CON EL RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE (RPT)

En la imagen de la figura 7 se presentan con líneas azules los 8 perfiles o secciones RPT realizados sobre la Avenida Tláhuac en dirección aproximada Este-Oeste y sobre las Calles perpendiculares de dirección aproximada Norte-Sur, utilizando dos frecuencias de prospección 100 y 200 MHz que registran en el tipo de materiales de la zona hasta 10 y 6 m de profundidad respectivamente:

1. Perfil RPT sobre la calle Francisco Villa entre la calle Benito Juárez y Av. Tláhuac de 210 m de longitud orientación NE-SW, con antena de 200 MHz,
2. Perfil RPT sobre la calle Narciso Mendoza entre la calle Benito Juárez y Av. Tláhuac de 270 m longitud y orientación NE-SW, con antena de 200 MHz,
3. Perfil RPT sobre la calle Hernán Cortés entre la calle Benito Juárez y Av. Tláhuac de 272 m longitud y orientación NE-SW, con antena de 200 MHz,
4. Perfil RPT sobre la calle Aquiles Serdán entre la calle San Miguel Atenco y Av. Tláhuac de 420 m de longitud y orientación NE-SW, con antena de 100 MHz,
5. Perfil RPT sobre la calle Aquiles Serdán de 220 m de longitud y orientación NE-SW, con antena de 200 MHz,
6. Perfil sobre la calle Ricardo Flores Magón entre la calle Benito Juárez y Av. Tláhuac de 200 m de longitud y orientación N-S, con antena de 100 MHz,
7. Perfil sobre Av. Tláhuac entre las calles Morelos Y Francisco Villa de 300 m longitud y orientación E-NW, con antena de 200 MHz,
8. Perfil sobre Av. Tláhuac entre las calles Aquiles Serdán y Flores Magón de 100 m longitud y orientación E-NW, con antena de 100 MHz



Figura 7. Localización de Perfiles RPT y dirección de trayectorias. Las líneas en color rojo indican las fracturas cartografiadas.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 56-04-41-40 Ext.1316



Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



En la foto de la Figura 8 se observa al equipo del CERG efectuando el trabajo de prospección RPT con una antena de 100 MHz.



Figura 8. Levantamiento de un Perfil RPT utilizando una antena de 100 MHz.

En las figuras siguientes se presentan algunos de los registros de los perfiles RPT levantados. En la Figura 9 se presenta el perfil levantado sobre la Calle Francisco Villa y en la Figura 10 el perfil levantado sobre la calle Narciso Mendoza. En estos perfiles se presenta en el eje horizontal la distancia recorrida por la antena en superficie y en el eje vertical la profundidad de detección alcanzada. Las irregularidades verticales observadas en los perfiles corresponden en la mayoría de los casos a fracturas del subsuelo que pueden o no aflorar en superficie.

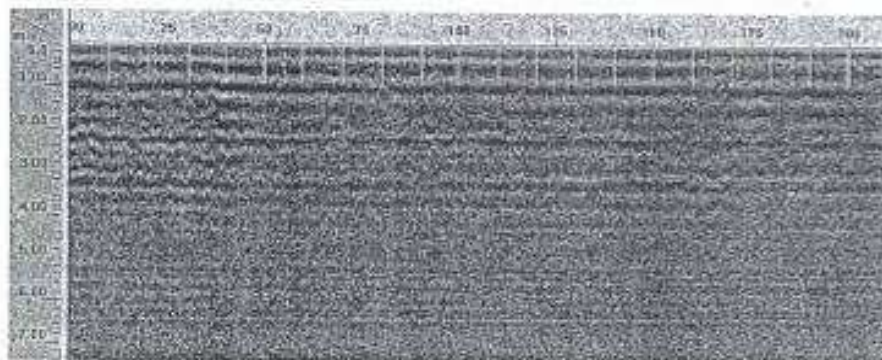


Figura 9. Perfil sobre la calle Francisco Villa entre la calle Bonito Juárez y Av. Tláhuac con antena de 200 MHz, permitividad de 16, longitud de 210 metros y orientación NE-SW.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 Ext.1316



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos

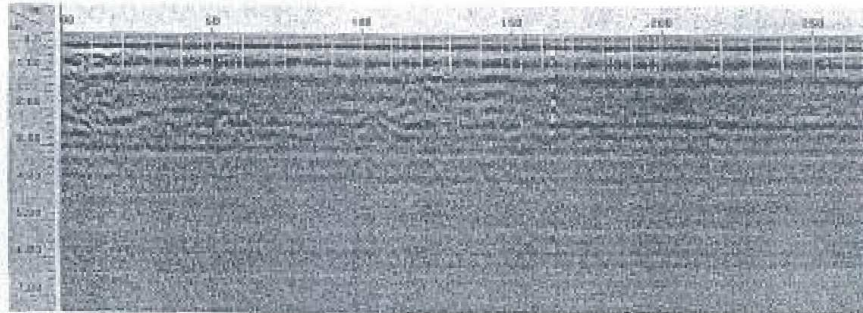


Figura 10. Perfil sobre la calle Narciso Mendoza entre la calle Benito Juárez y Av. Tláhuac con antena de 200 MHz, permitividad de 16, longitud de 270 metros y orientación NE-SW.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL SUBSUELO EN LA ZONA DE ESCUELA SECUNDARIA NO. 126 LOCALIZADA SOBRE AV. TLÁHUAC Y ENTRE LAS CALLES AQUILES SERDÁN Y FLORES MAGÓN, COLONIA ZAPOTITLÁN.

Para el estudio de la estructura del subsuelo de la Escuela Secundaria No. 126 se utilizaron los datos de las muestras de suelo caracterizadas en los puntos mencionados en la primera parte de este reporte y la caracterización estratigráfica realizada sobre un sondeo geotécnico (SM-1) realizado en las instalaciones de la escuela por la empresa IPO, que fue facilitado por las autoridades de la Delegación Tláhuac. A partir del análisis del sondeo mencionado se reporta la siguiente secuencia estratigráfica para el sitio (Figura 11):

- Capa de asfalto de 10 cm de espesor.
- Capa de material de relleno compuesto por cascajo, y arcilla hasta 0.70 m.
- Estrato I (natural) (de 0.70 a 1.80 m de profundidad): limo arenoso café oscuro de consistencia rígida y alta plasticidad. **Contenido de agua de 70 a 100 %**, límite líquido 105.6%, límite plástico 43.9%, clasificación según SUCS MH. Porcentaje de finos 70.9%
- Estrato II (de 1.8 a 5.3 m de profundidad): arena fina color café oscura de compactidad densa a muy densa. **Contenido de agua de 40 a 160 %**, densidad de sólidos 2.65, peso volumétrico 1.45 t/m², relación de vacíos 2.25, grado de saturación 92%, carga última 7.1t/m², cohesión 3.4 t/m², Angulo de fricción interna 5°, límite líquido 286.4%, límite plástico 61.0%. Clasificación según SUCS CH. Porcentaje de finos 93.3%.
- Estrato III (de 5.3 a 11.8 m): arena fina arcillosa café oscura de compactidad densa a muy densa. **Contenido de agua de 10 a 50 %**, porcentaje de finos de 21.2 a 24.1%.
- Estrato IV (de 11.8 a 19.9 m): limo arenoso color gris verdoso de consistencia rígida a muy rígida y alta plasticidad. **Contenido de agua de 50 a 250 %**, densidad de sólidos de 2.62 a 2.68, peso volumétrico de 1.18 a 1.54 t/m², relación de vacíos de 1.88 a 6.75, grado de saturación de 94 a 97%, carga última 4.70 a 19.4 t/m², cohesión de 4.5 a 7.0 t/m², Angulo de fricción interna de 11 a 33°, **límite líquido 71.1 a 72.8%**, límite plástico 36.5 a 36.8%. Clasificación según SUCS MH. Porcentaje de finos 46.2 a 96.9%.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 09000
Tel 58-04-41-40 Ext.1318



Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos

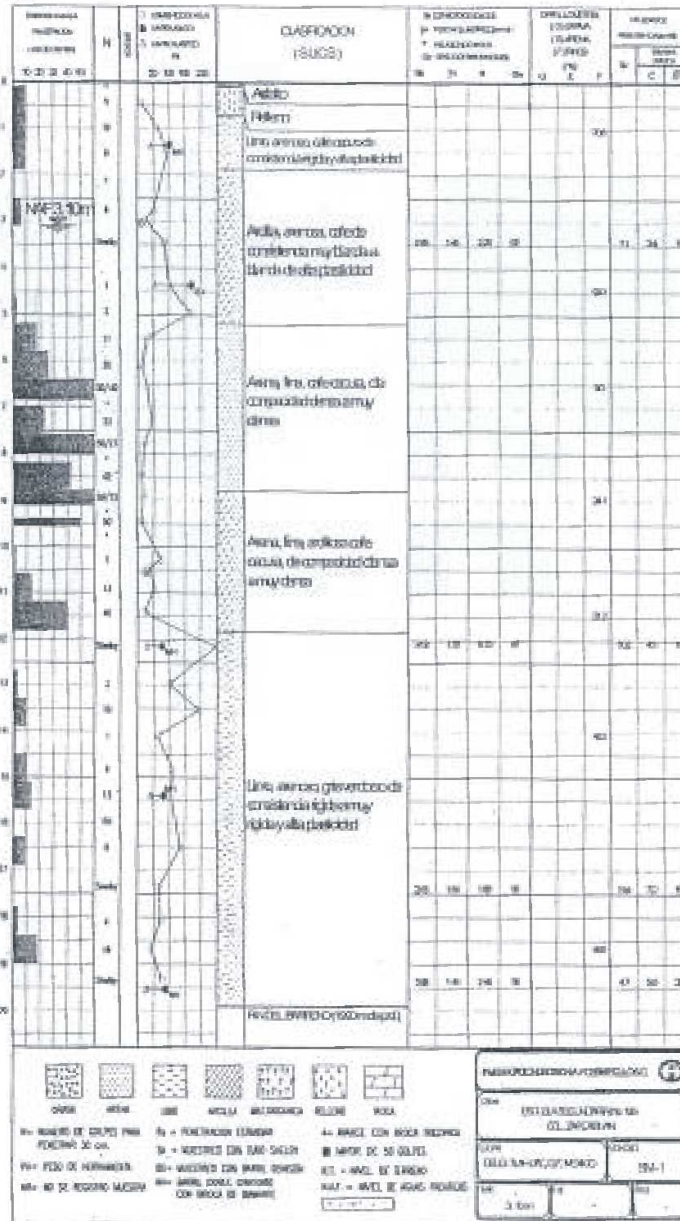


Figura 11. Sondeo Geotécnico Mixto SM-1 realizado en la Escuela Secundaria No. 126 por la empresa IPO.



Aidama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 08000
Tel 58-04-41-40 Ext. 1316



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Ciudad México
Capital en Movimiento

Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



INTERPRETACIÓN DE LOS PERFILES RPT LEVANTADOS ALREDEDOR DE LA ESCUELA SECUNDARIA NO. 126 POR EL EQUIPO DEL CERG.

En las Figuras 12, 13 y 14 se presentan los perfiles RPT realizados en las calles aledañas a la escuela con dos diferentes frecuencias de prospección, 100 y 200 Mhz.

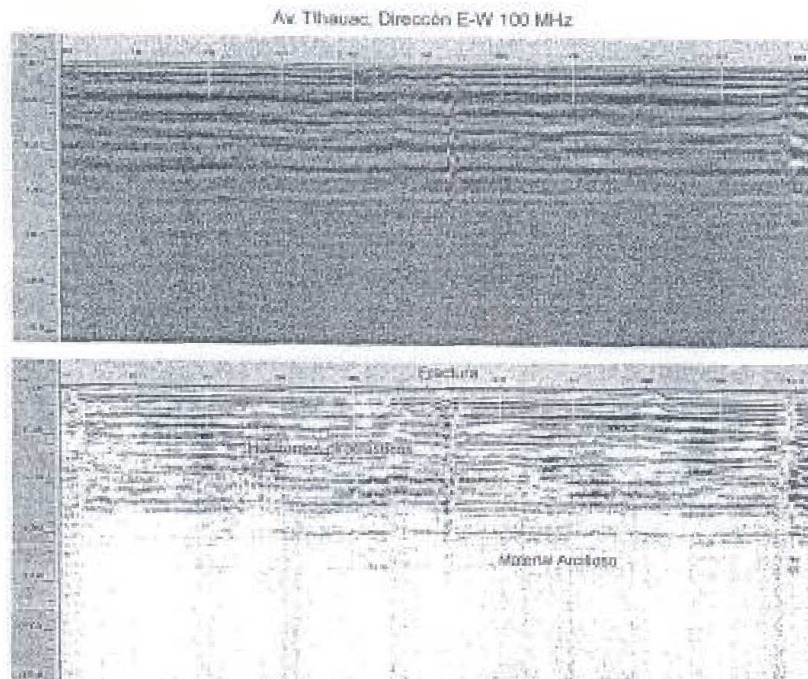


Figura 12. Perfil sobre Av. Tláhuac entre las calles Aquiles Serdán y Flores Magón de 100 m longitud y orientación E-NW con antena de 100 MHz.

En los perfiles RPT presentados se pueden identificar los estratos descritos en el sondeo geotécnico. Un estrato limo arcilloso superior plástico (MH) hasta aproximadamente 5 m de profundidad, un estrato arenoso de aproximadamente 4 m de espesor que descansa sobre un material limo arcilloso altamente compresible y plástico cuyo contenido de agua (50-250%) rebasa su límite de comportamiento líquido (72%) por lo que presenta una tendencia natural a fluir.

Las fracturas que afectan a la escuela fueron registradas al menos hasta 10 m de profundidad y se detectaron otras fracturas asociadas en el subsuelo que todavía no afloran en superficie.

La recomendación general a partir del análisis realizado es que el terreno que sustenta la escuela falló por cortante, ya que al colocar cuatro niveles al edificio se excedió la capacidad de carga del subsuelo, tal vez no del estrato arenoso pero si del material plástico (MH) que se localiza por debajo del mismo. Consideramos que es difícil que el subsuelo recupere su estructura y resistencia naturales y pueda sustentar una nueva edificación.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 06000
Tel 56-04-41-40 Ext.1316



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



Tláhuac, Calle Aquiles Serdán, Antena de 200 MHz, Dirección N-S

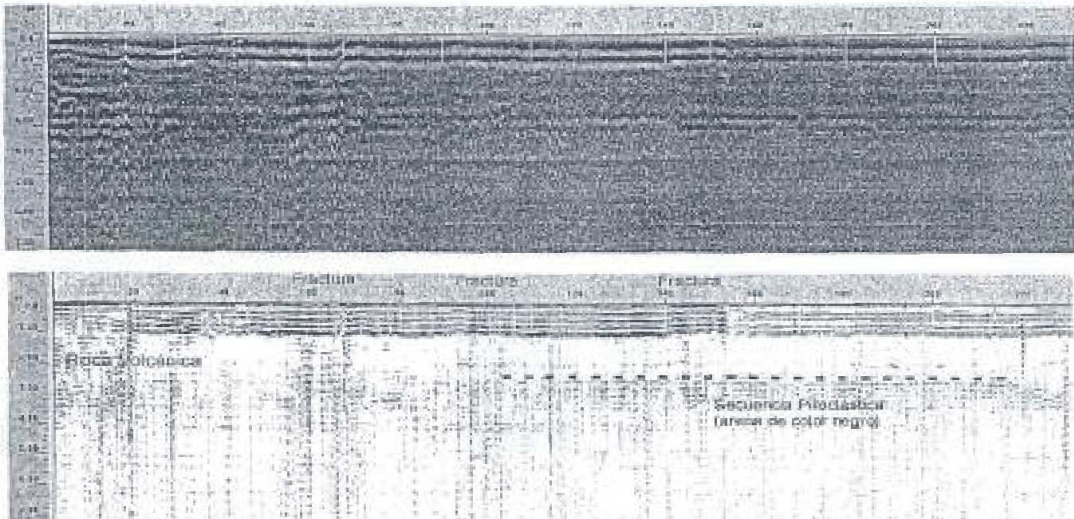


Figura 13. Perfil RPT sobre la calle Aquiles Serdán de 220 m de longitud y orientación NE-SW, con antena de 200 MHz.

Tláhuac, Flores Magón 100 MHz (S-N)

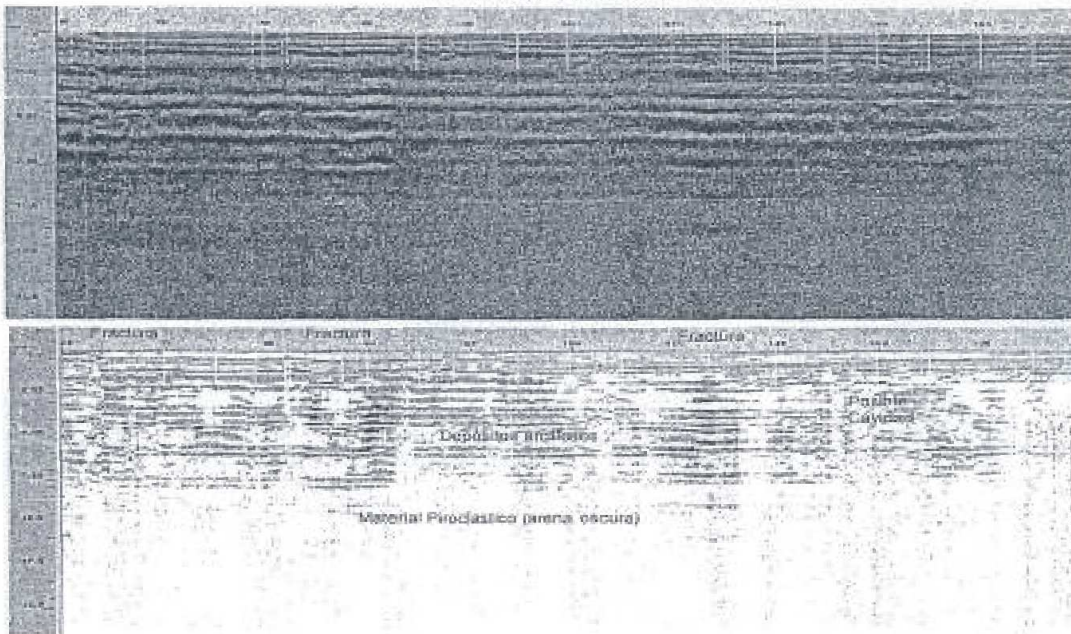


Figura 14. Perfil sobre la calle Ricardo Flores Magón entre la calle Benito Juárez y Av. Tláhuac con antena de 100 MHz, permitividad de 16, longitud de 200 metros y orientación N-S.



Aidama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 08000
Tel 58-04-41-40 Ext.1318



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón





Delegación Iztapalapa
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos



DISCUSION DE RESULTADOS

A partir del trabajo realizado, se debe remarcar que la presencia del Estrato (IV) limo arcilloso plástico (MH de color verdoso) localizada debajo del Estrato (III) de piroclastos arenosos puede ocasionar problemas de estabilidad en las construcciones cimentadas sobre las arenas mencionadas. Esto no sería así si la construcción se desplantara en la roca que se localiza aproximadamente a 25 de profundidad. Consideramos que esta debilidad mecánica del subsuelo debe ser considerada en la actualización del Plan de Desarrollo Urbano de la zona.

El análisis sobre una imagen satelital de la distribución del fracturamiento al pie de la Sierra de Santa Catarina y volcanes asociados (Figura 15) muestra que en las zonas de pie de ladera hacia el NE y SW, en donde se localizan las colonias de San Lorenzo Tezonco de la Delegación Iztapalapa y Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, la distribución de la fracturas presenta una relación directa con las heterogeneidades de los materiales geológicos (rocas volcánicas, material piroclástico de caída, depósitos aluviales y lacustres) que caracteriza al complejo volcánico de Santa Catarina.

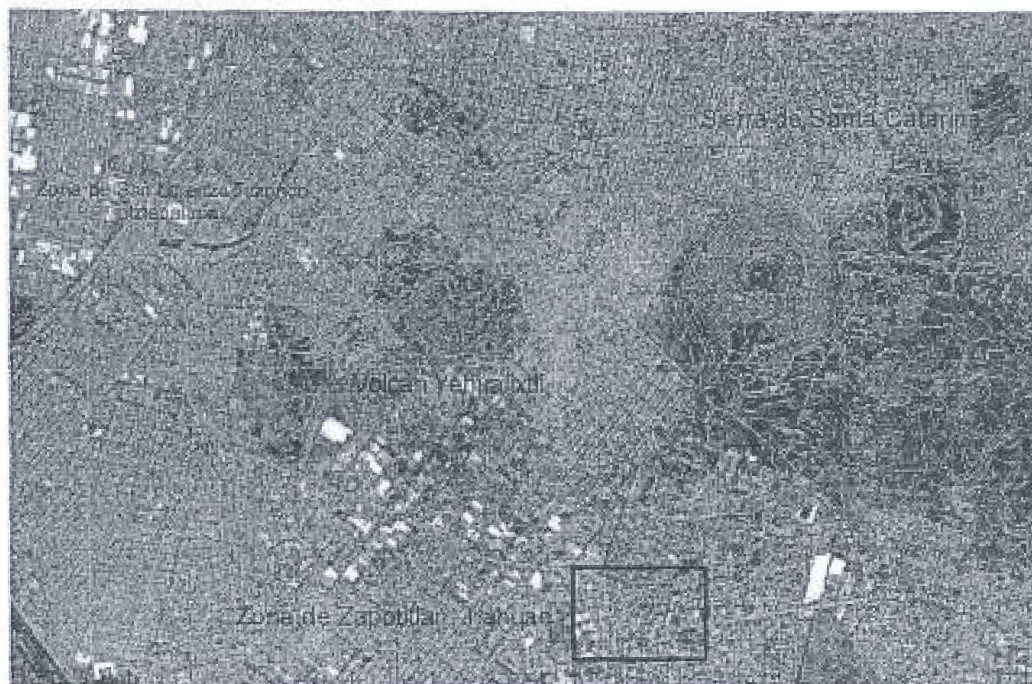


Figura 15. Imagen satelital de la zona de piedemonte de la Sierra de Santa Catarina. Se observan en rojo las fracturas levantadas en la Colonia San Lorenzo Tezonco de la Delegación Iztapalapa y en verde las fracturas estudiadas en la Colonia Zapotitlán de la Delegación Tláhuac.



Aldama No. 63, esquina Ayuntamiento, Barrio San Lucas, C.P. 08000
Tel 58-04-41-40 Ext.1316



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón



Dictámenes generados por la empresa CEUS Ingeniería Proyectos e Ingeniería Estructural y por el D.R.O. No. 1938 Ing. Cesar Urrutia Sánchez denominados:

**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA
CALLE HERNÁN CORTÉS N° 3C,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**

NÚMERO DE DOCUMENTO

2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 02 – 0014 – I – 00

Diciembre de 2010

**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA CALLE HERNÁN CORTÉS N° 3C,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.
2. UBICACIÓN DEL SITIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO Y GEOTÉCNICO.
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE, ESTRUCTURACIÓN QUE PRESENTA Y RESULTADO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN.
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
5. ANEXO 1 – CROQUIS DE REFERENCIA
6. ANEXO 2 – REPORTE FOTOGRÁFICO.



**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA CALLE HERNÁN CORTÉS N° 3C,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**

1.- ANTECEDENTES.

El inmueble ubicado en la calle Hernán Cortés No. 3C Colonia Santiago Zapotitlán, dentro de la jurisdicción de la Delegación Tláhuac, México D.F., se ubica entre la Avenida Tláhuac y la Avenida Juárez, a una distancia aproximada de 80.00 metros con respecto a la obra del Viaducto Elevado que alojará el tramo **“Zapotitlán – Nopalera”** de la futura Línea 12 del Metro.

De manera reciente el propietario del inmueble en cuestión realizó un reporte a las autoridades del Gobierno del Distrito Federal, respecto a algunas fallas que se habían generado en su propiedad, argumentando que estas afectaciones fueron consecuencia de las obras que realiza la Dirección de Proyecto Metro en la Construcción del viaducto elevado de la Línea 12 del S.T.C.

En atención a esta solicitud, personal técnico adscrito a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, realizaron una inspección visual así como un levantamiento de la estructuración y los daños que a la fecha se han generado en el domicilio de referencia, con objeto de verificar las condiciones de conservación que presenta la estructura y determinar si existe algún riesgo a los habitantes del inmueble. El resultado de estas actividades se da a conocer en el presente **“Informe”**.

2.- UBICACIÓN DEL SITIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO Y GEOTÉCNICO.

Con el objeto de tener un panorama general de la Zona en donde se encuentra ubicada la estructura desde el punto de vista sísmico y geotécnico, se emplearon los resultados del estudio de intensidades del Sismo del 19 de septiembre del 1985 en la Ciudad de México, a partir del cual se elaboró la Zonificación Sísmica adoptada por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, así como el Estudio de las Características Geológicas y Geotécnicas del Valle de México, elaboradas por la extinta Comisión de Vialidad y Transporte Urbano **“COVITUR”** en el año de 1987.

Considerando de inicio la zonificación Geotécnica del Valle de México señalada en el Manual de Diseño Geotécnico Vol. I elaborado por la Comisión de Vialidad y Transporte



Urbano “COVITUR”, se puede apreciar que el sitio se encuentra en una Zona clasificada como “Zona de Influencia de los cerros, transición abrupta” (ver figura 1), está asociada al sector no colonial de la ciudad, que se desarrolló a partir de mediados del siglo XX y ha estado sujeto a las sobrecargas generadas por construcciones pequeñas y medianas.

Por otra parte en lo que respecta al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, se considerarán las zonas del Distrito Federal que fija el artículo 170 de dicho Reglamento, donde Geotécnicamente hay tres zonas en las cuales se divide el suelo del Valle de México y para diseño sísmico la zona III se divide a su vez en cuatro subzonas.

Con base en lo descrito, se considera que de acuerdo a la zonificación sísmica establecida en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, el inmueble en estudio se ubica en la “Zona II” o zona de transición, donde el coeficiente sísmico para las edificaciones clasificadas como del grupo **B** en el artículo 139 del Reglamento se tomará igual a 0.32, identificando en la siguiente tabla los valores de los periodos de vibración y aceleraciones de forma particular para cada zona.

ZONA	c	a _o	T _a ⁽¹⁾	T _b ⁽¹⁾	r
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
III.a	0.40	0.10	0.53	1.8	2.0
III.b	0.45	0.11	0.85	3.0	2.0
III.c	0.40	0.10	1.25	4.2	2.0
III.d	0.30	0.10	0.85	4.2	2.0

(1) Períodos en segundos

Tabla 1. Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

(Se remarca el valor que le corresponde a la estructura estudiada).



Desde el punto de vista Geotécnico, el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal define en su artículo 170, Capítulo VIII del Título Sexto, que el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

- a) Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados.
- b) Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.
- c) Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

De lo anterior se determina que el inmueble en estudio con domicilio en calle Hernán Cortés No. 3C Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F., se ubica en la zona identificada como zona de transición (zona II), según lo establece el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones (ver figura 2).



3.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE, ESTRUCTURACIÓN QUE PRESENTA

Y RESULTADO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN.

El predio ubicado en la calle Hernán Cortés No. 3C de la Colonia Santiago Zapotitlán en la Delegación Tláhuac, cuenta con dos cuerpos estructurales independientes, los cuales se describen a continuación.

CUERPO 1 – Coincidente con la fachada principal del predio, este cuerpo se compone únicamente por planta baja con uso habitacional, la cual cuenta con cinco áreas definidas, siendo éstas la sala-comedor, cocina, baño completo y dos recámaras.

CUERPO 2 – Ubicado en el extremo oriente del predio, este cuerpo se encuentra en proceso de construcción (obra negra) y también se compone únicamente de un nivel destinado a uso habitacional, con ocho espacios definidos destinados a cocina, sala-comedor, estudio, dos recámaras y dos baños.

Los dos cuerpos presentan una estructuración mediante muros de carga de block de concreto gris macizo, confinados por dalas y castillos de concreto armado, la losa de los dos cuerpos es maciza de concreto armado con espesor aproximado de 10 centímetros,

Como resultado de la inspección al predio, se observó que en el cuerpo 1 existen grietas significativas en los muros de carga de la sala, en esta zona existe una trabe primaria que divide la sala del comedor, la cual también presenta grietas diagonales debido a falla por flexión, donde fue necesario colocar un sistema de apuntalamiento como medida emergente, adicionalmente la losa presenta desprendimiento del recubrimiento por exceso de humedad; por otra parte en las dos recámaras existen fisuras en los acabados de los muros, principalmente en los vanos de puertas y ventanas, así como desprendimiento del recubrimiento en las losas; finalmente en los muros de carga de la cocina existen fracturas importantes que también fue necesario apuntalar como medida emergente. Es importante hacer referencia que a todo lo largo de la sala – comedor existe una fractura en el piso, la cual se asocia a una falla del subsuelo que cruza longitudinalmente el predio, según lo reporta la empresa “PEP Ingeniería de Suelos S.A. de C.V.”.

En lo referente al cuerpo 2 que se ubica al fondo del predio, se hace mención que dicha estructura se encuentra en obra negra, observándose que ninguno de los elementos estructurales primarios presentan daños, únicamente en los muros de colindancia en la zona del patio, presentan fisuras ligeras en el mortero de la juntas entre las piezas de



mampostería, adicionalmente se hace mención que no existe evidencia de fallas o grietas en el suelo donde se encuentra cimentado este cuerpo.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Tomando como referencia las inspecciones al sitio, realizadas por personal técnico de la Subgerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, se generan las siguientes conclusiones:

- La estructuración de los dos cuerpos que integran el inmueble es mediante muros de block macizo de concreto confinados por castillos y dalas de concreto armado, las losas son macizas de concreto armado, no pudiendo verificarse el estado que guarda la cimentación.
- En el cuerpo 1 existen grietas importantes en varios muros de carga, así como en una de las trabes principales en la zona de la sala – comedor, siendo necesario colocar puntales en esta trabe, así como en la zona de cocina para evitar un incremento en las deformaciones que pudieran representar un riesgo a la estabilidad estructural del inmueble.
- Las losas del cuerpo 1 presentan diferentes grados de deterioro debido a la deficiencia del impermeabilizante en la azotea que ha provocado filtraciones al concreto de dichos elementos y como consecuencia el desprendimiento de los acabados, hasta afectar en algunos casos el recubrimiento de concreto de la losa.
- En el cuerpo 1 existe una fractura en el firme de concreto, desde el acceso principal hasta el acceso a la cocina, la cual se asocia a una falla del subsuelo que cruza longitudinalmente el predio.
- En el cuerpo 2 que actualmente se encuentra en obra negra, únicamente se observaron algunas fisuras en las juntas del muro de colindancia, sin tener ninguna afectación a los elementos estructurales primarios de este cuerpo.

De la misma manera tomando como referencia las inspecciones al sitio, realizadas por personal técnico de la Subgerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo y partiendo de las conclusiones emitidas, se desprenden las recomendaciones siguientes:



- Debido al grado de deterioro que presentan los elementos estructurales primarios del cuerpo 1, se recomienda la demolición y reconstrucción total de dicha estructura, considerando un mejoramiento de suelo previo a la construcción de la nueva edificación.
- La cimentación de la nueva estructura deberá contemplar la existencia de la falla en el subsuelo. Se recomienda que esta zona se deje como área jardinada.
- Es necesario implementar una instrumentación topográfica en el cuerpo 2, y en las banquetas frente al cuerpo 1 para localizar y dar seguimiento a la falla en el suelo, e identificar el comportamiento del mismo durante la conclusión de la obra.

México D.F. a 20 de diciembre de 2010

Elaboró

Ing. César Urrutia Sánchez

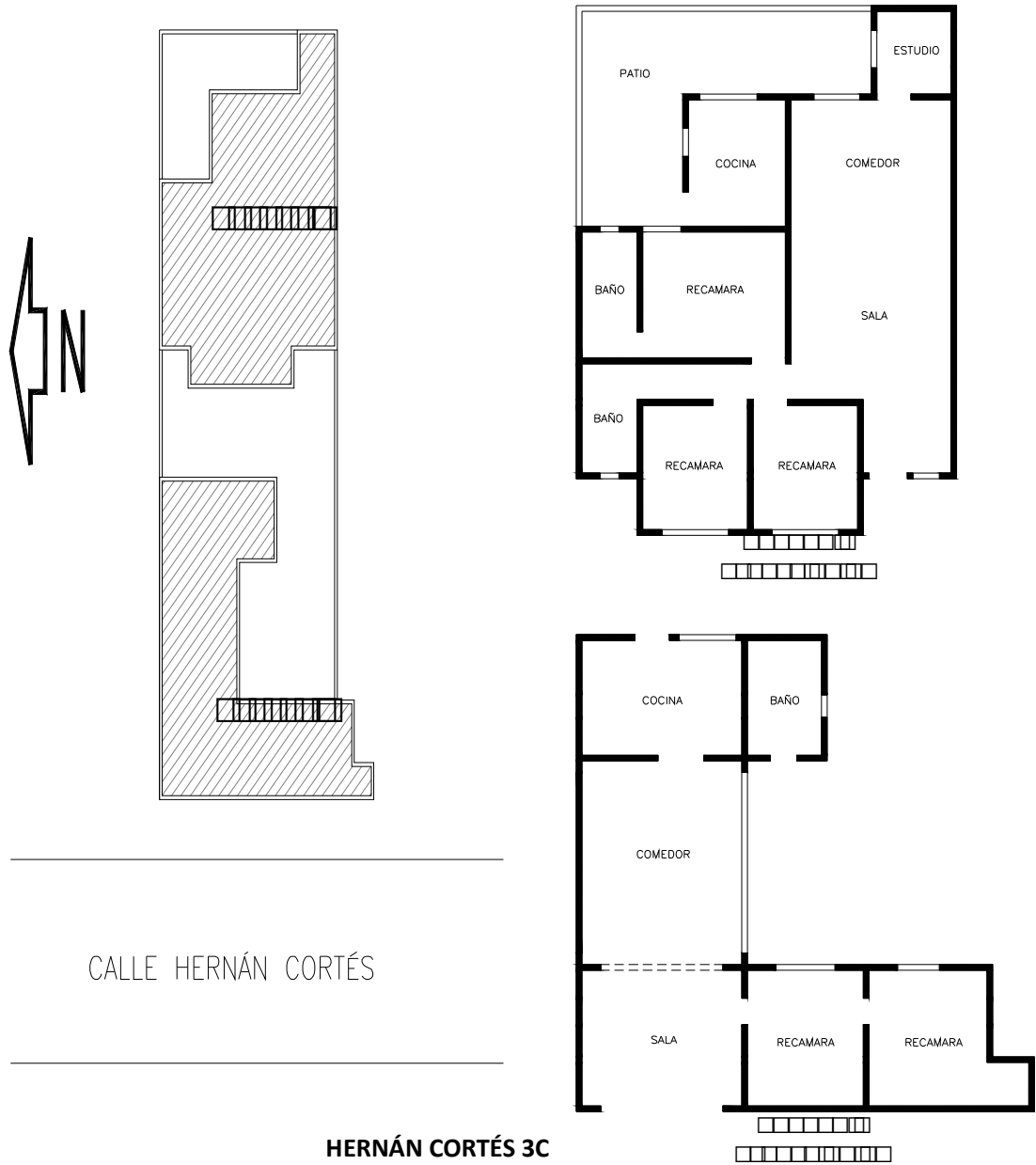
D.R.O. No. 1938 del Gobierno del Distrito Federal



Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón



5.- ANEXO 1 CROQUIS DE REFERENCIA



**PLANTA DE CONJUNTO CON LA UBICACIÓN DE
LOS DOS CUERPOS EN EL PREDIO EN ESTUDIO**



**ANEXO FOTOGRAFICO TOMADAS EN CAMPO DEL INMUEBLE DE LA CALLE HERNÁN
CORTÉS N° 3C, COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**









**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA
CALLE HERNÁN CORTÉS N° 13,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**

NÚMERO DE DOCUMENTO

2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 03 – 0015 – I – 00

Diciembre de 2010

**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA CALLE HERNÁN CORTÉS N° 13,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**



*Universidad Nacional Autónoma de México
FES Aragón*



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.
2. UBICACIÓN DEL SITIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO Y GEOTÉCNICO.
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE, ESTRUCTURACIÓN QUE PRESENTA Y RESULTADO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN.
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
5. ANEXO 1 – CROQUIS DE REFERENCIA



**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA CALLE HERNÁN CORTÉS N° 13,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**

1.- ANTECEDENTES.

El inmueble ubicado en la calle Hernán Cortés No. 13 Colonia Santiago Zapotitlán, dentro de la jurisdicción de la Delegación Tláhuac, México D.F., se ubica entre la Avenida Tláhuac y la Avenida Juárez, a una distancia aproximada de 75.00 metros con respecto a la obra del Viaducto Elevado que alojará el tramo **“Zapotitlán – Nopalera”** de la futura Línea 12 del Metro.

De manera reciente el propietario del inmueble en cuestión realizó un reporte a las autoridades del Gobierno del Distrito Federal, respecto a algunas fallas que se habían generado en su propiedad, argumentando que estas afectaciones fueron consecuencia de las obras que realiza la Dirección de Proyecto Metro en la Construcción del viaducto elevado de la Línea 12 del S.T.C.

En atención a esta solicitud, personal técnico adscrito a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, realizaron una inspección visual así como un levantamiento de la estructuración y los daños que a la fecha se han generado en el domicilio de referencia, con objeto de verificar las condiciones de conservación que presenta la estructura y determinar si existe algún riesgo a los habitantes del inmueble. El resultado de estas actividades se da a conocer en el presente “Informe”.

2.- UBICACIÓN DEL SITIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO Y GEOTÉCNICO.

Con el objeto de tener un panorama general de la Zona en donde se encuentra ubicada la estructura desde el punto de vista sísmico y geotécnico, se emplearon los resultados del estudio de intensidades del Sismo del 19 de septiembre del 1985 en la Ciudad de México, a partir del cual se elaboró la Zonificación Sísmica adoptada por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, así como el Estudio de las Características Geológicas y Geotécnicas del Valle de México, elaboradas por la extinta Comisión de Vialidad y Transporte Urbano “COVITUR” en el año de 1987.

Considerando de inicio la zonificación Geotécnica del Valle de México señalada en el Manual de Diseño Geotécnico Vol. I elaborado por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano “COVITUR”, se puede apreciar que el sitio se encuentra en una Zona clasificada como “Zona de Influencia de los cerros, transición abrupta” (ver figura 1), está asociada al



sector no colonial de la ciudad, que se desarrolló a partir de mediados del siglo XX y ha estado sujeto a las sobrecargas generadas por construcciones pequeñas y medianas.

Por otra parte en lo que respecta al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, se considerarán las zonas del Distrito Federal que fija el artículo 170 de dicho Reglamento, donde Geotécnicamente hay tres zonas en las cuales se divide el suelo del Valle de México y para diseño sísmico la zona III se divide a su vez en cuatro subzonas.

Con base en lo descrito, se considera que de acuerdo a la zonificación sísmica establecida en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, el inmueble en estudio se ubica en la “Zona II” o zona de transición, donde el coeficiente sísmico para las edificaciones clasificadas como del grupo **B** en el artículo 139 del Reglamento se tomará igual a 0.32, identificando en la siguiente tabla los valores de los periodos de vibración y aceleraciones de forma particular para cada zona.

ZONA	c	a ^o	Ta ⁽¹⁾	Tb ⁽¹⁾	r
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
III.a	0.40	0.10	0.53	1.8	2.0
III.b	0.45	0.11	0.85	3.0	2.0
III.c	0.40	0.10	1.25	4.2	2.0
III.d	0.30	0.10	0.85	4.2	2.0

(2) Períodos en segundos

Tabla 1. Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

(Se remarca el valor que le corresponde a la estructura estudiada).

Desde el punto de vista Geotécnico, el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal define en su artículo 170, Capítulo VIII del Título Sexto, que el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:



- d) Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados.

- e) Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de estas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.

- f) Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

De lo anterior se determina que el inmueble en estudio con domicilio en calle Hernán Cortés No. 13, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F., se ubica en la zona identificada como zona de transición (zona II), según lo establece el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones (ver figura 2).



3.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE, ESTRUCTURACIÓN QUE PRESENTA Y RESULTADO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN.

El predio ubicado en la calle Hernán Cortés No. 13 de la Colonia Santiago Zapotitlán en la Delegación Tláhuac, cuenta con dos cuerpos estructurales independientes, los cuales se describen a continuación.

CUERPO 1 – Este cuerpo se ubica en la colindancia norte del predio y se compone por dos niveles con uso habitacional; en planta baja se tienen siete espacios definidos, siendo éstos sala, comedor, cocina, baño completo, antecomedor, estudio y medio baño, y en la planta alta hay diez espacios definidos, los cuales son cinco recámaras, sala de televisión y cuatro baños completos.

CUERPO 2 – Se ubica en la colindancia sur del predio y se compone únicamente por planta baja, la cual cuenta con siete espacios definidos, siendo estos los siguientes: Sala, comedor, cocina, dos recámaras y dos baños completos.

Los dos cuerpos presentan una estructuración mediante muros de carga de block de concreto gris macizo, confinados por dalas y castillos de concreto armado, la losa de los dos cuerpos es maciza de concreto armado con espesor aproximado de 10 centímetros, siendo importante señalar que la losa de azotea en el cuerpo 1 es a dos aguas con pendiente mayor al 5%.

Como resultado de la inspección al predio, se observó que en el cuerpo 1 existen varias fisuras en los muros de carga de la sala, en esta zona existe una fractura y emersión del piso, generada por una falla del subsuelo según lo reporta el informe generado por la empresa “PEP Ingeniería de Suelos S.A. de C.V.”, en este sentido se menciona que a solicitud de los propietarios se colocó un sistema de apuntalamiento como medida preventiva, siendo importante señalar que los elementos estructurales primarios en toda la planta baja, no presentan evidencia de daños o deficiencias que representen un riesgo a la estabilidad de este inmueble. Por otra parte en lo que se refiere a la planta alta de este cuerpo, se observó que en las recámaras hay una concentración de humedad en las losas por una falta de mantenimiento del impermeabilizante en la azotea, lo cual en casos puntuales ha provocado desprendimiento de los acabados y humedad en muros, señalando que en la recámara ubicada en la esquina nor-poniente del inmueble, se realizó el retiro de todo el acabado para evitar que fallara por peso propio y provocara algún accidente a los residentes de la vivienda. Finalmente se menciona que existen algunas



grietas en los muros de carga del extremo poniente de la edificación, así como en los muros del extremo opuesto.

En lo referente al cuerpo 2 que se ubica en el extremo sur del predio, se hace mención que dicha estructura presentan grietas severas en los muros de carga de la cocina, ocasionadas por los efectos de los asentamientos diferenciales a los que se encuentra expuesta esta zona, siendo importante señalar que en este sitio fue necesario colocar puntales de manera emergente para evitar cualquier riesgo. Adicionalmente en los espacios correspondientes a la sala y las recámaras, existen fisuras de diferente magnitud que afectan principalmente los acabados de los muros, haciendo mención que estas fisuras obedecen un patrón asociado a un asentamiento en el extremo oriente del inmueble.

Finalmente se menciona que en la liga de los muros de colindancia con las estructuras de los cuerpos 1 y 2, existen grietas motivadas por el cambio de rigidez de la cimentación entre estas dos estructuras y la falta de una junta constructiva entre ambos elementos, resaltando que la barda que corresponde a la colindancia norte tiene una separación de 5 centímetros aproximadamente con respecto a los muros del cuerpo 1, sin que esto represente un riesgo a la estabilidad estructural de la barda o el inmueble.

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Tomando como referencia las inspecciones al sitio, realizadas por personal técnico de la Subgerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, se generan las siguientes conclusiones:

- La estructuración de los dos cuerpos que integran el inmueble es mediante muros de block macizo de concreto confinados por castillos y dalas de concreto armado, las losas son macizas de concreto armado, no pudiendo verificarse el estado que guarda la cimentación.
-
- La distribución de las cargas vivas en los dos cuerpos conservan un arreglo homogéneo, sin existir ninguna zona con sobrecarga que represente un incremento puntual que rebase los parámetros de diseño señalados en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias.
- En el cuerpo 1 existen fisuras en la planta baja, sin embargo en la planta alta si se presentan grietas principalmente en los muros de carga del extremo poniente, los cuales actualmente no representan un riesgo a la estabilidad estructural del inmueble.



- Las losas del cuerpo 1 presentan diferentes grados de deterioro debido a la deficiencia del impermeabilizante en la azotea que ha provocado filtraciones al concreto de dichos elementos y como consecuencia el desprendimiento de los acabados, siendo necesario retirar parte de este acabado que se encontraba en riesgo de colapso.
- En el cuerpo 1 existe una fractura en el piso de concreto en la zona de la sala, la cual se asocia a una falla del subsuelo que cruza parcialmente el predio.
- En el cuerpo 2 se presentan grietas de magnitud importante en los muros de carga de la cocina, siendo necesario colocar un sistema de apuntalamiento como medida preventiva.
- Las bardas de colindancia en su mayoría no se dejó una junta constructiva entre este elemento y la estructura de las edificaciones, provocando fracturas en la unión de ambos cuerpos, sin que esto afecte la capacidad de trabajo de ambos elementos.

De la misma manera tomando como referencia las inspecciones al sitio, realizadas por personal técnico de la Subgerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo y partiendo de las conclusiones emitidas, se desprenden las recomendaciones siguientes:

- En los muros que presentan grietas en la planta alta del cuerpo 1, se seguirá cualquiera de los procedimientos siguientes:
- Inyección de las grietas mediante un mortero cementoso o epóxico (Tipo Festergrout NM de Fester o Emaco 450 de BASF) que incluya estabilizador de volumen y una resistencia mínima a la compresión de 450kg/cm^2 . La aplicación de estos productos debe obedecer a un procedimiento previo de calafeteo, emboquillado y resane para que sea exitosa la reparación.
- Remanposteo de la zona dañada, retirando las piezas alrededor de grieta. Para realizar esto se deben retirar piezas completas y volver a colocarlas las piezas nuevas en cuatrapero para garantizar el amarre de las piezas nuevas.
- En grietas diagonales de abertura mayor a 5mm colocar insertada en el muro una diagonal invertida a la dirección de la grieta, a base de una cadena de concreto de 15 x 15 armada con 4 varillas del No. 3, y estribos del No. 2 a cada 15 cm, anclada en sus extremos a elementos de concreto. Para el colado de esta diagonal se debe ranurar el muro., cortando con disco primero y después demoliendo con cincel fino para no dañar a la mampostería existente.

Cualquiera de estas alternativas de solución deben de aplicarse mediante asesoría y supervisión técnica de los trabajos para que su aplicación sea exitosa.



- En el cuerpo 1 se reconstruirán los firmes del interior de la vivienda en la zona fracturada. Para ello se realizará un mejoramiento del suelo para colocar encima el nuevo firme de concreto armado.
- Se deberá retirar totalmente el firme dañado en la sala para mejorar y estabilizar el relleno en toda esta área, y una vez corregido el problema de la terracería se volverá a colar el firme de concreto, colocando una malla electroforjada de 6x6-10/10 como armado del mismo.
- En los cuartos ubicados en el extremo oriente de la planta alta del cuerpo 1, se restituirá en su totalidad el aplanado en los muros que presentan fisuras empleando mortero cemento - arena.
- En la planta alta del cuerpo 1, se deberá retirar y colocar un nuevo aplanado de yeso en todas las losas, debiendo restituir previamente el sistema de impermeabilización en toda el área de la losa de azotea.
- En el cuerpo 2, debido al grado de deterioro que presentan los elementos estructurales primarios en la zona de la cocina, se recomienda la demolición y reconstrucción total de dicho cuarto, considerando un traslape de los muros de carga mediante un castillo de concreto de 15x15cm que irá adherido a los castillos existentes en el muro que delimita la cocina con el comedor. La nueva construcción deberá contar con una junta para eliminar la posibilidad de que se vuelva a presentar los daños a la estructura.
- Se recomienda implementar una instrumentación topográfica en el cuerpo 2, con objeto de identificar el comportamiento del mismo durante la ejecución de la obra de rehabilitación de la cocina.

México D.F. a 20 de diciembre de 2010

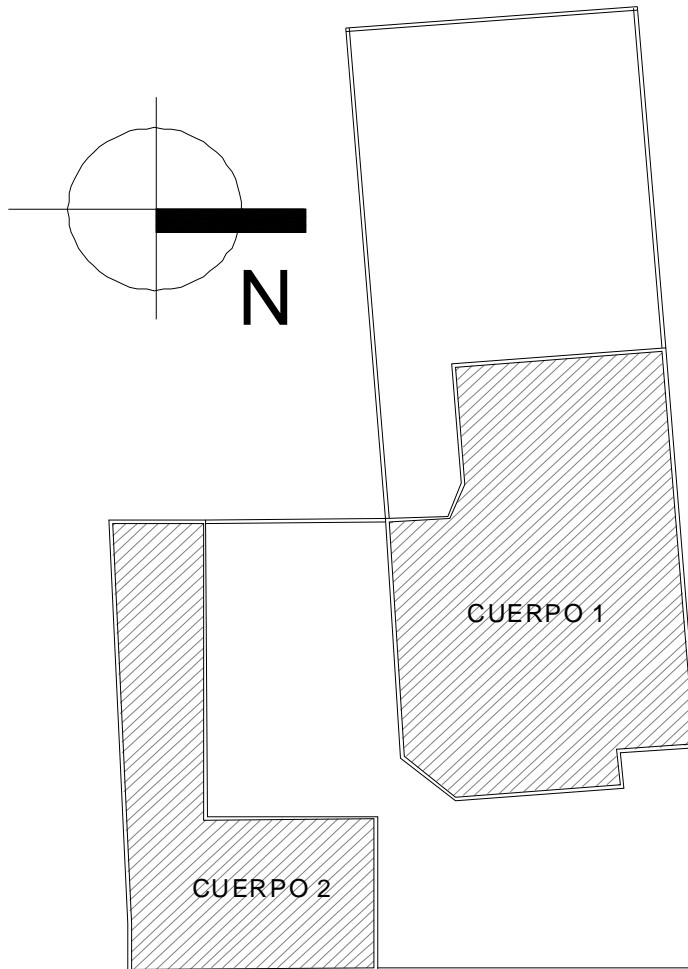
Elaboró

Ing. César Urrutia Sánchez

D.R.O. No. 1938 del Gobierno del Distrito Federal



5.- ANEXO 1 CROQUIS DE REFERENCIA

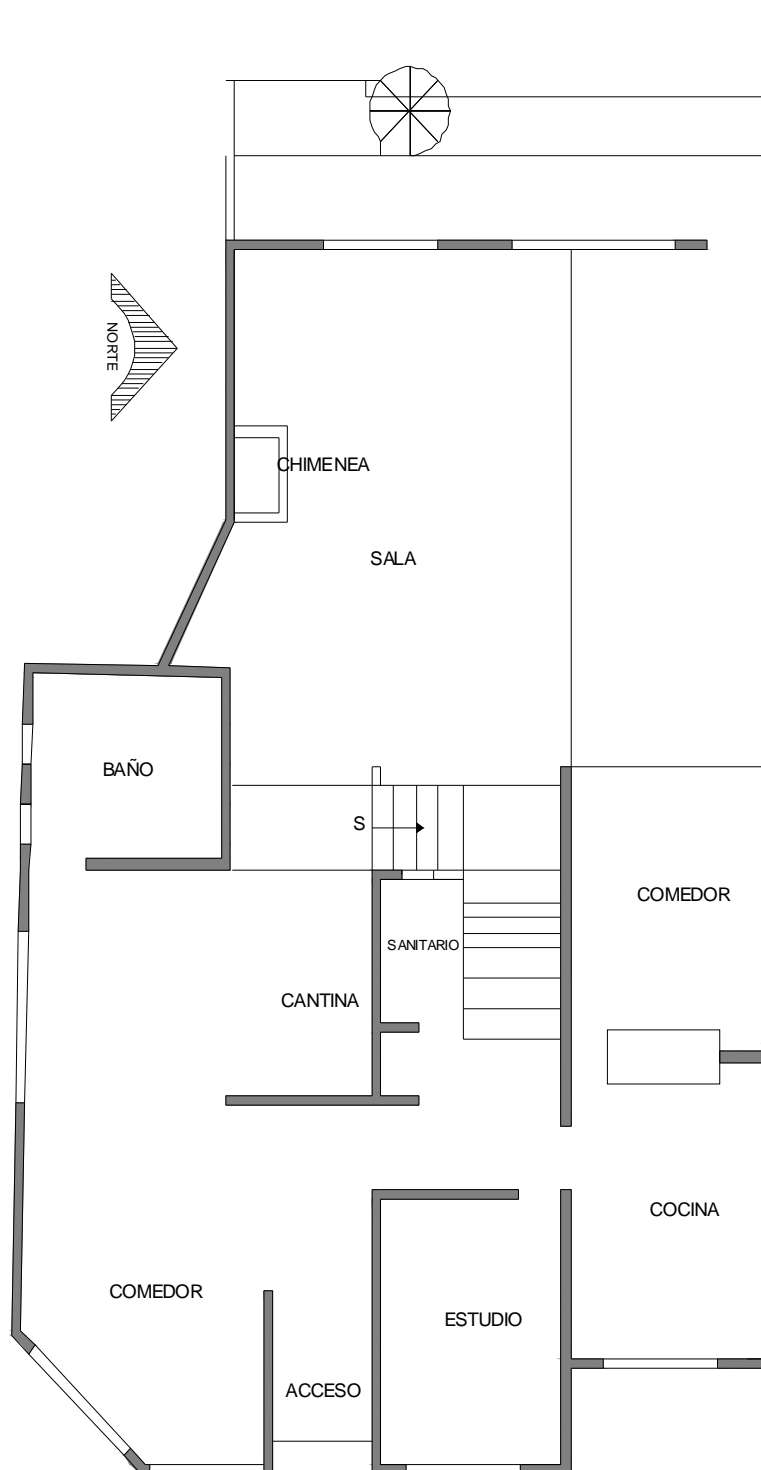


CALLE HERNÁN CORTÉS

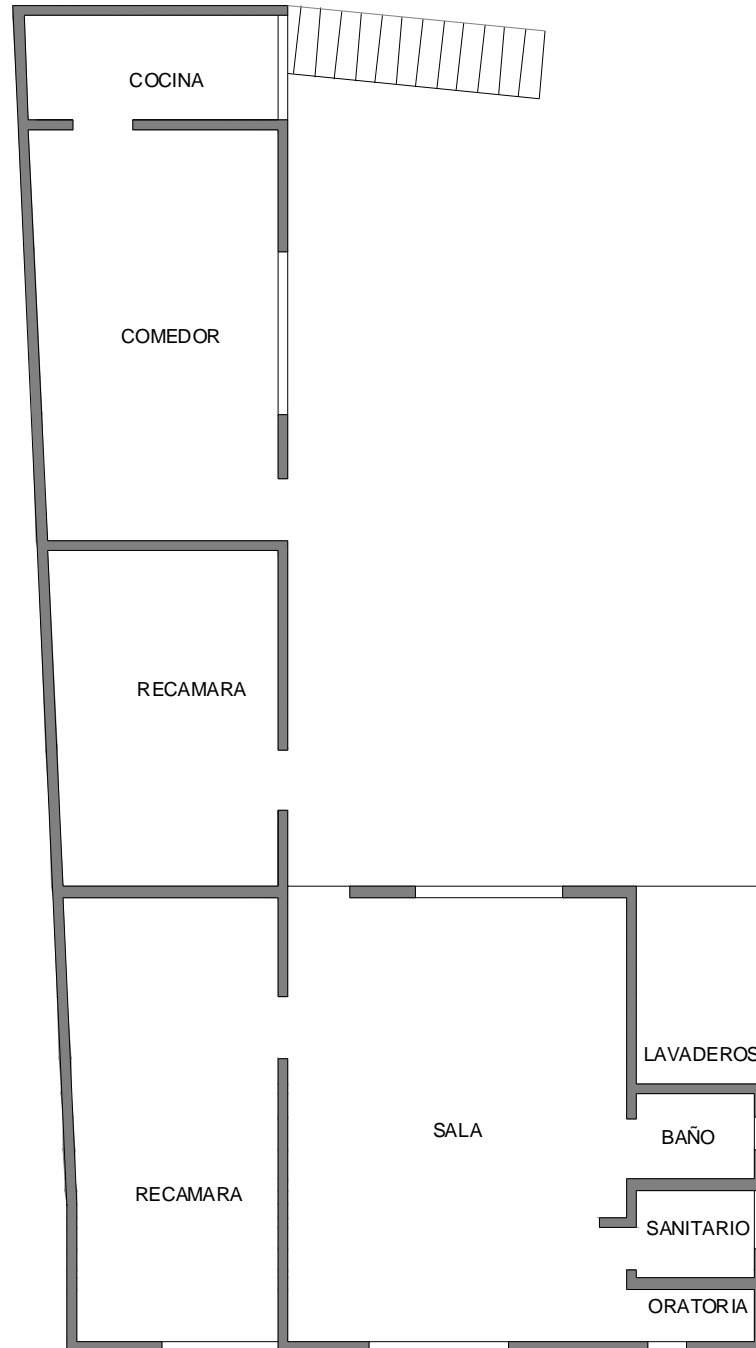
HERNÁN CORTES 13



PLANTA DE CONJUNTO CON LA UBICACIÓN DE LOS DOS CUERPOS EN EL PREDIO EN ESTUDIO



PLANTA BAJA CUERPO 1



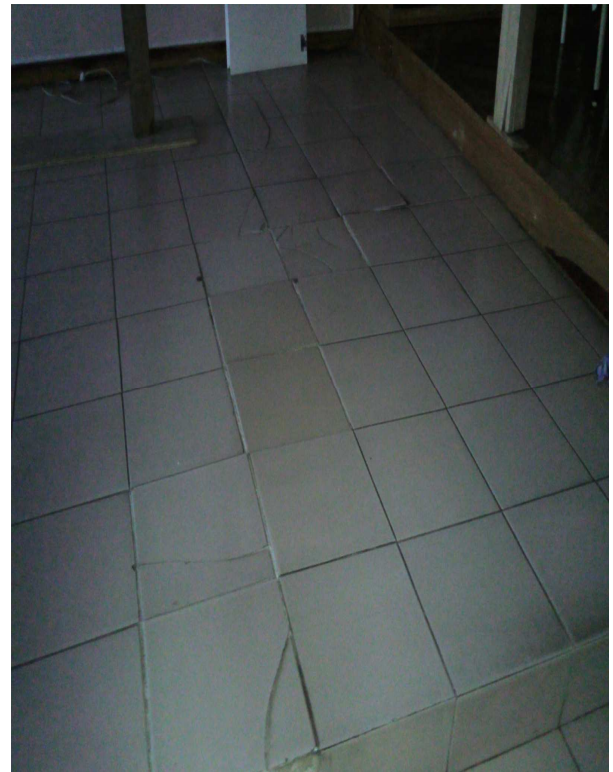
PLANTA UNICA CUERPO 2



**ANEXO FOTOGRAFICO TOMADAS EN CAMPO DEL INMUEBLE CUERPO 1, DE LA CALLE
HERNÁN CORTÉS N° 13, COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC,
MÉXICO D.F.**







**ANEXO FOTOGRAFICO TOMADAS EN CAMPO DEL INMUEBLE CUERPO 2, DE LA CALLE
HERNÁN CORTÉS N° 13, COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC,
MÉXICO D.F.**







**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA
CALLE NARCISO MENDOZA N° 14,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**

NÚMERO DE DOCUMENTO

2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 04 – 0016 – I – 00

Diciembre de 2010

**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA CALLE NARCISO MENDOZA N° 14,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.
2. UBICACIÓN DEL SITIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO Y GEOTÉCNICO.
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE, ESTRUCTURACIÓN QUE PRESENTA Y RESULTADO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN.
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
5. ANEXO 1 – CROQUIS DE REFERENCIA
6. ANEXO 2 – REPORTE FOTOGRÁFICO.



**INFORME DE LAS CONDICIONES ESTRUCTURALES QUE PRESENTA
EL INMUEBLE UBICADO EN LA CALLE NARCISO MENDOZA N° 14,
COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**

1.- ANTECEDENTES.

El inmueble ubicado en la calle Narciso Mendoza No. 14 Colonia Santiago Zapotitlán, dentro de la jurisdicción de la Delegación Tláhuac, México D.F., se ubica entre la Avenida Tláhuac y la Avenida Juárez, a una distancia aproximada de 75.00 metros con respecto a la obra del Viaducto Elevado que alojará el tramo **“Zapotitlán – Nopalera”** de la futura Línea 12 del Metro.

De manera reciente el propietario del inmueble en cuestión realizó un reporte a las autoridades del Gobierno del Distrito Federal, respecto a algunas fallas que se habían generado en su propiedad, argumentando que estas afectaciones fueron consecuencia de las obras que realiza la Dirección de Proyecto Metro en la Construcción del viaducto elevado de la Línea 12 del S.T.C.

En atención a esta solicitud, personal técnico adscrito a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, realizaron una inspección visual así como un levantamiento de la estructuración y los daños que a la fecha se han generado en el domicilio de referencia, con objeto de verificar las condiciones de conservación que presenta la estructura y determinar si existe algún riesgo a los habitantes del inmueble. El resultado de estas actividades se da a conocer en el presente **“Informe”**.

2.- UBICACIÓN DEL SITIO DESDE EL PUNTO DE VISTA SÍSMICO Y GEOTÉCNICO.

Con el objeto de tener un panorama general de la Zona en donde se encuentra ubicada la estructura desde el punto de vista sísmico y geotécnico, se emplearon los resultados del estudio de intensidades del Sismo del 19 de septiembre del 1985 en la Ciudad de México, a partir del cual se elaboró la Zonificación Sísmica adoptada por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, así como el Estudio de las Características Geológicas y Geotécnicas del Valle de México, elaboradas por la extinta Comisión de Vialidad y Transporte Urbano **“COVITUR”** en el año de 1987.

Considerando de inicio la zonificación Geotécnica del Valle de México señalada en el Manual de Diseño Geotécnico Vol. I elaborado por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano **“COVITUR”**, se puede apreciar que el sitio se encuentra en una Zona clasificada como **“Zona de Influencia de los cerros, transición abrupta”** (ver figura 1), está asociada al



sector no colonial de la ciudad, que se desarrolló a partir de mediados del siglo XX y ha estado sujeto a las sobrecargas generadas por construcciones pequeñas y medianas.

Por otra parte en lo que respecta al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, se considerarán las zonas del Distrito Federal que fija el artículo 170 de dicho Reglamento, donde Geotécnicamente hay tres zonas en las cuales se divide el suelo del Valle de México y para diseño sísmico la zona III se divide a su vez en cuatro subzonas.

Con base en lo descrito, se considera que de acuerdo a la zonificación sísmica establecida en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, el inmueble en estudio se ubica en la “Zona II” o zona de transición, donde el coeficiente sísmico para las edificaciones clasificadas como del grupo **B** en el artículo 139 del Reglamento se tomará igual a 0.32, identificando en la siguiente tabla los valores de los periodos de vibración y aceleraciones de forma particular para cada zona.

ZONA	c	a _o	Ta ⁽¹⁾	Tb ⁽¹⁾	r
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
III.a	0.40	0.10	0.53	1.8	2.0
III.b	0.45	0.11	0.85	3.0	2.0
III.c	0.40	0.10	1.25	4.2	2.0
III.d	0.30	0.10	0.85	4.2	2.0

⁽³⁾ Períodos en segundos

Tabla 1. Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

(Se remarca el valor que le corresponde a la estructura estudiada).

Desde el punto de vista Geotécnico, el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal define en su artículo 170, Capítulo VIII del Título Sexto, que el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:



- g) Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados.
- h) Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.
- i) Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

De lo anterior se determina que el inmueble en estudio con domicilio en calle Narciso Mendoza No. 14 Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F., se ubica en la zona identificada como zona de transición (zona II), según lo establece el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones (ver figura 2).

3.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INMUEBLE, ESTRUCTURACIÓN QUE PRESENTA Y RESULTADO DE LA VISITA DE INSPECCIÓN.

El predio ubicado en la calle Narciso Mendoza No. 14 de la Colonia Santiago Zapotitlán en la Delegación Tláhuac cuenta con tres cuerpos estructurales independientes, el primero de ellos corresponde a una capilla religiosa de un nivel, cuyo uso no puede ser otro diferente para el que fue diseñada.

El segundo cuerpo lo componen dos cuartos con uso mixto (recámaras y comedor con cocina), los cuales se ubican en el fondo del predio (extremo oriente) y finalmente el cuerpo 3 se ubica en el extremo sur-poniente del predio y está destinado a sanitarios y área de lavado.

Los tres cuerpos presentan una estructuración mediante muros de carga de block de concreto gris macizo, haciendo mención que los cuerpos 2 y 3 no cuentan con un



confinamiento adecuado mediante dalas y castillos de concreto armado, únicamente el cuerpo 1 si está confinado de forma adecuada con castillos y dalas, el cuerpo 1 es el único que cuenta con losa maciza de concreto armado con espesor aproximado de 10 centímetros, ya que el cuerpo 2 presentan una cubierta de lámina de asbesto y el cuerpo 3 una cubierta de lámina de acero galvanizado.

Como resultado de la inspección al predio, se observó que en el cuerpo 1 no existe ningún tipo de afectación estructural, identificándose además que a esta estructura se le ha proporcionado un mantenimiento constante tanto en muros como en losas.

En el cuerpo 2 se observaron grietas significativas en los muros de carga de los dos cuartos, generados principalmente por deficiencias constructivas de origen, es importante señalar que en este cuerpo el espacio destinado a recámara tiene una losa de concreto maciza, la cual presenta un pandeo excesivo y desprendimiento del recubrimiento en varias zonas debido a la falta de mantenimiento del sistema de impermeabilización y falta de pendientes que faciliten el desalojo de agua. En el cuarto destinado a cocina y comedor del cuerpo 2, no se cuenta con una losa maciza, existiendo una cubierta de lámina acanalada de asbesto que se encuentra al final de su vida útil, en esta área se observan también fisuras diversas en los muros de carga, principalmente en los vanos de puertas y ventanas. Finalmente se menciona que el piso de concreto del cuerpo 2, presenta grietas motivadas por falta de mantenimiento y deficiencias constructivas de origen.---

Finalmente en lo que respecta al cuerpo 3, se hace mención que dicha estructura presenta grietas en los muros debido a una falta de confinamiento y deficiencias constructivas de origen, aunado a la falta de mantenimiento en esta estructura. La cubierta de este cuerpo es mediante lámina de acanalada de acero, la cual a pesar de la pendiente con la que cuenta, presenta inicios de corrosión por falta de mantenimiento.



4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Tomando como referencia las inspecciones al sitio, realizadas por personal técnico de la Subgerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo, se generan las siguientes conclusiones:

- La estructuración del cuerpo 1 es mediante muros de block macizo de concreto confinados por castillos y dalas de concreto armado, la losa es maciza de concreto armado, no pudiendo verificarse el estado que guarda la cimentación.
- La estructuración del cuerpo 2 es mediante muros de block macizo de concreto, los cuales no cuentan con un adecuado confinamiento a base de castillos y cerramientos de concreto; uno de los cuartos que integran este cuerpo tiene losa maciza de concreto armado y el otro tiene una cubierta de lámina acanalada de asbesto
- La estructuración del cuerpo 3 también es mediante muros de block macizo de concreto, los cuales no cuentan con un adecuado confinamiento a base de castillos y cerramientos de concreto; este cuerpo tiene una cubierta de lámina acanalada de acero.
- En el cuerpo 1 no se observa ningún daño en los elementos estructurales primarios, únicamente la presencia de fisuras en los acabados por efectos de temperatura.
- La losa de concreto del cuerpo 2 presenta deformaciones y desprendimiento del recubrimiento debido a la deficiencia del impermeabilizante en la azotea que ha provocado filtraciones al concreto de dicho elemento; adicionalmente en el cuarto que tiene una cubierta de lámina de asbesto, se observa que este elemento presenta el deterioro normal al haber llegado al término de su vida útil.
- En el cuerpo 3 se observa una falta de mantenimiento general que ha provocado grietas en los muros y corrosión en la lámina de acero que tiene por cubierta.
- Se identificó que el cuerpo 2 y el cuerpo 3 fueron construidos sin respetar los lineamientos establecidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, haciendo mención que el único espacio en el inmueble con alto riesgo es la recámara del cuerpo 2, donde el grado de deformación que presenta la losa de concreto puede provocar fracturas en este material, ocasionando algún daño a los residentes de este inmueble.



De la misma manera tomando como referencia las inspecciones al sitio, realizadas por personal técnico de la Subgerencia de Proyectos, adscrita a la Gerencia de Obras y Mantenimiento del Sistema de Transporte Colectivo y partiendo de las conclusiones emitidas, se desprenden las recomendaciones siguientes:

- Será conveniente la demolición total de los cuerpos 2 y 3 debido a que ambos cuerpos tienen una techumbre a base de lámina apoyada sobre muros de mampostería sin estructurar con cadenas, castillos y dalas. Esta estructura es poco resistente (a los efectos de lluvia y granizo, como ejemplo) y si se propone el mejoramiento de las mismas estructuras mediante una losa maciza de concreto, los muros existentes no servirán como muros de carga. Por lo anterior las nuevas estructuras se propone sean a base de muros de block hueco de concreto confinados por castillos y dalas de concreto armado y que las losas sean macizas de concreto armado.
- La cimentación que se proponga para las nuevas estructuras deberá de tomar en cuenta la presencia de alguna grieta en el subsuelo.
-
- Es necesario implementar una instrumentación topográfica en el cuerpo 1, con objeto de identificar el comportamiento del mismo durante la demolición y reconstrucción del cuerpo 2 y el cuerpo 3.
- Al igual que las estructuras que integran el cuerpo 2 y 3, las bardas de colindancia del predio deberán ser demolidas y reconstruidas en su totalidad, con una cimentación adecuada para evitar cualquier desplome que represente un riesgo a los residentes de dicho inmueble.

México D.F. a 20 de diciembre de 2010

Elaboró

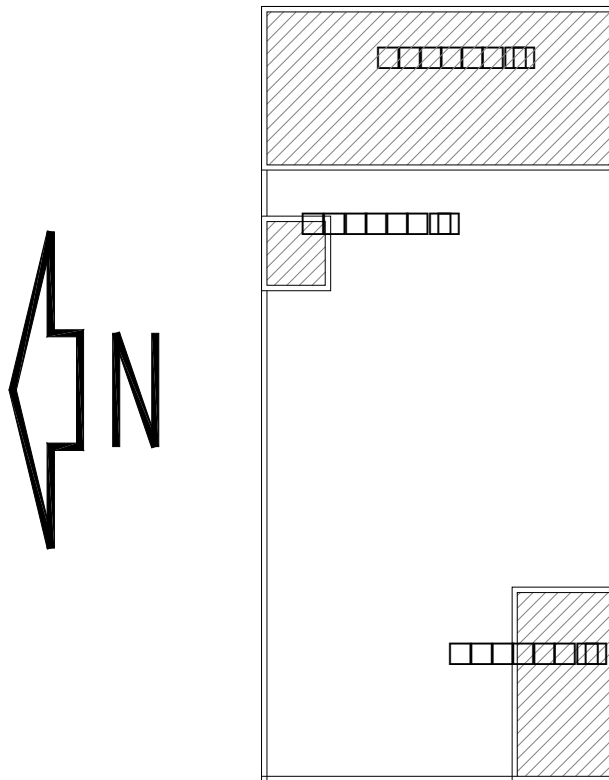
Ing. César Urrutia Sánchez

D.R.O. No. 1938 del Gobierno del Distrito Federal



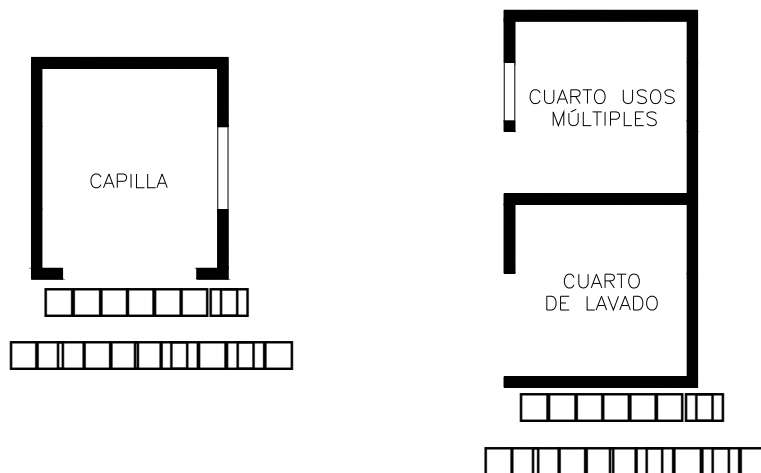
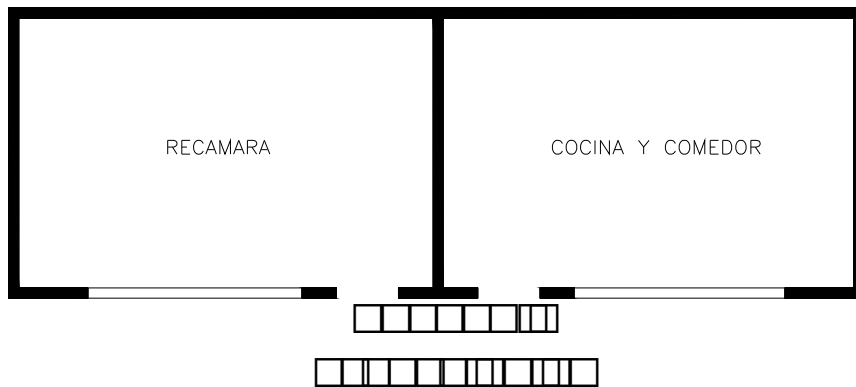
5.- ANEXO 1

CROQUIS DE REFERENCIA



CALLE NARCISO MENDOZA

NARCISO MENDOZA 14
PLANTA DE CONJUNTO CON LA UBICACIÓN DE
LOS TRES CUERPOS EN EL PREDIO EN ESTUDIO



PLANTAS ESQUEMÁTICAS DE LOS TRES CUERPOS QUE INTEGRAN EL PREDIO.



6.- ANEXO 2

REPORTE FOTOGRÁFICO



Fachada principal Cuerpo 1. No se observa ningún daño en los elementos estructurales primarios.



Fachada principal Cuerpo 2. Se aprecia techumbre ligera y muros de carga sin estructurar.



Fachada principal Cuerpo 3. Se aprecia techumbre ligera y muros de carga sin estructurar.



**ANEXO FOTOGRAFICO TOMADAS EN CAMPO CORRESPONDINTE AL INMUEBLE NARCISO
MENDOZA 14, COLONIA SANTIAGO ZAPOTITLÁN, DELEGACIÓN TLÁHUAC, MÉXICO D.F.**







Conclusiones

Durante el análisis e investigación de la información, se detecto que una de los principales motivos de afectación de las edificaciones ubicadas en la Colonia Santiago Zapotitlán, son generadas por el hundimiento regional de la Ciudad de México, la cual ha sido motivada por la gran extracción de agua que a su vez indujo la consolidación de de arcillas blandas características del subsuelo de la ciudad.

Sin embargo con respecto a informes generados por especialistas, indican que existía la hipótesis de que al paso de los años la consolidación se terminaría y los hundimientos se reducirían; mas sin en cambio, la información de distintas edificaciones en la Ciudad de México, así como en especial en la Colonia de Santiago Zapotitlán demuestra, que la consolidación aún no termina y seguirá si no se llevan a cabo medidas urgentes.

Con motivo a lo anterior y en relación a la revisión de edificaciones en la colonia de Santiago Zapotitlán, se espera que este documento genere y aporte el conocimiento adecuado para la determinación de la estabilidad estructural de aquellas edificaciones que han sido resultado de una afectación de carácter geológica o debido a sus deficiencias constructivas llevando a cabo la correcta aplicación de los métodos como son: el reconocimiento de hundimientos y desplomes generales, referenciando aristas de fachadas con las edificaciones vecinas, y observando grietas, ondulaciones o deformaciones en banquetas, calles y posibles movimientos relativos en las juntas con colindantes, la Identificación del sitio con respecto a la zonificación del Reglamento de Construcciones, así como la importante acción de evaluar la estructura de la edificación señalando la presencia de fisuras o fracturas en muros y elementos estructurales.



Referencias Bibliográficas

- La Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento.
- Identificación y caracterización de los diferentes tipos de fracturas que afectan el subsuelo de la Delegación Iztapalapa del Distrito Federal, especialidad: Ingeniería Geológica, Dora Celia Carreón Freyre, Doctora en Ingeniería Geológica, Abril de 2011 Ciudad de México, Distrito Federal.
- Caracterización del Fracturamiento de la zona de Zapotitlán, Delegación Tláhuac, D.F.
Centro de Evaluación de Riesgos (CERG), Coordinación de Protección Civil de la Delegación Iztapalapa.
Dra. Dora Carreón Freyre, Centro de Colciencias, UNAM.
- MECANICA DE SUELOS CASAS HABITACION CON GRIETAS, AV. TLAHUAC S/N, SANTIAGO ZAPOTITLAN, TLAHUAC, D.F. ELABORADO POR “PEP INGENIERIA DE SUELOS, S.A. DE C.V.” Calle Adolfo Dueros Salinas No. 81, Col. Amp, Sta Martha Acatitla, México, 09510, DF.
- Estudio del Comportamiento Estructural de Losas Macizas de Concreto Reforzado para Vivienda. Ramírez de Alba1, H.; De León D.2; Valdez M. E. A.3
- Historia y Actualidad del Hundimiento Regional de la Ciudad de México por Enrique Santoyo Villa.
- <http://es.scribd.com/doc/62798424/12/LOSAS-DE-CONCRETO-ARMADO>
- http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc002/Cap%C3%ADtulo%206.pdf
- Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones, (Rodríguez y Castrillon, 1995).
- Estudio de Mecánica de Suelos Casa Habitación con Grietas elaborado por al Empresa PEP Ingeniería de Suelos S.A. de C.V. en el mes de Noviembre de 2010.
- Mecánica de Suelos de Santiago Zapotitlán por al Empresa PEP Ingeniería de Suelos S.A. de C.V. en el mes de Octubre de 2010.
- Caracterización del Fracturamiento de La zona de Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal.
- Dictámenes generados por la empresa CEUS Ingeniería Proyectos e Ingeniería Estructural y por el D.R.O. No. 1938 Ing. Cesar Urrutia Sánchez denominados: “Informe de las Condiciones Estructurales que presenta el inmueble ubicado en la Calle Hernán Cortés No. 3C, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac,

México D.F. Número De Documento: 2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 02 – 0014 – I – 00

“Informe de las condiciones estructurales que presenta el inmueble ubicado en la Calle Hernán Cortés No. 13, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F. Número de Documento: 2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 03 – 0015 – I – 00”

“Informe de las condiciones estructurales que presenta el inmueble ubicado en la Calle Narciso Mendoza No 14, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D.F. Número de Documento: 2010 – STC – EST – L12M – 135 – III – 04 – 0016 – I – 00”

