

Primer Informe del Proyecto Piloto

Grietas, fallas y socavones del suelo-subsuelo de la Ciudad de México que determinan la reubicación solidaria de la población afectada por el sismo del 19s de 2017

Dra. Ma. Fernanda Campa Uranga, profesora-investigadora UACM

Dra. Dalia Ortiz Zamora, profesora de Geología, FI-UNAM

Dra. Juanita Ochoa Chi, profesora-investigadora UACM

Ciudad de México, 15 de septiembre, 2018

Agradecemos de corazón a todos los vecinos, afectados y no directamente afectados de las siete colonias de estudio por su participación y confianza en este ejercicio científico. Asimismo a los estudiantes, profesores, investigadores, activistas y voluntarios que colaboraron desinteresadamente en esta noble tarea universitaria y que a lo largo de un año recorrieron calles, viviendas y predios afectados, revisaron decenas de documentos y recabaron testimonios de afectados y especialistas en la materia. A todos ellos nuestro más profundo reconocimiento por su participación en la presente investigación.

INDICE

Introducción	4
¿Qué ha sucedido entonces con la reconstrucción de la CDMX?	6
La respuesta de la población de la Ciudad de México ante la propuesta de reconstrucción privada	7
PRIMER MOMENTO. El trabajo de la Universidad con la comunidad de afectados	10
SEGUNDO MOMENTO. El trabajo de verificación de las viviendas afectadas por los científicos	11
Unidad Habitacional Cananea	11
Colonia La Planta.....	13
Colonia El Molino	13
Colonia Del Mar.....	14
Colonia Barrio de San Lorenzo, El Rosario y Barrio de Guadalupe.....	14
TERCER MOMENTO. Conclusiones y recomendaciones del proyecto	15
1. La estratigrafía somera y profunda de la cuenca de México.	16
2. Modificación necesaria de la zonificación geotécnica de suelos.	21
Bibliografía	25
Referencias citadas en el documento	26
Anexos	23
Anexo I.	27
Anexo II. Fotos	49
Anexo III. Mapas	43

Primer Informe del Proyecto Piloto: Grietas, fallas y socavones del suelo-subsuelo de la Ciudad de México que determinan la reubicación solidaria de la población afectada por los sismos del 19s de 2017

Trabajo realizado de septiembre de 2017 a septiembre 2018
en siete colonias de las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac

Dra. María Fernanda Campa Uranga, profesora-investigadora UACM
Dra. Dalia Ortiz Zamora, profesora de geología, FI-UNAM
Dra. Juanita Ochoa Chi, profesora investigadora UACM

Colaboradores:

Mtro. Isidro Téllez Ramírez, UNAM
Lic. Berenice Torres Sánchez, UNAM
Lic. Leticia Martha Osorio González, UPN
C. Jesús Guadalupe Rebollo Herrera
Estudiante Juan Raúl Payero, UNAM

Introducción

El 07 y 19 de septiembre del 2017 dos terremotos asolaron al país impactando terriblemente importantes pueblos y ciudades de 10 entidades. Se estima que estos desastres ocasionaron el deceso de 471 personas, 12 millones de habitantes afectados, 180 mil viviendas dañadas, 16 mil escuelas y más de 1,800 monumentos culturales vulnerados (Concluye censo de daños, 2017).

La Ciudad de México fue una de las diez entidades más afectadas del país. Tláhuac, Iztapalapa, Xochimilco, Benito Juárez, Coyoacán, Azcapotzalco, Cuauhtémoc, Magdalena Contreras, Gustavo A. Madero y Tlalpan, concentraron las zonas con mayores daños. En estas 10 delegaciones miles de viviendas, calles y edificios se convirtieron en verdaderas zonas de desastre. Aunque continúan siendo datos preliminares, se calcularon entre 25 y 30 mil viviendas dañadas, de las cuales 20 mil se ubican en Iztapalapa, según información proporcionada por las autoridades delegacionales (Hernández, 2018)

La situación de estas viviendas es desastrosa ya que las grietas y fracturas que ya existían en la zona se activaron, profundizaron y extendieron hacia otras

áreas provocando la formación de socavones en centenares de hogares y calles que han quedado irremediablemente afectadas.

A un año del terremoto miles de personas siguen viviendo en la zozobra, unos fuera de sus casas, en la calle y otros más permanecen peligrosamente en sus viviendas derruidas o por colapsar, sin tener un dictamen o un diagnóstico que determine el nivel de daño geológico y estructural, arriesgando sus vidas. El gobierno, mientras tanto, escatima o no emplea los recursos que supuestamente se destinarían a la reconstrucción de la ciudad.

En términos de valor las pérdidas no han sido aún cuantificadas, las cifras son caóticas y no hay conteos serios al respecto. Una última cifra refiere que las pérdidas materiales ocasionadas por el terremoto en todo el país ascienden a 48 mil millones de pesos (Reconstrucción por sismos, 2017).

La falta de un diagnóstico real de los daños y de transparencia en la administración de los recursos para su atención, ha despertado importantes dudas al respecto de los fondos que serán designados para ese fin, según advirtió el estudio “Reconstrucción 19S” del Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación (CIDE) (Olvera, 2018).¹ Aunado a ello el papel jugado por el Sistema Nacional de Protección Civil y el Programa de Protección Civil² durante el terremoto mostró una nula capacidad de respuesta, de acuerdo con un estudio realizado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Comisión Nacional de Derecho Humanos (CMDH), en el que se refiere que estos organismos “no cuentan con rescatistas especializados ni con instituciones concebidas para prevenir y reaccionar ante un siniestro. Las autoridades civiles – rebasadas e incapaces, - delegan a los militares y fuerzas armadas las labores de rescate a pesar de que estas instancias violenten los derechos humanos de los afectados” (Camacho, 2017). Asimismo, el estudio indica que la actual política del gobierno para enfrentar desastres “prioriza los fondos financieros de la reconstrucción de infraestructuras frente a las pérdidas y daños relativos a la vida y sus derechos humanos básicos con lo que (contrariamente a lo deseado) fragmenta el potencial colectivo de las comunidades y su capacidad de organización”(Camacho, 2017).

¹El estudio completo *Mecanismos de vigilancia, transparencia y rendición de cuentas en el proceso de Reconstrucción y Atención de las Afectaciones generadas por la Emergencia nacional*, puede consultarse en el sitio electrónico de la Red Temática del Programa Nacional de Investigación en Rendición de Cuentas y Combate a la Corrupción (Comunidad PIRC) en: <http://pirc.cide.edu/proyectos-especiales>

² “Después del terremoto de 1985, por decreto presidencial, se aprueban las bases para el establecimiento del Sistema Nacional de Protección Civil y el Programa de Protección Civil que tendrán la función de auxiliar a la Comisión Nacional de Reconstrucción encargado de estudiar y proponer todas las acciones relativas a la seguridad, participación y coordinación de la acción ciudadana, en caso de desastre”. (Sierra, 2017)

¿Qué ha sucedido entonces con la reconstrucción de la CDMX?

Desde hace más de 30 años el gobierno neoliberal mexicano se caracteriza por practicar lo que el Tribunal Permanente de los Pueblos³ califica como desvío de poder:

Se ha caracterizado este “desvío de poder” como una transformación del aparato estatal que, a la vez que refuerza, terceriza y actualiza una tremenda capacidad punitiva, abandona definitivamente toda preocupación por el bienestar de la población, utilizando el poder público para la consecución de intereses particulares, violando en dicho proceso todas y cada una de las conquistas históricas de los pueblos en su larga lucha. A su vez, este desvío de poder se realiza en todos los planos del funcionamiento estatal: político, legislativo, judicial, incluso económico (Tribunal Permanente de los Pueblos, 2014).

Después del terremoto de 1985, bajo la nueva guía neoliberal, el Estado mexicano diseñó algunos mecanismos para atender futuros siniestros ambientales, entre ellos creó el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN)⁴, un instrumento financiero público cuyas propuestas se han concentrado en ofrecer un conjunto de créditos diferenciados para la atención a damnificados.

En los hechos, esta propuesta se ha convertido en un negocio redondo para las inmobiliarias que se han quedado ocultas y/o estratégicamente invisibilizadas

³ “El TPP es un tribunal ético internacional de carácter no gubernamental, que, como tal, examina las causas de la violación de los derechos fundamentales de los pueblos, determina si, en efecto, han sido violados tales derechos y, finalmente, denuncia ante la opinión pública internacional a los autores de dichas violaciones. Su misión es promover el respeto universal y efectivo de los derechos fundamentales de los pueblos, de las minorías y de los individuos perpetradas por los Estados, por otras autoridades o por grupos u organizaciones privadas”. Recuperado de: <http://www.tppmexico.org/que-es-el-tpp/> en Octubre 2018.

⁴ El Gobierno nacional tiene como las instancias que administran o vigilan los recursos públicos para asignarlos a dependencias que requieren ejercerlos a la Secretaría de Hacienda, La Secretaría de Gobernación, Secretaría Desarrollo Social y Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, así como el banco Banobras, el Fondo de Vivienda para los Trabajadores del Estado FOVISSSTE, la Secretaría de Finanzas de la capital del país y la Secretaría General de Protección Civil estatales. Respecto a los recursos privados, es la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF) la que debe vigilar a las instituciones bancarias, así como el Consejo Nacional de Protección Civil. Las instituciones dedicadas a cubrir los daños del terremoto son: Gobierno Federal, a través de Protección Civil, Ley de Protección Civil, FONDEN, SEDATU, Gobierno de la CDMX, Ley de Reconstrucción, INVI, SEDUVI, INFONAVIT. (Banco Mundial, *et. al.*(2012).

frente los grotescos escándalos de mal manejo de los recursos por parte del gobierno ciudadano.⁵

Estas acciones financieras se han visto reforzadas además por nuevas leyes en la Ciudad de México decretadas después de los sismos (reformas a la Ley de Construcción y Ley de Reconstrucción), las cuales ofrecen solo créditos de vivienda a las víctimas y favorecen a la inversión privada en el proceso de reconstrucción, evitando lo más posible la demolición de los edificios dañados y atando de manos a los propietarios para realizar procesos de decisión individuales, colectivos y autogestivos, todo en torno a la especulación de la tierra.

Con estas medidas financieras en las que se constata el abandono del estado a la ciudadanía, la reconstrucción queda en manos de la especulación inmobiliaria y de los consorcios de la construcción vinculados con el exjefe de gobierno de la Ciudad de México (Paris, 2018). Esto solo puede ocurrir en un país que ha caído preso del desvío de poder.

La respuesta de la población de la Ciudad de México ante la propuesta de reconstrucción privada.

En más de 10 delegaciones la población se movilizó con sus propios recursos, como ya lo había hecho en el temblor del 1985. Se creó una organización llamada Damnificados Unidos de la CDMX⁶ que congrega gran parte de las colonias afectadas haciendo sus propios diagnósticos y tomando medidas importantes para presionar a las autoridades delegacionales.

Diversas universidades, profesores, estudiantes y activistas acudieron a auxiliar estas zonas haciendo un esfuerzo conjunto, paralelo o independiente, que se ha ido integrando conforme cada cuerpo de investigación y trabajo disciplinar madura.

Las comunidades de las calles afectadas han hecho lo posible cerrando la circulación de sus calles a vehículos que hacen cimbrar el suelo afectado y se han creado algunos grupos de vecinos para la atención de los problemas más

⁵ La falta de transparencia en el manejo y asignación de los recursos para la reconstrucción dio lugar a conflictos entre los propios representantes gubernamentales y legislativos a cargo de la toma de decisiones para atender a los damnificados a nivel local, como se evidenció en la cuarta dimisión a la Comisión de Reconstrucción, en la cual los diputados de la Asamblea Legislativa Leonel Luna, Jorge Romero y Mauricio Toledo se encargaron de definir la asignación de presupuesto para la reconstrucción, sin tomar en cuenta el diagnóstico de las necesidades de las personas afectadas por el sismo, y las prioridades que ya había establecido la Comisión. (“Cuarta renuncia”, 2018). La falta de rendición de cuentas de los recursos destinados a los damnificados ha sido una constante en todos los niveles de gobierno. (Olvera, 2018)

⁶ Véase [septiembre de 2018]: www.facebook.com/Damnificados-Unidos-CDMX

acusados de cada calle, como son el abasto de agua, rehabilitación de drenajes, acondicionamiento de accesos, resguardo de zonas de riesgo para transeúntes y vehículos, entre muchas otras acciones asumidas por las comunidades ante el abandono e indolencia de las autoridades e instituciones. Sin embargo, eso les ha ocasionado problemas adicionales con los automovilistas y camioneros que vehementemente intentan pasar por las calles deterioradas lesionando aún más a los vecinos afectados. Las autoridades empeoran esta situación tapando las fracturas y rellenando los socavones en las calles para reanudar el tránsito, sin ningún interés en las viviendas o los pobladores que están en riesgo de muerte ante el inminente derrumbe de sus viviendas.

Y aunque pocos, resultan muy valiosos los esfuerzos independientes de geólogos, geógrafos, arquitectos, trabajadores sociales, sociólogos, entre otros, que han estado trabajando con y para las comunidades sin un interés ajeno al bien común y sin contar con recursos de las instituciones, delegaciones o del gobierno de la Ciudad de México.

La Universidad Autónoma de la Ciudad de México, haciendo un ejercicio de participación comunitaria y actuando en consecuencia con nuestro derecho a la ciudad, en compañía de algunos estudiantes, investigadores y profesores nos reunimos con los afectados de las colonias de la región sur de Iztapalapa y con sus vecinos, que ya cuentan con una tradición de organización en vivienda comunitaria y visitamos las áreas afectadas. Nuestro trabajo fue inicialmente de acompañamiento y visibilización de condiciones de vida en la que sobrevivían los pobladores después de los sismos. Calles abiertas, casas completamente colapsadas o partidas en dos, socavones en la calle y en el interior de las viviendas hacían que las condiciones precarias en las que viven las poblaciones marginadas de estas colonias se tornaran peligrosas e insostenibles sanitaria y convivencialmente. La gente teme por la seguridad de sus hijos y adultos mayores, por el abandono de la delegación que les sugirió aprender a vivir entre las grietas y por el ambiente de insalubridad, por la afectación en los servicios de agua, drenaje, luz y gas. Con el desastre se agudizó la delincuencia y los robos a casas y el secuestro de niños en la calle se hicieron presentes en diferentes colonias. Las enfermedades se fueron acrecentando entre los pobladores, y los síndromes psicológicos postraumáticos no han podido ser atendidos por ser considerados un lujo que por ahora no es posible atender. Muchas familias se vieron en la necesidad de separarse para resguardarse en casas de familiares y conocidos, ante el riesgo que representaba seguir en las viviendas dañadas.⁷ Una

⁷ Cabe recordar que el Gobierno de la CDMX otorgó la cantidad de tres mil pesos de apoyo para renta durante algunos meses por predio dañado, siendo que, de acuerdo a los testimonios de los propios vecinos damnificados, en muchos de estos predios vivían hasta 3 o 4 familias, las cuales

verdadera tragedia urbana a la que se le suman las tragedias socioeconómica, socioambiental y política de abandono y despreciable manipulación electoral ejercida por el Estado en todos sus niveles de gobierno. De esta forma, presenciamos en estas colonias humildes una triple tragedia potenciándose en sinergia y en todas direcciones.

En un recorrido posterior en una zona ubicada entre la parte sur de la delegación Iztapalapa que colinda con Tláhuac, observamos y analizamos las afectaciones ocasionadas por los sismos, concluyendo preliminarmente que el suelo y subsuelo, y no las construcciones, fueron los factores que habían fallado en esta región, y ante la ausencia de un diagnóstico oficial, a un mes de ocurrido los siniestros, emitimos una carta al gobierno de la Ciudad de México en la que se describió la situación del suelo de la zona recorrida y en la que como medida de urgencia se propuso al gobierno la reubicación solidaria para las familias que estaban en áreas en las que claramente el suelo y subsuelo no permite una reconstrucción.

“La falla del suelo y subsuelo es causa irremediable, razón por la cual LA POBLACIÓN DEBE SER REUBICADA SOLIDARIAMENTE por el gobierno de la Ciudad de México, hacia otras áreas sin esos riesgos esperados donde quiera que haya grietas” (Campa, Ortiz y Ochoa, 2017)

Esta propuesta asumida por nuestro equipo de trabajo interdisciplinario generó una reacción positiva en las comunidades que se sintieron acompañadas y verdaderamente visibilizadas. Por el contrario, el gobierno, las autoridades delegacionales y otros grupos de poder vieron esta iniciativa como una intromisión en el campo que consideraban “suyo”, y frente a la cual se verían obligados a decir algo y actuar –por lo menos formalmente– al servicio de los intereses y conveniencias de las comunidades afectadas.

A partir de ese momento, comenzamos a elaborar un primer proyecto de trabajo al que titulamos *GRIETAS, FALLAS Y SOCAVONES DEL SUELO-SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO QUE DETERMINAN LA REUBICACIÓN SOLIDARIA DE LA POBLACIÓN AFECTADA POR LOS SISMOS*. El documento se entregó formalmente el 06 de noviembre del 2017 al Grupo Académico de Apoyo a la Representación de la UACM, ante el Comité Científico para la

quedaron en el completo desamparo, aunado a que en algunos casos el apoyo económico solamente les permitió conseguir un cuarto donde meter sus cosas y tener que irse a vivir con familiares o quedarse en los precarios campamentos montados por las autoridades delegacionales.

reconstrucción y el futuro de la Ciudad de México, del cual pasamos a formar parte.

Este proyecto original comprendía seis delegaciones con las mayores afectaciones de la ciudad: Iztapalapa, Tláhuac, Xochimilco Tlalpan, Cuauhtémoc y Magdalena Contreras. Sin embargo, tres meses después, a finales de enero del siguiente año, a pesar de haber sido entregado en tiempo y forma, el Comité Científico nos pidió que lo reelaboráramos y recortáramos el tiempo de elaboración a seis meses, por lo que nuestra zona de estudio original tuvo que reducirse a seis colonias de la delegación Iztapalapa y una de la delegación Tláhuac. Es así que, el 13 de febrero 2018, entregamos nuestro proyecto reelaborado para que dos meses después se nos comunicara que nuevamente no había sido considerado. Sin embargo, el proyecto ya se encontraba en marcha con recursos propios de vecinos, estudiantes, profesores y colaboradores.

Este proyecto piloto tuvo como objetivo ofrecer un diagnóstico de los daños sufridos en esta zona de la Ciudad de México. Para su desarrollo, en primer lugar se hizo un recorrido sobre la falla que atraviesa de norte a sur las siete colonias seleccionadas dentro de los límites las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac (Campa, Ortiz y Ochoa, 2018).

PRIMER MOMENTO. El trabajo de la Universidad con la comunidad de afectados.

Para la recolección, análisis y sistematización de la información del proyecto, esta primera parte estuvo organizada en las siguientes etapas:

1. Selección de las viviendas de cada una de las siete colonias consideradas en el estudio. Se tuvo como criterio de selección las viviendas localizadas sobre o próximas a las fracturas identificadas en mayo de 2017 por el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (2017).
2. Diseño de cuestionario para la aplicación de entrevistas a partir de tres ejes: i) condiciones socioeconómicas; ii) identificación de afectaciones previas y posteriores a los sismos; iii) acciones, problemas y propuestas que las personas afectadas identifican.
3. Organización de las brigadas de los estudiantes de la licenciatura de Promoción de la Salud de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México para el primer levantamiento de datos.
4. Convocatoria de los vecinos afectados para el acompañamiento de las brigadas de estudiantes y su posterior participación en los talleres.

5. Realización de las entrevistas y ubicación de las viviendas seleccionadas dentro de las siete colonias.
6. Elaboración de talleres en cada colonia para el mapeo colectivo y la difusión de los resultados preliminares (Talleres de Saberes Colectivos).

Como parte de estas actividades elaboradas en conjunto por estudiantes, colonos, académicos y colaboradores, logramos entrevistar un total de 587 viviendas con 3,845 personas afectadas, detectando una centena de socavones y 166 desniveles del suelo. La presencia de socavones en las viviendas fue una importante prueba de que la grave afectación del suelo no permite la aplicación de algún remedio arquitectónico o de ingeniería capaz de resolver este daño, por lo que la propuesta de reubicación solidaria resultó claramente pertinente y urgente después de nuestros primeros recorridos por la zona de desastre.

De esta forma, durante este primer momento nos dimos cuenta del grave riesgo en el que sobreviven los habitantes, del doloso abandono de las autoridades y de su gran rezago organizativo frente a la dimensión del problema. Y ante la evidencia de las viviendas colapsadas, se hizo una segunda propuesta al jefe de gobierno para desarrollar huertos urbanos en los espacios en los que ya no es posible la reconstrucción de la vivienda, la cual emitimos en una segunda carta.⁸

SEGUNDO MOMENTO. El trabajo de verificación de las viviendas afectadas por los científicos.

Después de sistematizar los datos obtenidos por los estudiantes y colonos, el segundo paso fue verificar las viviendas cuyos habitantes indicaron la presencia de socavones y fracturas. Para ello se procedió al registro, geolocalización y medición puntual de los daños en el suelo y subsuelo sufridos en 162 hogares a lo largo de las siete colonias seleccionadas. Sabemos que los daños se extienden más allá de estas viviendas visitadas pero son la muestra fehaciente del daño en el subsuelo y sus inevitables consecuencias en la región. Los resultados por colonia fueron los siguientes:

Unidad Habitacional Cananea

⁸ Véase Anexo 1.

Como parte de este segundo recorrido, de las 94 casas entrevistadas en el primer momento visitamos **35 viviendas** que fueron clasificadas como predios con afectaciones del suelo-subsuelo con otras afectaciones importantes como grietas, hundimientos y fracturas en pisos, paredes y losa, lo cual da lugar al desplome y colapso parcial, e incluso total, de algunas de las viviendas. Esto quiere decir que el 37% de las viviendas visitadas se encuentran en grave peligro de desplome. Como parte de estos recorridos se verificaron un total de **35 viviendas** determinadas con socavón y afectaciones importantes como grietas, hundimientos y fracturas en pisos, paredes y losa, lo cual ha dado lugar al desplome y colapso parcial, e incluso total, de algunas de las viviendas. En cuanto a las viviendas, de forma general, se pudo registrar que se encuentran atravesadas por la falla que atraviesa a las colonias seleccionadas de norte a sur. Esta situación ocasiona el desplazamiento horizontal y vertical del suelo en el que se encuentran asentadas las viviendas, por lo que se observan diversas afectaciones como agrietamientos en pisos, movimiento y sensación de hueco en distintas partes de los domicilios. Asimismo se registraron hogares afectados por inclinaciones con dirección hacia las fracturas que las cruzan o que colindan con ellas. Los predios visitados también evidenciaron muros afectados por fisuras horizontales y verticales (con forma de cruz), drenajes fracturados y tapados, bardas y losas apuntaladas, así como hundimiento parcial o completo del predio, acentuándose en aquellos que sobrepasan el segundo nivel de construcción.⁹ De particular relevancia resulta el hecho de que en esta Unidad habitacional se encontraba una de las estaciones de monitoreo del Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG)¹⁰ para detectar la actividad de las grietas, la cual se dejó en el completo abandono por parte de las autoridades delegacionales.

⁹ De acuerdo con las propias investigaciones realizadas por el Centro de Estudios de Riesgos Geológicos de la Delegación Iztapalapa (CERG), se tenía evidencia desde hace años del inminente riesgo de hundimiento en bloque de estas áreas, sin que se hayan realizado las acciones de mitigación y prevención que ellos mismos propusieron a las autoridades delegacionales (Véase Anexo 1).

¹⁰ De acuerdo al Boletín especial publicado por la Delegación Iztapalapa relativo al CERG, se señala que "entre 2007 y 2008 la delegación Iztapalapa invirtió 9 millones de pesos (mdp) en la firma de un convenio de colaboración con la UNAM (2.5 mdp) y en la adquisición de equipo especializado (6.5 mdp) para la creación del Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo (CMFS), único en su tipo en el país y América Latina. El CMFS es el conjunto de personal especializado, tecnología de punta y metodologías de análisis, cuyo objetivo es apoyar al Gobierno Delegacional en Iztapalapa en la toma de decisiones en materia de Protección Civil, Obras y Servicios Urbanos, encaminados a la mitigación de los efectos generados por estos fenómenos del subsuelo." Delegación Iztapalapa (n.d).

Colonia La Planta

En el recorrido por esta colonia se registraron **52 viviendas** con socavones de un total de 110 viviendas encuestadas, es decir, el 47% se encuentran en peligro inminente de desplome. La evidencia recabada durante las visitas indica que La Planta presenta nuevas fracturas que no habían sido registradas, lo que parece indicar que forman parte del sistema de tres grietas. La mayoría de las viviendas se encuentran completamente dañadas, con agrietamientos que cruzan los pisos y muros de los hogares. También existen casas con hundimientos totales y parciales que las hacen ser sitios sumamente riesgosos con peligro de derrumbe. Existen casos de vecinos que han rellenado y/o tapado los socavones (algunos indican que han rellenado el socavón con cascajo o incluso con hasta cinco camiones de volteo de tepetate). Al igual que en las otras colonias, se registran diversas afectaciones en muros y losas, castillos fracturados, puertas descuadradas, escalonamiento y deformaciones de pisos, sonido de circulación de agua en subsuelo, acompañado de hueco. También se refiere ruido debajo de las casas como si se estuviera desmoronando. Se percibe además que el suelo cruje y que el agua se filtra con celeridad por las grietas y socavones existentes. En ese sentido, se considera que esta colonia es una de las más afectadas no obstante ya se tenía conocimiento del riesgo y los posibles daños en la zona ante un sismo o lluvia torrencial.¹¹

Colonia El Molino

En esta colonia se registraron un total de **37 viviendas con socavones** de un total de 81 viviendas encuestadas, es decir, el 45% de ellas presentaron daños en el suelo-subsuelo en peligro de desplome. Los domicilios visitados, de acuerdo con los vecinos, ya presentaban hundimientos desde el sismo de 1985. Las casas presentaron, en su conjunto, agrietamientos que atraviesan los predios y que se han ido acrecentando con el paso del tiempo. Algunos socavones son compartidos entre las bardas de dos predios y en algunos casos se ubican en espacios como la

¹¹ De acuerdo con los testimonios recabados con los vecinos damnificados, las autoridades responsables de asignar estos terrenos como resultado de un proceso de reubicación, desatendieron sus señalamientos iniciales sobre la existencia de problemas de socavones en el suelo. Esta actitud indolente e irresponsable se mantuvo a lo largo de los años por parte de las autoridades delegacionales, así como por los responsables de protección civil de diferente orden. Estas autoridades, en conjunto, no cumplieron con informar a los vecinos del riesgo inminente que corrían y en el que continúan viviendo, dado que ni antes, ni ahora se han implementado medidas mínimas de resguardo a la población en caso de nuevos desplazamientos y hundimientos del suelo por efectos de los sismos y lluvias torrenciales, quedando expuestas a quedar sepultadas bajo sus propias viviendas o por bardas de fábricas y otras construcciones que se ubican en la zona.

sala, habitaciones y patios. Las casas que se encuentran sobre o aledañas a las fracturas, muestran inclinaciones pronunciadas, por lo que varias viviendas se encuentran apuntaladas. Los muros de las viviendas también muestran afectación por fisuras diagonales y horizontales, así como asentamientos y escalonamientos en zaguanes y banquetas. Se pudo verificar además que el suelo de las casas visitadas presenta sonido hueco en el piso y movimiento con el tránsito de camiones pesados. Aunque existen distintas reparaciones, se pudo observar que las calles también presentan afectaciones considerables como fracturamiento, inclinaciones y hundimientos en los que incluso camiones de alto tonelaje se han sumergido. En general se observó el enorme riesgo que corren los residentes de esta colonia al seguir habitando viviendas sumamente dañadas con peligro de colapsar.

Colonia Del Mar

En esta colonia se contabilizaron un total de **19 viviendas con socavón** y otras afectaciones importantes como grietas, hundimientos, inclinaciones y fracturas en pisos, paredes y losa. La dificultad para corroborar todos los socavones reportados por las entrevistas estribó en la falta de tiempo, dado que en un principio se entrevistaron 125 viviendas. Pese a ello, de acuerdo con el número de socavones encontrados, el 15% de las viviendas entrevistadas presentan alguna afectación del suelo-subsuelo. Los socavones verificados se ubican dentro de las casas, esto es, en entradas, patios, zotehuelas e incluso en habitaciones y salas de estar. Esto muestra que estas cavidades han llegado a dañar completamente sus estructuras, por lo que se sugiere sean demolidas y los habitantes reubicados a la brevedad. Se pudieron registrar nuevas fracturas que cruzan calles y predios por igual, con escalonamientos de más de 50 centímetros. Esta situación se agrava por el aumento del fracturamiento registrado previamente a los sismos de septiembre de 2017. De allí que también se hallaron viviendas demolidas debido a que se ubican sobre un socavón y/o paralelas a las fracturas. Otras afectaciones que también se registraron en los predios son desprendimientos de bardas, ruptura y levantamiento de cimientos, ruidos en el subsuelo y filtración de agua por los socavones y hundimientos.

Colonia Barrio de San Lorenzo, El Rosario y Barrio de Guadalupe

El último recorrido incluyó a las colonias El Rosario, Barrio de San Lorenzo y Barrio de Guadalupe. Como parte de esta actividad se registraron **19 viviendas**

con socavones. Así de las 177 viviendas entrevistadas, se registra un total del 10% de viviendas afectadas del suelo-subsuelo. Los hallazgos encontrados muestran viviendas que al igual que en otras colonias, poseen un alto grado de vulnerabilidad al ubicarse sobre el trazo de la falla que atraviesa las tres colonias. En algunos casos las viviendas presentan daños en dos terceras partes del terreno, sin embargo, las personas siguen viviendo en el lugar a pesar del enorme riesgo que corren.

Los vecinos visitados indicaron conocer desde hace aproximadamente 45 años el trazo del fracturamiento, incluso señalaron que el Instituto de Ingeniería de la UNAM ya había identificado la presencia de una falla. Por tal motivo, es una práctica recurrente tapar las distintas fracturas en la colonia. Asimismo, las visitas evidenciaron que los socavones han dañado la estructura de las casas al generar inclinación y/o derrumbe de muros, agrietamientos y orificios en el suelo que se han pronunciado con el paso del tiempo. Algunas viviendas han llegado a rellenar socavones de hasta 1.5 metros de profundidad y 30 centímetros de apertura. El suelo se encuentra reblandecido y las viviendas presentan hundimientos totales y fracturas severas que se agravan con el paso de vehículos pesados. Los muros y losas presentan agrietamientos e inclinaciones alarmantes.¹²

De estos daños registrados en las siete colonias visitadas extraemos conclusiones que no coinciden con las disposiciones hechas por las autoridades de rellenar las grietas y las fracturas de las colonias afectadas con cemento, arena y bentonita. La **reubicación solidaria debe ser la salida inmediata** a adoptar por las autoridades para evitar la muerte de cientos de familias que viven bajo ese riesgo inminente. Por tal motivo, emitimos una voz de alarma que intenta prevenir una tragedia evitable en esta zona de la Ciudad de México.

Al recabar estos datos directamente de los domicilios visitados, corroboramos la interpretación geológica inicialmente deducida y la complementamos con los documentos y estudios ya existentes de la región, que exponemos en el siguiente apartado conclusivo.

TERCER MOMENTO. Conclusiones y recomendaciones del proyecto.

¹² La población de esta zona también ha sufrido severas afectaciones desde hace años como resultado de la construcción de la Línea 12 del Metro, la cual cruza en paralelo en esta zona con el trazo de las grietas, siendo desatendidos sus reclamos e inquietudes por parte de las autoridades, dado que de acuerdo a la normatividad solamente se consideran como afectaciones los primeros 100 metros contiguos al lugar donde se ubica la línea del Metro, a pesar de que sus viviendas y calles se vieron severamente afectadas por estas obras.

El modelo que nos sirve para el concepto de **reubicación solidaria de los damnificados de los sismos**, es el de FOBAPROA que, en 1996 convirtió a los trabajadores mexicanos en deudores al traspasar solidariamente la deuda de empresarios y banqueros a deuda pública por 1 billón 300 mil millones de pesos. En 21 años, los trabajadores mexicanos hemos pagado 600 mil millones de pesos solo de intereses y el monto de la deuda ha escalado a 2 billones (millones de millones) de pesos.

Las cantidades aportadas a la reconstrucción actual de los daños provocados por los sismos de septiembre 2017, continúan confusas y opacas aunque son del orden de los gastos iniciales del NAICM, con propuestas oficiales y oficiosas de ayudas exiguas a los damnificados para realizar arreglos de sus viviendas, calles y drenajes, más bien cosméticos, junto con ofrecimientos de préstamos con intereses leoninos, que atentan contra su dignidad de seres humanos afectados. Nuestro proyecto no ha recibido hasta el momento –a un año de trabajo- la ayuda prometida.

La propuesta de este proyecto de **reubicación solidaria de los damnificados de los sismos**, se basa en nuestro método de observación histórico de análisis geológico estratigráfico-estructural de los cambios de facies litológicas en la estratigrafía somera y profunda del relleno caótico de la cuenca y las fallas de ese relleno del subsuelo de la cuenca endorreica de México, que muestra con total claridad la incapacidad de carga de las construcciones por diversos suelos, fuera de la zona montañosa y nos recuerda la vocación agrícola del relleno complejo del valle de México. En los estudios y dictámenes de estos 60 años, la necesidad de reubicar las viviendas afectadas por fallas del subsuelo, ha sido reiteradamente propuesta en diversas conclusiones de la geotecnia y geofísica, sin que haya sido escuchada por las autoridades correspondientes hasta los siguientes sismos. De ahí que aún no existe la figura jurídica de reubicación solidaria en leyes, reglamentos y normas de construcción.

En este proyecto de investigación tenemos tres propuestas concretas escritas que hemos enviado a jefe de gobierno de la Ciudad de México.¹³ Ahora se trataría de elaborar una propuesta jurídica de reubicación solidaria, de los huertos urbanos y de revisión del Reglamento de Construcción de la Ciudad de México, para enviarla a las legislaturas locales y federal.

1. La estratigrafía somera y profunda de la cuenca de México.

¹³ Ver Anexo 1.

La cuenca de México está rodeada de montañas formadas de conos y productos de erupciones volcánicas bordeando valles sub-horizontales rellenos de depósitos sedimentarios de arcillas, arenas, conglomerados, breccias, tobas sueltas y consolidadas e ignimbritas y coladas de lavas, sobre un basamento sumamente irregular ha fallado, formado por calizas del Cretácico, que se conoce por exploración geofísica y pozos profundos perforados por PEMEX, el primero de los cuales, se perforó a una profundidad de 2500m de relleno volcánico-sedimentario en el Proyecto Texcoco realizado por el IMP (Lozano y Sosa, 2015). En los últimos años y después de los sismos de 1985, se han perforado algunos pozos profundos de cerca de 3000m de profundidad, tales como el pozo Roma y el Mixuca, que muestran un desplazamiento de falla normal de 1000m de las calizas basales con respecto a los depósitos volcánicos cenozoicos. Tenemos la estratigrafía del pozo Tulyehualco1 y Mixuca con 3000m de profundidad tras atravesar cerca de 1000 m de calizas cretácicas, que afloran al sur del Volcanismo Cenozoico del Eje Neovolcánico Transversal (Unda, 2016).

La cuenca de México es una de las represas naturales del Eje Neovolcánico que cruza E-W todo el territorio de México, de costa a costa, desde Nayarit en el Océano Pacífico hasta Laguna Verde-Veracruz, en el Golfo de México. Tiene una forma alargada NW-SE (de 110 km x 80 km, unos 9mil km²), desde Pachuca hasta su extremo sur, Tlalpan-CDMX y Sierra Nevada, Edo. de México directamente al Sur (Ezcurra *et al*, 2006).

La cuenca está formada por llanuras aparentemente secas al Norte con los restos de lagos como el de Zumpango y pantanos al Sur, con zonas de inundación cada temporada de lluvias y las chinampas de Xochimilco. Se conserva el lago Nabor Carrillo entre la Ciudad de México y Texcoco, emplazado en los terrenos de suelo más profundos de toda la cuenca y que juegan un papel de vasos reguladores hidrológicos naturales, en ocasiones son unos páramos y en otras lagos, debido al secamiento artificial por los drenajes profundos, con tecnologías del agua ya obsoletas.

La cuenca de México es una cuenca cerrada o endorreica, hacia la cual confluyen todas las aguas desde los límites montañosos que la circundan, razón por la cual recurrentemente se inunda y conforma lagos en la región entre el Lago Nabor Carrillo y Texcoco. Desde que era Tenochtitlán, la gran ciudad de los aztecas hasta nuestros días, se realizan obras para controlar y conducir las aguas fuera de la cuenca, tales como el histórico tajo de Nochistongo, túneles de Tequisquiac y el sistema moderno del drenaje profundo hacia el Norte, donde las montañas son menos elevadas, o sea hacia la cuenca del río Moctezuma que descarga sus aguas en el Golfo de México.

La Ciudad de México enclavada en el extremo sur de la cuenca, ha evolucionado con hundimientos diferenciales históricos, hasta que en 1945, la (CICIC) inicia los primeros estudios sobre el subsuelo de la ciudad bajo la dirección de Nabor Carrillo, Fernando Hiriart y Raúl Sandoval, investigadores de la UNAM (Santoyo, 2007). En años posteriores, la recopilación y análisis del conjunto de datos se depositó en el Instituto de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería-UNAM, con el apoyo decidido de su director y rector, Ing. Javier Barros Sierra (Marsal y Marzari, 1969).

La Ciudad de México ocupa más de 2 mil kilómetros cuadrados, pero se extiende más por su conurbación progresiva e imparable con el Estado de México, con más de 30 millones de habitantes. Estudiaron por vez primera la geología de la cuenca en 1948, Kirk Bryan (Kirk, 1948) y A.R.V. Arellano, quienes describieron los diversos afloramientos de la Sierra Nevada, formada por los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, y de la Sierra de las Cruces y propusieron la estratigrafía fundacional de la cuenca (Kirk, 1948).

La estratigrafía somera del relleno de la cuenca en el área metropolitana, se conoce con las primeras columnas estratigráficas de subsuelo obtenidas a partir de 10 000 muestreos procedentes de 300 sondeos, donde se clasifican las rocas de acuerdo a su consistencia, como relleno, arcillas, limo, arena y grava, esto es, con una mirada de ingeniería somera de mecánica de suelos para cimentaciones y estructuras dentro de la zona urbana, no profunda de geología (Marsal y Mazari, 1969). Los arqueólogos han encontrado huesos fósiles de mamíferos del Plioceno y restos del hombre de Tepexpan del Cuaternario.

Los depósitos que rellenan la cuenca, son por naturaleza discontinuos, erráticos, de espesores variables, que abruptamente pasan de una colada de lava o ignimbrita muy consolidadas a tobas, arcillas, arenas muy sueltas, en otras palabras, toda clase de cambios de facies sedimentarias, fenómeno que presenta problemas y asentamientos críticos para las construcciones, tal como:

“se cita el caso de un edificio asentado por pilotes, los cuales fueron hincados al “rechazo” aplicando las fórmulas empíricas del Engineering News, sin conocer la estratigrafía del lugar. Al poco tiempo de terminada la construcción se registraron asentamientos diferenciales en la columnas, de tal magnitud, que hicieron demoler la estructura. Las exploraciones para investigar a posteriori las causas de ese comportamiento, revelaron que, los pilotes habían quedado apoyados en distintos estratos resistentes, bajo los cuales se tenían capas de arcillas volcánicas compresibles, de potencia muy variada dentro del predio” (Marsal y Marzari, 1969: 20-22).

El subsuelo del nuevo aeropuerto de la Ciudad de México -NAICM- es otro ejemplo actual que no ha sido sometido a un análisis detallado de su estratigrafía ni deformaciones estructurales, por la poca información que las autoridades y los constructores han aportado hasta el momento. Sin embargo, el suelo-subsuelo del predio recientemente rellenado con tezontle, ya sufrió hundimientos de unos 5cm, según Luis Zambrano del Instituto de Biología-UNAM y Javier Martel, director del Consorcio Supervisor de Tierra del NAICM (Montes, 2018).

Tomando como base la estratigrafía conocida como zona de transición del subsuelo en las parte centro y oriente de la ciudad construida hacia el fondo del lago de Texcoco, conocida como zona del lago, un solo sondeo muestra los siguientes cambios de facies a partir de la superficie: 1) depósitos areno-arcillosos o limosos con abundantes restos arqueológicos, o bien rellenos artificiales como el cascajo, que en algunos sitios llegan hasta los 10 m de profundidad; 2) arcillas volcánicas extraordinariamente compresibles, de varios colores por composición mineralógica diversa, y consistencias comprendidas entre blandas y medias (tobas de caída libre), interestratificadas con capas o lentes de arena suelta, cuyo espesor oscila entre 15 y 32m; 3) la primera capa dura de unos 3m de espesor, constituida por capas arcillosas o limo-arenosas, rígidas, se infiere que se encuentra a 33m bajo la superficie del valle; 4) arcillas volcánicas similares a las antes descritas en 3) aunque más comprimidas y resistentes, presentan espesores entre 4 y 14m; 5) depósitos de arena con grava, separados por estratos de limo-arcillo-arenosa (facies de paleo-río); 6) en algunos sitios se ha encontrado una capa compresible de arcillas volcánicas a 65 m de profundidad. Este corte o sección estratigráfica es característico de áreas urbanizadas pero con grandes variaciones (Marsal y Mazari, 1969).

En **conclusión**, los cambios de facies del subsuelo de la cuenca de México son erráticos e impredecibles, como lo afirman todos los estudios y dictámenes geotécnicos, por lo que se requiere abandonar la zonificación geotécnica legal hasta nuestros días en tres zonas: montaña, transición y lago,¹⁴ y explorar la estratigrafía de cada colonia y cada predio por construir para revisar los análisis de las muestras de zanjas y sondeos, y establecer el modelo de cambios de facies del subsuelo caso por caso, tipo de arcillas, y actualizar la mecánica de suelos correspondiente y el hundimiento e inundaciones, así como grietas y fracturas por actividad sísmica, siguiendo las enseñanzas del último párrafo de los libros fundacionales de Marsal y Mazari (1969: 360): “Se ignora el comportamiento de una cimentación en terrenos blandos como el de la ciudad de México, sea ésta de

¹⁴ Mapa de Zonificación Geotécnica. Secretaría de protección Civil, CDMX.
<http://www.atlas.cdmx.gob.mx/geotecnia.html>

zapata, losas o de pilotes, cuando es afectada por un sismo” En otras palabras solo hay dos zonas de acuerdo con la morfología superficial: montañas y valles, para analizar la composición del subsuelo somero el subsuelo, caso por caso urbano.

De las referencias estudiadas por nosotros, sobresale un excelente estudio geológico de la Unidad Habitacional Cananea en la colonia de El Mar, Tláhuac, firmado por el Dr. Efraín Ovando Shelley y el Ing. Arturo Montiel Rosado (Ovando y Montiel, 1989), realizado con los objetivos de conocer las condiciones de subsuelo y tratar de establecer las causas probables de los agrietamientos de los edificios, que fuera encargado por la Unión de Colonos UCISV-Libertad.

En el apartado de Geología Regional describen que:

“La Cuenca de México se asemeja a una enorme presa azolvada, con su cortina situada al sur formada por depósitos acumulados de coladas de basaltos de la Sierra de Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en la inferior derivados de la erosión de ríos, arroyos y volcanes. El conjunto de rellenos sedimentarios está interestratificado con capas de ceniza y pómez, producto de erupciones volcánicas ocurridas durante el último medio millón de años, que es el tiempo de construcción de la cortina y cierre de la cuenca. (Ovando y Montiel, 1989: 3-4)”

La estratigrafía somera se muestra en secciones o perfiles hasta 200m, y en las columnas estratigráficas de las figuras 5, 6 y 7, así como el perfil panorámico entre la Sierra de Santa Catarina y Chichinautzin, dan cuenta de lo errático de la estratigrafía, aunque se supone que el estudio está en la zona del Lago. Los autores postulan un modelo interpretativo complejo de la localización de la Unidad Cananea justamente en un brusco cambio de facies entre una secuencia de arenas y tobas contra una potente secuencia de arcillas, entre la unidad citada y el Canal de Chalco (Ovando y Montiel, 1989) (Figura 3)¹⁵

La estratigrafía profunda y sus cambios de facies se muestran en los pozos profundos:¹⁶

1. Pozo Texcoco (Oviedo de León, 1967)
2. Pozo Tulyehualco 1, 3000m (Pemex,1987) (Montiel, n.d)
3. Pozo Mixuca, 2500m (Pemex, 1987)
4. Pozo Roma (Montiel, n.d)
5. Pozo Xotepingo 8c

¹⁵ Ver Anexo 2

¹⁶ Ver Anexo 6

6. Pozo Sta Catarina 13
7. Pozo Sta Catarina 12
8. Pozo Sn Lorenzo Tezonco (Morales, Escolero y Arce, 2014) (Arce, *et. al.*, 2015)
9. Pozo Palacio Nacional
10. Pozo Copilco (Montiel, n.d.) (González, *et. al.*, 2015)
11. Pozo Panteón Civil

En todos ellos se confirma la estratigrafía caótica del valle, de tal manera que solo se observa la zona geotécnica 2, conocida como de transición.

2. Modificación necesaria de la zonificación geotécnica de suelos.

Resulta que con muy pocos estudios estratigráficos que vayan más allá de los sondeos someros y las zanjas geotécnicas para analizar la mecánica de suelos para diseño de cimientos de construcciones, después del terremoto de 1957, se publicaron los importantes estudios fundacionales acerca del subsuelo de la Ciudad de México de Raúl J. Marsal y Marcos Mazari (1969), con los cuales se iniciaron las investigaciones académicas para conocer el subsuelo de la cuenca de México y reglamentar las edificaciones de la Ciudad de México.

Los autores antes mencionados, notaron que era necesario conocer la estratigrafía del subsuelo y reconocieron tres tipos que ordenaron en franjas de zonificación del área urbana, a partir de experiencias fallidas de estructuras que tuvieron que demoler por desconocimiento del subsuelo. Al mismo tiempo en un sondeo profundo perforado en el Palacio Nacional, reconocieron cambios de facies estratigráficas extraordinariamente erráticas que agruparon tentativamente en tres zonas en función de la penetración: zona de lomas, zona de transición y zona de lago, donde recomiendan estudios muy cuidadosos de las propiedades de las arcillas. El problema es que esa recomendación no se realizó al grado que, en la actualidad no hay estudios del tipo de arcillas en ningún reporte.

Los estudios posteriores se alejaron de la estratigrafía y se concentraron en desarrollar la mecánica de suelos someros hasta hoy y las herramientas diversas geofísicas de moda.

Hasta la fecha hemos recopilado, estudiado y analizado una extensa bibliografía de más de 100 estudios¹⁷, que corresponde a:

¹⁷ A partir de la recopilación, revisión y análisis de estos materiales se ha integrado un Acervo de Consulta que se pone a disposición de los ciudadanos e investigadores interesados en la

- Pozos profundos
- Mapas de diversa temática
- artículos publicados
- informes inéditos
- presentaciones
- protocolos, convenios

Bibliografía, a través de la cual, aunada a nuestras exploraciones de campo, comenzamos a entender la problemática de formación de grietas, fallas geológicas y socavones de algunas colonias del sur de Iztapalapa y Tláhuac, y logramos precisar una lista de 167 viviendas que debe ser demolidas y sus pobladores reubicados solidariamente en nuevos terrenos sin problemas de rupturas del subsuelo.

Los estudios hechos hasta la fecha en esta delegación y su colindancia con Tláhuac son suficientes para corroborar la condición inapropiada y peligrosa del suelo-subsuelo de esta región y fortalecen la propuesta inicial de dar una solución de reubicación por lo menos la población por este trabajo diagnosticada. Aunque deducimos que existen muchas más.

Por último es importante señalar que más allá de cualquier interés académico este trabajo de investigación tiene la intención de activar nuevamente la potencia urbana hacia la demanda de la reubicación solidaria de la población en riesgo de muerte que se encuentra habitando las viviendas en las que se detectaron los socavones en las 7 colonias de la delegación Iztapalapa y 1 en la delegación Tláhuac.

Resulta urgente que la población sea informada de esta situación de riesgo y exijan con todas las de la ley su reubicación solidaria en zonas seguras que no afecten más su condición de vida comunitaria de por sí vulnerada, y que las autoridades se hagan responsables de salvaguardar la vida digna de estas familias en peligro. La tragedia se puede prevenir y gobierno deberá generar las condiciones para evitar que suceda.

Ante la precariedad de las condiciones en las que vive la población de estas colonias, en las que lo único que tenían era su predio, la responsabilidad recaerá sobre todo en la Delegación y en el Gobierno de la Ciudad de México.

Ciudad de México, 15 de septiembre 2018.

problemática, ejerciendo el derecho que se tiene de hacer del conocimiento un bien público al servicio y en beneficio de todos.
Ver Anexo 7

Bibliografía

- Arce J.L, Layer, P., Martínez I., Salinas, J. I., Macías R. M., Morales-Casique, E. Benowitz, J., Escolero, O., Lenhardt, N. (2015). *Geología y estratigrafía del pozo profundo San Lorenzo Tezonco y de sus alrededores, sur de la Cuenca de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 67(2), 123-143. Recuperado de: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6702/%281%29Arce.pdf>
- Aroche, E. (2017, 19 de octubre). Lo que el #19S nos dejó: las víctimas, daños y damnificados en México. *Animal Político*, Página web: <https://www.animalpolitico.com/2017/10/cifras-oficiales-sismo-19s/>
- Banco Mundial, Global Facility for Disaster Reducción and Recovery (GFDRR), Secretaria de Gobierno (SEGOB), Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP). (2012). *El Fondo de Desastres Naturales de México – Una Reseña*. México. Página web: http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Almacen/fond_en_resumen_ejecutivo.pdf
- Camacho, Z. (2017, 30 de octubre). Protección civil, militarizada y violatoria de derechos humanos. *Contralínea*.
- Campa, Ortiz, Ochoa (2017). Carta a Miguel Ángel Mancera. Jefe de gobierno de la CDMX.
- Campa, Ortiz, Ochoa (2018). *Grietas, fallas y socavones del suelo-subsuelo de la ciudad de México que determinan la reubicación solidaria de la población afectada por los sismos*. UACM. Véase [septiembre de 2018]: <https://www.uacm.edu.mx/Comitecientifico>
- Castro, C. Y Ponce K. (2017, 22 de septiembre). Juntan fondos para la reconstrucción tras sismos. *Excelsior*.
- Concluye censo de daños por sismos: 180 mil viviendas y 16 mil viviendas dañadas. (2017, 20 de noviembre). *Eje central*. Página web:

www.ejecentral.com.mx/concluye-censo-de-danos-por-sismos-180-mil-viviendas-y-16-mil-escuelas-danadas/

Cuarta renuncia a la Comisión de Reconstrucción en CDMX: Fernando Tudela deja su cargo. (2018, 19 de febrero). *Animal Político*. Página web: <https://www.animalpolitico.com/2018/02/renuncia-reconstruccion-tudela/>

Delegación Iztapalapa (n.d). Iztapalapa Informa, Especial. Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo.

El sismo dejó en Iztapalapa 150 mil personas damnificadas: Anguiano. (2017, 4 de octubre). *La Jornada*.

Ezcurra, E. Mazari M., Pisanty I., y Aguilar A. (2006). La Cuenca de México. *Fondo de Cultura Económica*, México, pp. 286.

[González, T. E., Morán, Z. D., Mori, L., Martiny B. M. \(2015\). *Revisión de los últimos eventos magmáticos del Cenozoico del sector norte-sur de la Sierra Madre del Sur y su posible conexión con el subsuelo profundo de la Cuenca de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 67\(2\) 285-297. Recuperado de: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/273-sitio/articulos/cuarta-epoca/6702/1315-6702-11-gonzalez>](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/273-sitio/articulos/cuarta-epoca/6702/1315-6702-11-gonzalez)

Hernández, S. (2018, 22 de agosto). Contabilizan en Iztapalapa 20 mil casas dañadas por 19'S. *El Universal*. Página web: <http://www.eluniversal.com.mx/metropoli/cdmx/contabilizan-en-iztapalapa-20-mil-casas-danadas-por-19-s>
http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/desarrollo/iztapalapa_enero09.pdf

Kirk, Bryan. (1948). *Los suelos complejos y fósiles de la altiplanicie de México en relación a los cambios climáticos*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XIII, (pp1-20). México, Recuperado de: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca02/1301/1948-13bryan.pdf>

Lefebvre, H. (1976). El Derecho a la Ciudad. *Península*, Barcelona.

Lozano, S. y Sosa, S. (2015). *Análisis palinológico del Cenozoico de la cuenca de México: el registro polínico de los pozos Texcoco-I y San Lorenzo Tezonco*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 67(2), 245-253. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94340680009>

Marsal R. J. y Mazari, M. (1969). El Subsuelo de la Ciudad de México, Dirección General de Publicaciones, UNAM, Tomo II, pp. 377- 400.

- Martínez, F (2017, 27 de septiembre). Calculan que se contará con \$15 mil millones para las obras de reconstrucción. *La Jornada*.
- Montes, R. (2018, 29 de enero). Sismo del 19-S hundió predio del nuevo aeropuerto. *Milenio*. Página web: <http://www.milenio.com/estados/sismo-del-19-s-hundio-predio-del-nuevo-aeropuerto>
- Montiel Rosado, J.A. (n.d). *Interpretación geológica de la Línea Sísmica L2/13 del levantamiento sísmico de reflexión en la Ciudad de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Año, 1989-1990, 50(1-2) Recuperado de: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca03/5001/montiel-rosado.pdf>
- Morales C. E., Escolero A. O. y Arce L. C. (2014). Resultados del pozo San Lorenzo Tezonco y sus implicaciones en el entendimiento de la hidrogeología regional de la cuenca de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 31(1), 64-75. Recuperado de: [http://satori.geociencias.unam.mx/31-1/\(05\)31-1-Morales.pdf](http://satori.geociencias.unam.mx/31-1/(05)31-1-Morales.pdf)
- Olvera, D. (2017, 23 de septiembre). Unas 25 mil viviendas del centro de México se dañaron; otra vez, constructoras ganarán a pasto. *Sin Embargo*, Página web: <http://www.sinembargo.mx/23-09-2017/3313326>
- Olvera, D. (2018, 19 de marzo). Seis meses después del sismo, el Gobierno federal no falla: nadie sabe dónde están los donativos. *Sin Embargo*. Página web: <http://www.sinembargo.mx/19-03-2018/3397526>
- Ovando S. y Montiel R. E. (1989). *Estudio sobre el problema del agrietamiento en la Colonia Cananea, Predio El Molino, Ixtapalapa, D.F.* UCISV Libertad. México.
- Oviedo de León, A. (1967). *Estudio geológico del subsuelo basado en los datos obtenidos de la perforación del pozo profundo Texcoco 1*. Instituto Mexicano del Petróleo. México.
- Paris, A., Piña G. Y Romandía S. (2018, 19 de febrero). El cartel “inmobiliario de la CDMX: sus operadores en el gobernó de Mancera. *La silla rota*.
- Reconstrucción por sismos costará 48 mil millones de pesos (2017, 17 de octubre). *El Universal*, Página web: <http://www.eluniversal.com.mx/nacion/sociedad/reconstruccion-por-sismos-costara-48-mil-millones-de-pesos>
- Reconstrucción por sismos costará 48 mil millones de pesos. (2017, 17 de octubre). *El Universal*. Página web:

<http://www.eluniversal.com.mx/nacion/sociedad/reconstruccion-por-sismos-costara-48-mil-millones-de-pesos>

Santoyo, E. (2007). *Historia y actualidad del hundimiento regional de la Ciudad de México*. Recuperado de: <http://tgc.com.mx/tgc/wp-content/uploads/2013/11/art001.pdf>

Senado de la República (2017, 21 de octubre). Fundamental los recursos públicos para enfrentar los costos de reconstrucción tras los sismos de septiembre de 2017, señala el IBD. *Coordinación de Comunicación Social*. Boletín Número 268. Página web: <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/39076-fundamental-los-recursos-publicos-para-enfrentar-los-costos-de-reconstruccion-tras-los-sismos-de-septiembre-de-2017-senala-el-ibd.html>

Sierra, J. L. (2017, 8 de octubre). Militarización de la protección civil. *El Universal*. Página web: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/jorge-luis-sierra/nacion/militarizacion-de-la-proteccion-civil>

Tribunal Permanente de los Pueblos (Ed.) (2016). *Juicio al Estado Mexicano por la violencia estructural causada por el libre comercio. Audiencia Final del Capítulo México del Tribunal Permanente de los Pueblos: Libre comercio, violencia, impunidad y derechos de los pueblos (12 al 15 de noviembre de 2014)*. ITACA, Centro de Análisis Social, Información y Formación Popular A.C (Casifop). Consultado el 30 de agosto de 2018. Página web: http://editorialitaca.com.mx/wp-content/uploads/2017/02/JUICIO_AL_ESTADO_MEXICANO_LA_AUDIENCIA_FINAL-TPP.pdf

Tribunal Permanente de los Pueblos. Sentencia Final. (2014). *Libre comercio, violencia, impunidad y derechos de los pueblos en México (2011-2014)*. Ciudad de México.

Unda, J. A. (2016). "Construcción y correlación de columnas geológicas de los pozos profundos del Valle de México". Tesis que para obtener el título de Ingeniero Geólogo. Facultad de Ingeniería, UNAM, Véase: [file:///C:/Users/Lety/Downloads/tesis%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Lety/Downloads/tesis%20(5).pdf)

Velázquez, I. (2018, 6 de enero). Exponen opacidad en donaciones por sismos. *Reforma*. Página web: <https://www.reforma.com/aplicaciones/articulo/default.aspx?id=1293592&sc=672>

ANEXOS

1. DIAGNÓSTICO CANANEA PROTECCIÓN CIVIL
2. ESTUDIO SOBRE EL PROBLEMA DEL AGRIETAMIENTO EN LA COLONIA CANANEA: FIGURAS 3, 5, 6, 7
3. ANALISIS GEOLOGICO PRELIMINAR DE GRIETAS, FRACTURAS Y FALLAS DEL SUELO-SUBSUELO OBSERVADAS EN TLAHUAC E IZTAPALAPA (PRIMERA CARTA A MANCERA 30 DE OCTUBRE DE 2017)
4. CARTA A MIGUEL ANGEL MANCERA (16 DE FEBRERO DE 2018)
5. CARTA A JOSÉ RAMÓN AMIEVA GÁLVEZ (19 DE ABRIL DE 2018)
6. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE LOS DE LOS POZOS PROFUNDOS PERFORADOS EN LA CUENCA DE MÉXICO
7. ACERVO DE CONSULTA

1. DIAGNÓSTICO CANANEA PROTECCIÓN CIVIL

	<p>Delegación Iztapalapa DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL I.U.D. DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION DE SINIESTROS</p>	
		<p>“ 2014 Año de Octavio Paz ”</p>
<p>C. MARGARITA GUTIÉRREZ QUIRÓZ UNIDAD HABITACIONAL CANANEA COL. CANANEA C.P 09830 DELEGACION IZTAPALAPA DISTRITO FEDERAL TEL. 58406562 CEL. 5514806756 PRESENTE.</p>		<p>Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014 Oficio DPC/1237/2014</p>
<p>De acuerdo a los estudios realizados por el Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG) y turnado esta Dirección de Protección Civil mediante la cual solicita una evaluación al subsuelo de fecha 27/02/2014 ubicado en Unidad Habitacional Cananea, Col., C.P 09830 Delegación Iztapalapa, Distrito Federal al respecto le informo que personal del (CERG) de esta Dirección a mi cargo acudió al lugar, con la finalidad de llevar a cabo la evaluación correspondiente, misma que se efectuó, con el siguiente resultado.</p>		
<p>OPINIÓN TÉCNICA DE RIESGO EN MATERIA DE PROTECCIÓN CIVIL</p>		
<p>FUNDAMENTO LEGAL</p>		
<p>Leyes y normas que se aplican para la emisión de dictamen dispuestos por los artículos 1,2,3,4,5,6,7,9,10,57 Fracciones I, IX XI, 70 Fracción I y 171 de la Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal y 119 fracción X del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal.</p>		
<p>METODOLOGIA APLICADA</p>		
<p>En la elaboración del presente dictamen, se desarrollaron los siguientes métodos de investigación, a fin de ordenar de manera lógica, las conclusiones que se emiten, así como las medidas correctivas y de mitigación necesarias que permiten la salvaguarda de la vida, bienes y entorno de la población.</p>		
<p>1.- Análisis de las características del orden general y de los elementos que singularizan, el riesgo utilizando el método analítico, por medio del cual se examina la relación de daño y los agentes perturbadores probables.</p> <p>2.- Análisis de las deficiencias que se encontraron durante el desarrollo de la inspección, utilizando el método de la separación formal, donde se obtienen el conjunto de los elementos encontrados deficientes en el acto de la inspección, considerándolos ante todo como significativos.</p>		
<p>LOCALIZACIÓN</p>		
<p>El inmueble se ubica de acuerdo a la Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México en la Zona III, denominada Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla (tierra) altamente</p>		
<p>compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de fango, suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales por lo que son comunes los asentamientos en los inmuebles.</p>		
<p>De acuerdo al Atlas de Riesgos y Vulnerabilidades en la Delegación Iztapalapa, elaborado por el Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG), la zona donde se encuentra desplantada la vivienda se ve afectada principalmente por problemas de deformación del subsuelo que se manifiestan en hundimiento diferencial del terreno y fracturamiento del subsuelo, en la zona existe una trayectoria de fracturamiento con orientación Noreste – Suroeste, la cual en combinación con, fugas, modificaciones al pie de casa original, falta de mantenimiento y sismos, inciden el sistema estructural de la vivienda.</p>		
		<p>Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000 Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx</p>
		



" 2014 Año de Octavio Paz"

Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014
Oficio DPC/1237/2014

REPORTE TÉCNICO

La zona de estudio se localiza en el extremo sur de la Delegación Iztapalapa, colindando con la Colonia del Mar de la Delegación Tiáhuac, la colonia cubre una superficie aproximada de 0.32 Km², la zona es susceptible dentro de los riesgos hidrometeorológico a problemas de inundación y de carácter geológico a problemas relacionados con problemas de subsidencia del terreno y fracturamiento del subsuelo en función con la información del Atlas Delegacional. Actualmente en la zona se tienen registros de subsidencia del terreno entre 20 a 40 centímetros/año (Fuente: López-Quiroz, 2009), y donde se tiene un sistema de fracturamiento con orientación preferencial NW-SE, iniciándose desde la Colonia del Mar en Tiáhuac y continua hasta la Colonia el Rosario en la Delegación Iztapalapa, este sistema tiene una propagación en superficie superior a los 200 metros además de un área de influencia entre los 2 y 3 metros en promedio. Dentro de las características de este sistema de fracturamiento se puede mencionar que presenta una geometría irregular con trazas lineales y curvas, formando en algunos puntos bloques elevados y bloques hundidos; los desplazamientos observados a lo largo de esta zona van desde los 2 hasta los 80 centímetros; lo cual ha ocasionado daños a la infraestructura urbana y a las viviendas que están desplantadas en dicha trayectoria o cercanos al radio de influencia.

Con los sismos ocurridos el 20 de marzo del 2012 y subsecuentes, se acentuaron aun mas los daños en las viviendas que ya se encontraban afectadas, por lo que el comité vecinal ha solicitado la intervención del gobierno delegacional para que se realice el mejoramiento del suelo y todo lo que se relacione, para dar certidumbre ante otro evento similar.

Por ello este Centro elaboró una serie de estudios con la finalidad de determinar las condiciones geológicas actuales del subsuelo, a fin de establecer algunas medidas de mitigación y que este documento sirva como parámetro y/o base para la propuesta de obras de mitigación en la zona.

CONTEXTO GEOLÓGICO

El sitio de estudio se localiza en el sector suroeste del territorio delegacional, presenta condiciones geológicas muy particulares, que aunadas a factores detonantes (extracción de agua, tránsito de vehículos y carga de las construcciones) han originado una deformación superficial del terreno muy particular. Se han identificado secuencias de materiales arcillosos alternados con depósitos volcánicos, cuya fuente de emisión cercana es la Sierra de Santa Catarina y en particular del cono cinerítico San Nicolás o Yuhualixqui, el cual es una estructura formada por secuencias alternadas de flujos piroclásticos de escoria y lavas de composición basáltica.

En un análisis de caracterización de suelos realizado en una zanja de 2.5 metros de profundidad dentro de la zona de fracturamiento, se lograron identificar 5 depósitos principales:

□

Suelo: material de color café oscuro, granulometría limo-arenosa.

□

Material aluvial: deposito de color café, fragmentos de roca de composición basáltica de variable granulometría. Secuencia Vulcano-sedimentaria: deposito volcánico consolidado (Roca Piroclástica), composición rocas de composición basáltica y fragmentos de pómez de variable granulometría, semi angulosos.

Secuencia Volcánica: deposito de Flujo Piroclástico intercalado con depósitos de caída altamente consolidado, presenta una gradación de tipo normal, fragmentos de composición basáltica, granulometría predominante del tamaño de la arena. Secuencia Lacustre: material arcillo-limoso (al tacto), deposito con alto contenido de materia orgánica (raices y fragmentos de algunos organismos) y al tacto es altamente moldeable.



Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000
Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx





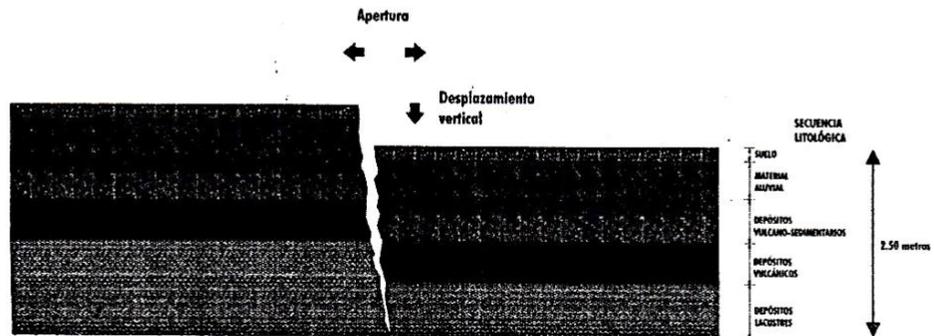
Delegación Iztapalapa
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL
I.U.D. DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE SINIESTROS



“ 2014 Año de Octavio Paz”

Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014
Oficio DPC/1237/2014

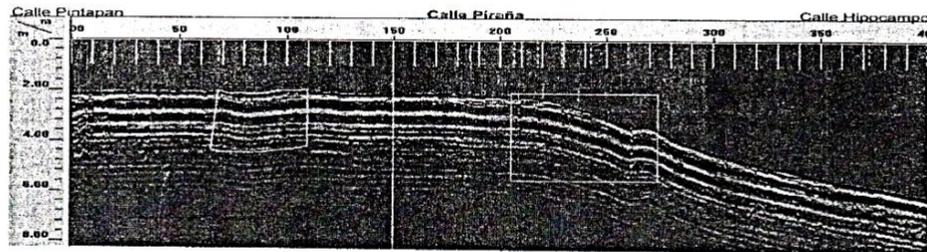
En esta excavación se observó la variación de los materiales, sus condiciones de formación y depósito han originado materiales con diversas propiedades tanto físicas como mecánicas. El nivel de aguas freáticas en la zona de fracturamiento se observó alrededor de los 3 metros.



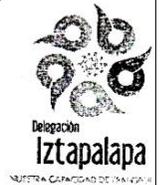
Secuencia Litológica Somera (Cinturón Verde la Planta)

ESTUDIOS GEOFÍSICOS

Debido a las condiciones geológicas del terreno, se realizaron una serie de estudios geofísicos, enfocados principalmente en conocer las condiciones de propagación de fracturamiento y establecer las características geológicas actuales en la zona, el alcance de los estudios es de una profundidad de 15 metros; para tales efectos se emplearon 2 técnicas: Radar de Penetración Terrestre (RPT) y Propagación de Ondas Sísmicas (POS). La primera (RPT) se enfocara en establecer las condiciones de propagación del fracturamiento, localización puntual de socavamiento además de determinar zonas susceptibles a desarrollar el fenómeno presente, por último la técnica POS servirá como elemento para establecer el modelo conceptual de fracturamiento en la zona. Se presentan 2 perfiles de RPT, el primero con una longitud de 400 metros realizado sobre la Calle de Piraña en el tramo comprendido entre Pintapán y Hipocampo, con una profundidad de prospección cercana a los 7 metros, dentro de los elementos identificados destacan: 2 zonas de deformación donde se concentra la mayor parte del fracturamiento del subsuelo, cuya propagación hacia el subsuelo es de 2 metros aproximadamente, el control estructural del sitio se debe a la topografía del terreno.



Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000
Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx





Delegación Iztapalapa
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL
I.U.D. DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE SINIESTROS



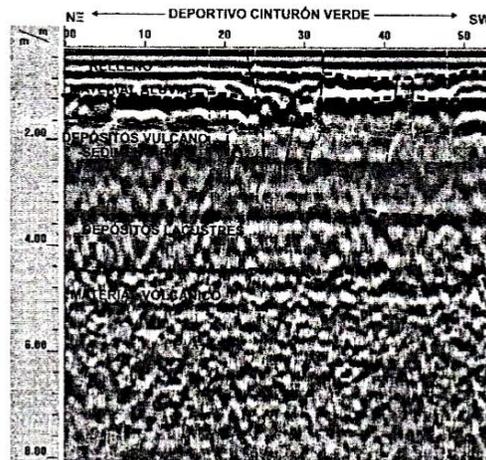
“ 2014 Año de Octavio Paz ”

Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014
Oficio DPC/1237/2014

A lo largo del perfil no se observan otros socavamientos, solo en las zonas donde se concentran el fracturamiento. Cabe recalcar que debido a las condiciones geológicas del sitio, podrían desarrollarse nuevos patrones de fracturamiento en algún momento próximo.

El segundo perfil fue levantado dentro del deportivo cinturón verde, donde se muestra que las mayores afectaciones se concentran en la zona de fracturamiento, actualmente se tienen registros de que las fracturas que se observan en superficie son las que tienen mayor influencia en profundidad, con valores

aproximados desde 2.8 a 3.6 metros; las fracturas secundarias que se infirieron por medio del radaragrama levantado muestra que estas se han propagado hacia el subsuelo en menor proporción a las principales, alcanzando profundidades de 3 metros. Otros elementos identificados corresponden a las diferentes litologías que constituyen el subsuelo en la zona.



ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS (POS)

El perfil fue levantado dentro del Cinturón Verde la Planta donde se tienen los registros de mayor afectación de fracturamiento, este elemento es importante debido a la evolución del fracturamiento en la zona, y que puede tomarse como referencia para determinar las características del sistema de fractura que afecta el sitio.



Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000
Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx



Delegación
Iztapalapa

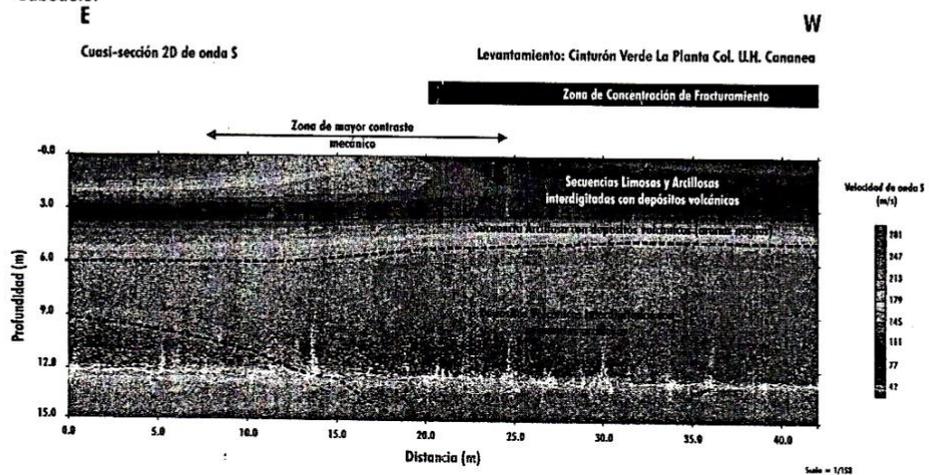
NUMERAL: 56854796



“ 2014 Año de Octavio Paz”

Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014
Oficio DPC/1237/2014

En el perfil se muestra el contraste mecánico de los materiales que constituyen el subsuelo, remarcando la existencia de grandes espesores de secuencias arcillosas-limosas las cuales tienen propiedades mecánicas particulares, que la hacen susceptible a desarrollar problemas de subsidencia del terreno y fracturamiento del subsuelo.



OPINIÓN

Por lo anteriormente expuesto, el subsuelo en su composición presenta estabilidad sin embargo, se determina como **Nivel de Peligro Geológico Actual: Medio**, dadas las características físicas y mecánicas del subsuelo.

RECOMENDACIONES

Debido al problema geológico presente en la zona de estudio se puede determinar, que las condiciones de fracturamiento muestran una constante evolución del mismo, la cual debido a factores como la extracción del agua, sismos, cargas estáticas (construcción de viviendas con valores superiores a la capacidad de carga permitida) y dinámicas (tránsito de vehículos pesados) aceleraran dicho fenómeno, cuyo impacto determinara las condiciones de propagación tanto en superficie como en el subsuelo de los patrones de fracturamiento.

- En el estudio se muestra que las fracturas existentes tienen aproximadamente 3 metros de profundidad en promedio, las cuales podrían alcanzar una mayor profundidad hacia el subsuelo debido a las condiciones geológicas antes expuestas, además de que las áreas de influencia podrían superar los 4 metros a partir de las trayectorias principales.
- Otro elemento a considerar es la vibración causada por la presencia de vehículos pesados, la cual puede generar daños a las edificaciones cercanas. Estos efectos pueden ser importantes en función del nivel de amplitud de las vibraciones, la cual depende, entre otros aspectos, de las características de los suelos.



Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000
Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx





Delegación Iztapalapa
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL
U.D. DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION DE SINIESTROS



" 2014 Año de Octavio Paz"

Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014
Oficio DPC/1237/2014

- Estas condiciones pueden originar consecuencias como son daños a construcciones o estructuras pequeñas, edificios rígidos y de poca altura, cimentados sobre suelos blandos (Vacca-Gómez, 2011). El tránsito de vehículos pesados genera ondas superficiales que se propagan hasta distancias relativamente cortas y en ocasiones sacuden las construcciones aledañas a la vía (Sarria, 2004 in Vacca-Gómez,
- Para el caso de estudio en esta zona se recomienda la realización de un estudio de microzonificación sísmica a fin de determinar las amplitudes de vibraciones que se generan con el tránsito de vehículos pesados en la zona.
- Para el caso de las viviendas se deberá de evitar en medida de lo posible la sobre-construcción debido a las características mecánicas y geológicas del sitio, tomando además como referencia lo citado en el artículo 184 del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal que dice: *"Las modificaciones existentes, que impliquen una alteración en su funcionamiento estructural, serán objeto de un proyecto estructural que garantice que tanto la zona modificada como la estructura en conjunto y cimentación cumplan los requisitos de seguridad de este reglamento. El proyecto debe incluir los apuntalamientos, rigidizaciones y demás precauciones que se necesiten durante la ejecución de las modificaciones."* Esta acción deberá de ser supervisada por un técnico profesional (D.R.O. Director Responsable de Obra y/o Ingeniero Arquitecto), en el caso de ampliaciones de obras deberá de tomarse en cuenta lo estipulado en el artículo 234 del Reglamento de Construcción que determina lo siguiente *"Las obras de ampliación solo podrán ser autorizadas si el programa y los programas generales, delegacionales y/o parciales permiten el uso de uso del suelo y la nueva densidad o intensidad de ocupación del suelo, y además, cumplen con los requerimientos que establece la ley y este reglamento. El propietario o poseedor que cuenten con el certificado de acreditación de uso de suelo por derechos adquiridos no podrá ampliar su área autorizada."*
- Así mismo en las viviendas donde se tengan afectaciones, deberán solicitar un dictamen de las condiciones estructurales actuales, tomando en cuenta lo establecido en el artículo 179 del Reglamento de Construcción del Distrito Federal que cita: *"Los propietarios o poseedores de las edificaciones que presentan daños, recabaran 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 renovación de las instalaciones que se especifiquen en el proyecto respectivo, según lo que se establece en el artículo siguiente."*
- Por otro lado debido al tipo de fenómeno geológico presente en la zona no existe una medida definitiva para contrarrestar dicho fenómeno, por ello solo se hacen recomendaciones como medidas de mitigación las cuales se deberán de realizar de manera periódica y continua para evitar la propagación y/o aceleración de este fenómeno.
- Revisar de manera continua la integridad de las redes hidráulicas de la zona, tanto de agua potable como de drenaje, con el fin de evitar que el agua fugada se infiltre de manera directa sobre la trayectoria de alguna fractura, debilitando así la estructura del subsuelo y facilitando un posible colapso. Además se deberá de realizar la sustitución de tuberías de albañal por tuberías de material flexible (PEAD), debido a que en esta zona se observan continuos movimientos diferenciales del suelo, los cuales con el tiempo se incrementaran.



Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000
Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx





Delegación Iztapalapa
DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL
J.U.D. DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION DE SINIESTROS



" 2014 Año de Octavio Paz"

Iztapalapa, D.F a 22 de Abril del 2014
Oficio DPC/1237/2014

Para realizar el mejoramiento del suelo se sugiere realizarlo de la siguiente manera: □

- Relleno de Fractura: excavar una zanja de 1 metro de ancho hacia ambos lados de la fractura y 1.5 metros de profundidad, esta medida se realizara a lo largo de toda la trayectoria de la fractura, retirando el material resultante de la excavación así como el relleno antropogénico; posteriormente verter la mezcla fluida espesa de Tepetate sano con granulometría no mayor a los 5 centímetros al 90%, Bentonita al 5% y Cemento al 5%.
- Mejoramiento del suelo: posterior al relleno de la fractura, colocar Tepetate sano humedecido con granulometría no mayor a 2 cm, retirando los bloques mayores a 10 cm, distribuido por capas uniformes y no mayores a 30 cm compactándolo adecuadamente.
- En el caso de colocación de zanjas de infiltración estas deberán de colocarse en zonas alejadas al área de influencia de las fracturas, debido a que las fracturas han originado diversos planos de debilidad, donde las concentraciones de agua provocarían socavamientos puntuales debido a las características mecánicas de los materiales volcánicos y lacustres que conforman el subsuelo en la zona. Otro elemento a considerarse es la actividad biótica el cual es otro factor que contribuye al hundimiento del terreno (Sámano,1994 in Romero 2011), ya que se ha documentado que determinado tipo de árboles (*Casuarina equisetifolia*, *Eucaliptos glóbulos* y *la Acacia fameciana*, entre otros), de origen australiano e introducidos en la Cuenca de México, requieren grandes cantidades de agua para su ciclo de vida, absorbida por sus raíces lo que ocasiona un déficit de humedad en el suelo en época de estiaje.
- Este elemento provoca deformaciones en el subsuelo las cuales se pueden notar sus efectos en el terreno con deformaciones puntuales en forma radial, esto afecta de manera directa parte de la infraestructura y equipamiento urbano (banquetas, redes hidráulicas, obras civiles).
- Para el caso del monitoreo del fracturamiento en las viviendas se recomienda ver el anexo, donde se hacen algunas propuestas para la realización de esta actividad.

ATENTAMENTE
PROTEGER, ALERTAR Y SOCORRER

TEC. P. C. RAFAEL LOPEZ LOPEZ
DIRECTOR DE PROTECCIÓN CIVIL

C.C.P. Lic. Jesús Valencia Guzmán.- Jefe Delegacional en Iztapalapa.- Para su conocimiento
C. Daniel Cuapio Medina.- Director General de Jurídico y Gobierno.- Para su conocimiento
Ing. Raymundo Collins Flores.- Director General del Instituto de Vivienda del Distrito Federal.- Para su conocimiento
Ing. Roberto Mejía Zepeda.- Director General de Obras y Desarrollo Urbano.- Para su Atención
C. Raúl Iván Gutiérrez Calderón.- J.U.D. De Información Geoespacial.- Para su conocimiento



Aldama 63 • esq. Ayuntamiento, • Barrio de San Lucas, C.P. 09000
Tel: 56854796 • www.iztapalapa.gob.mx



2.
3.

2. ESTUDIO SOBRE EL PROBLEMA DEL AGRIETAMIENTO EN LA COLONIA CANANEA

Ovando S. y Montiel R. E. (1989). *Estudio sobre el problema del agrietamiento en la Colonia Cananea, Predio El Molino, Ixtapalapa, D.F.* UCISV Libertad. México

FIGURA 3

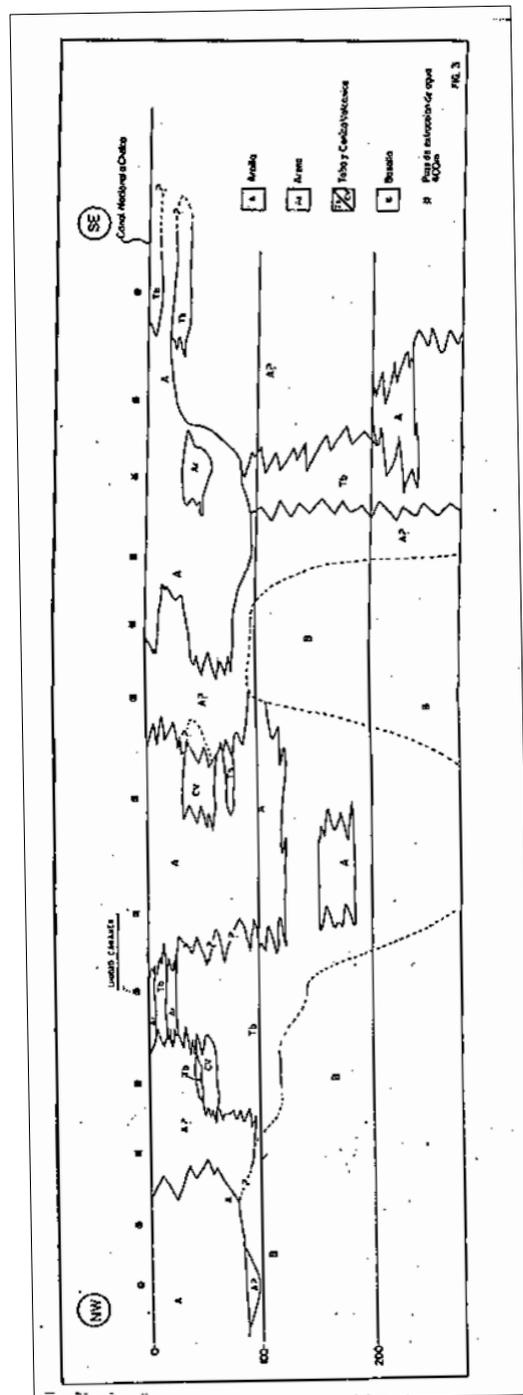


FIGURA 5

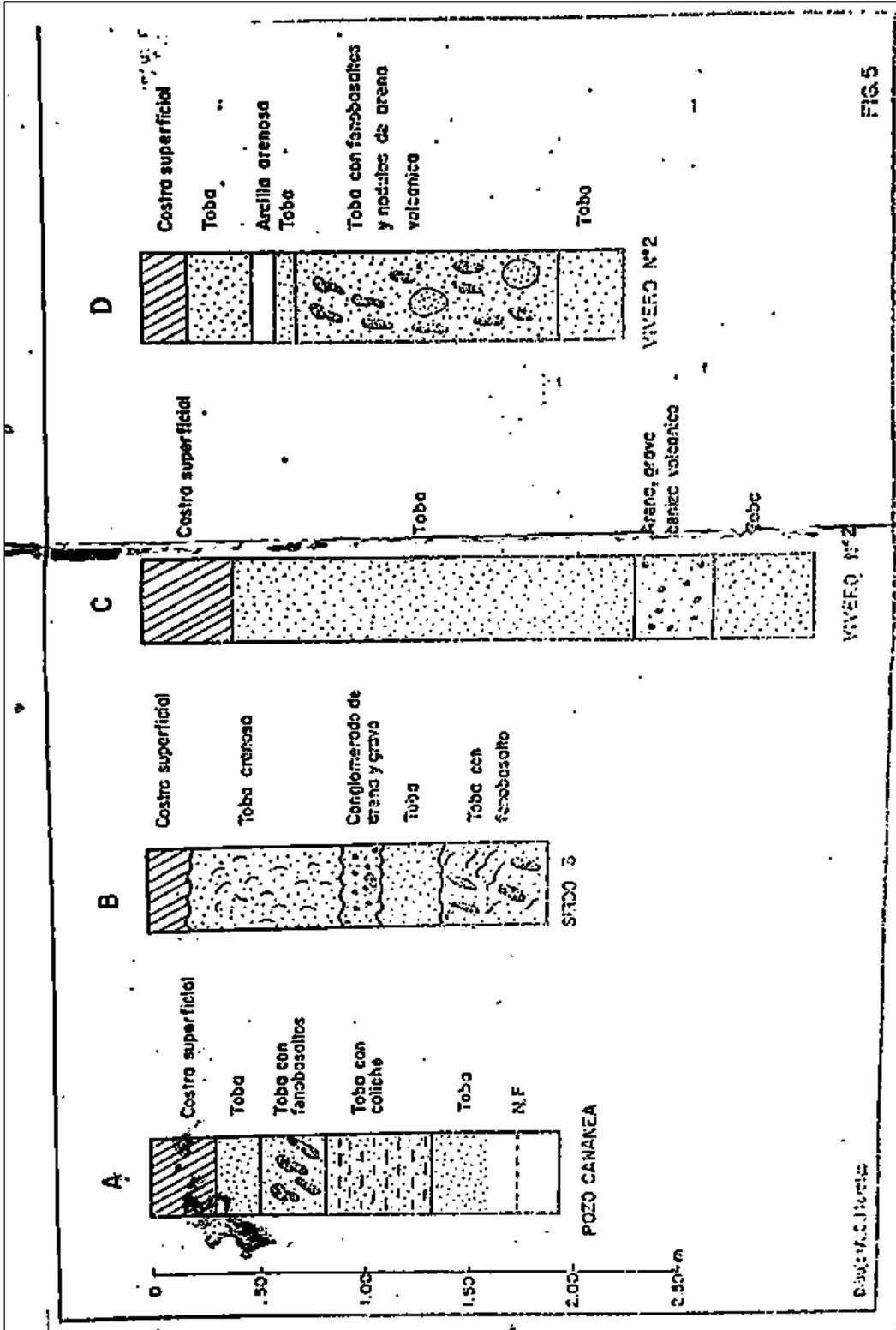


FIG.5

FIGURA 6

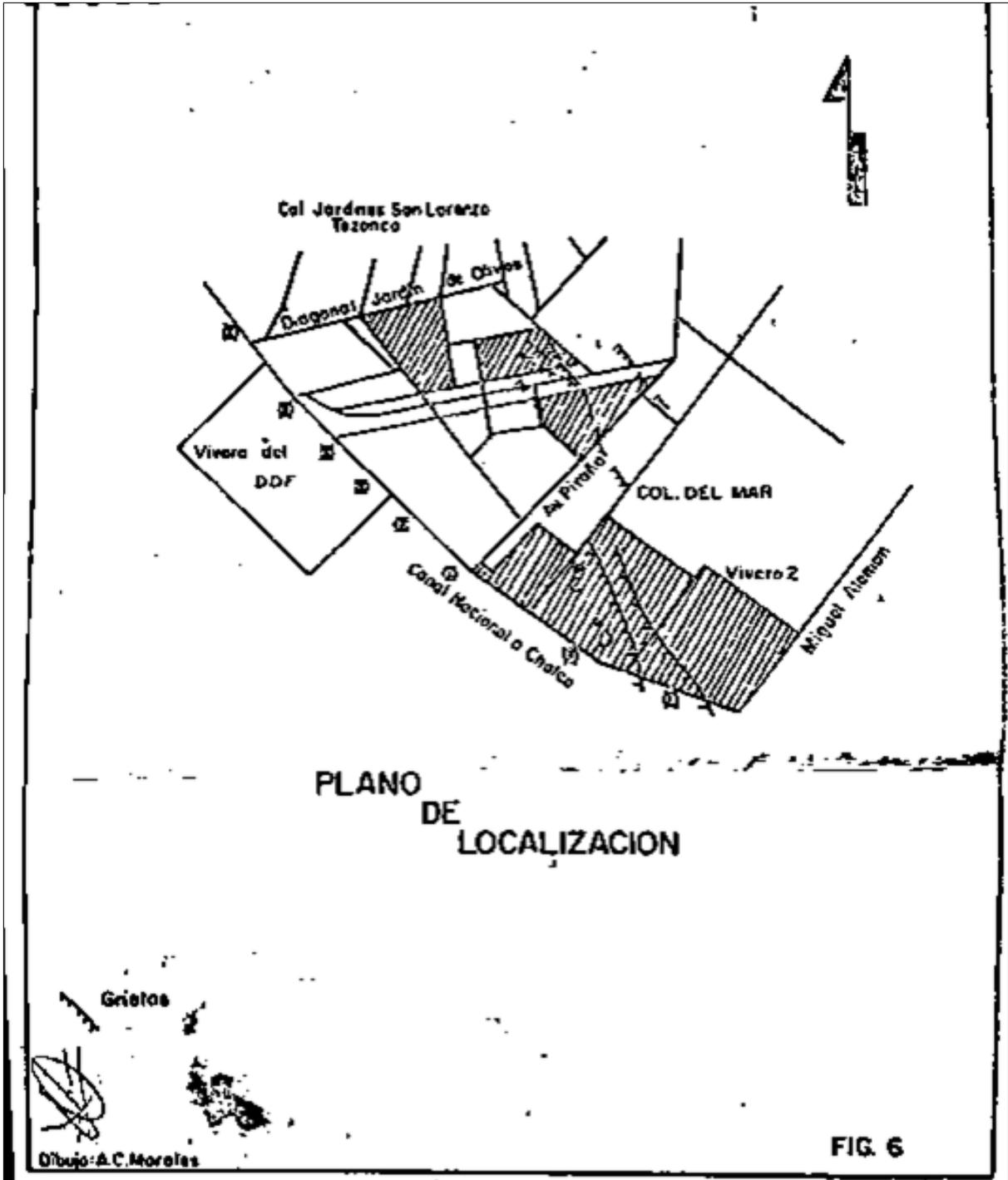
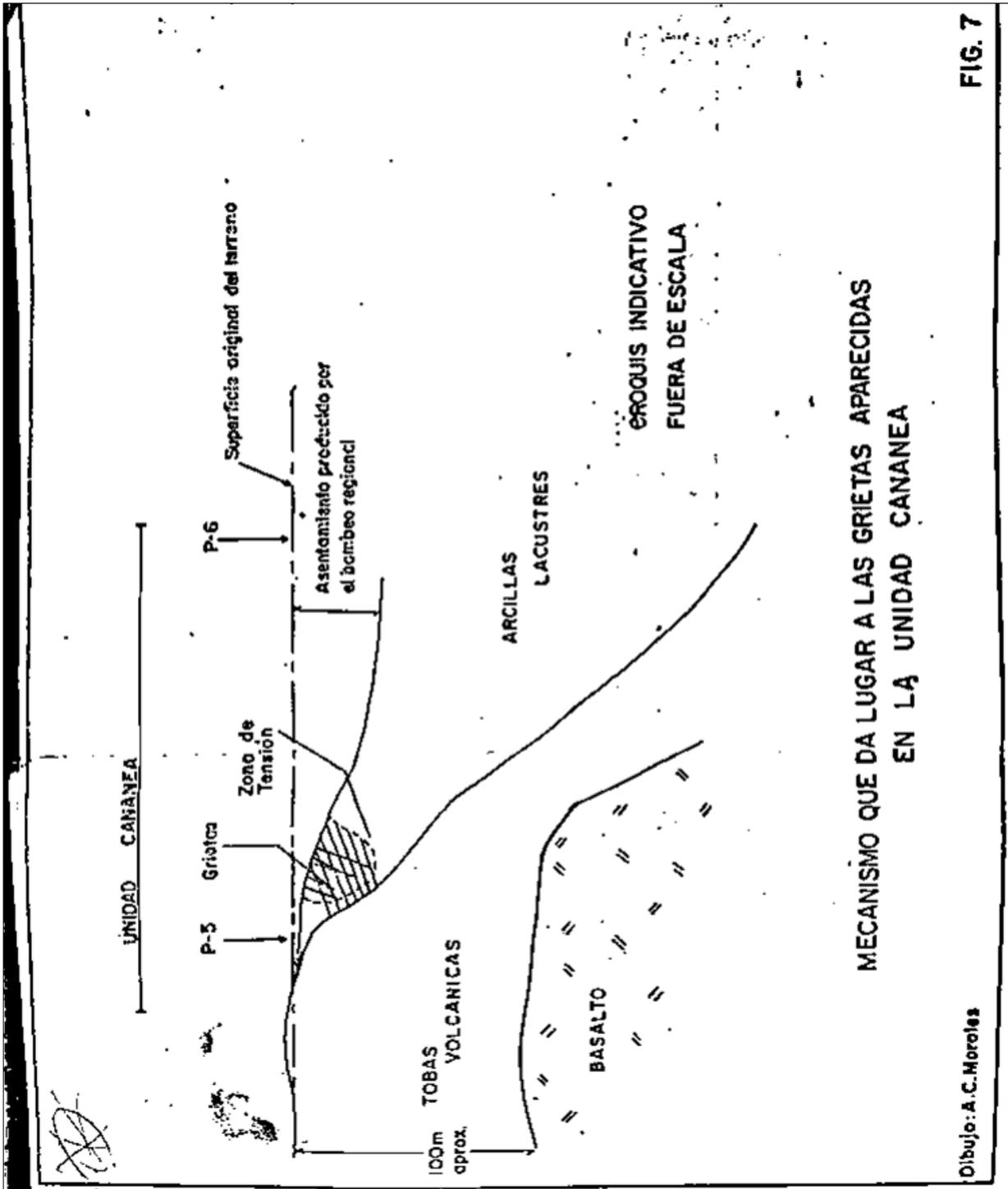


FIGURA 7



MECANISMO QUE DA LUGAR A LAS GRIETAS APARECIDAS EN LA UNIDAD CANAENA

Dibujo: A.C. Morales

FIG. 7

3. ANALISIS GEOLOGICO PRELIMINAR DE GRIETAS, FRACTURAS Y FALLAS DEL SUELO-SUBSUELO OBSERVADAS EN TLAHUAC E IZTAPALAPA (PRIMERA CARTA A MANCERA 30 DE OCTUBRE DE 2017)

Ciudad de México, a 30 de octubre de 2017

Dr Miguel Angel Mancera
Jefe de Gobierno de la Ciudad de México
Presente

035125
000 007 31 07 12 37

ANÁLISIS GEOLÓGICO PRELIMINAR DE GRIETAS, FRACTURAS Y FALLAS DEL SUELO-SUBSUELO OBSERVADAS EN TLAHUAC E IZTAPALAPA

Con la experiencia metodológica de análisis de los desastres producidos por los temblores de 1985 en la Ciudad de México, hemos comenzado a observar y analizar las causas directas de los daños actuales a las viviendas, debidas a los sismos del 7 y 19 de septiembre pasado.

En el centro de la ciudad y en la colonia Roma, por ejemplo, los demumbes y desplomes, así como deformaciones, fracturas y ladeos de muros y pisos, etc., se deben principalmente a fallas en cimientos y elementos estructurales en casas y edificios. En cambio, en la colonia del Mar, en Tláhuac y las colonias La Planta y Cananea en Iztapalapa, lo que falla recurrentemente es el suelo-subsuelo de viviendas y unidades habitacionales, calles y jardines, rotos por fracturas y fallas; se puede observar directamente a lo largo de fallas y grietas que los elementos estructurales de viviendas están afectados por la falla del suelo-subsuelo, que además tienen una historia de deformaciones reconstruidas cuyas cicatrices están expuestas en paredes y cimientos, según consta en los archivos de la Comisión de Grietas de la comunidad (1989, 1996 y 2015), historia que pudimos observar directamente con los afectados.

En conclusión, la falla geológica del suelo y subsuelo es causa irreparable, razón por la cual LA POBLACIÓN DEBE SER REUBICADA SOLIDARIAMENTE por el gobierno de la Ciudad de México, delegaciones, etc., hacia otras áreas sin esos riesgos esperados donde quiera que haya grietas.

Quiénes firmamos esta constancia para la población afectada, somos profesoras profesionales que formamos parte del Proyecto de investigación "Análisis de grietas y fallas del suelo-subsuelo de la Ciudad de México" que está en proceso de avance en la UACM-Universidad Autónoma de la Ciudad de México ante el Comité Científico de Reconstrucción de la Ciudad.

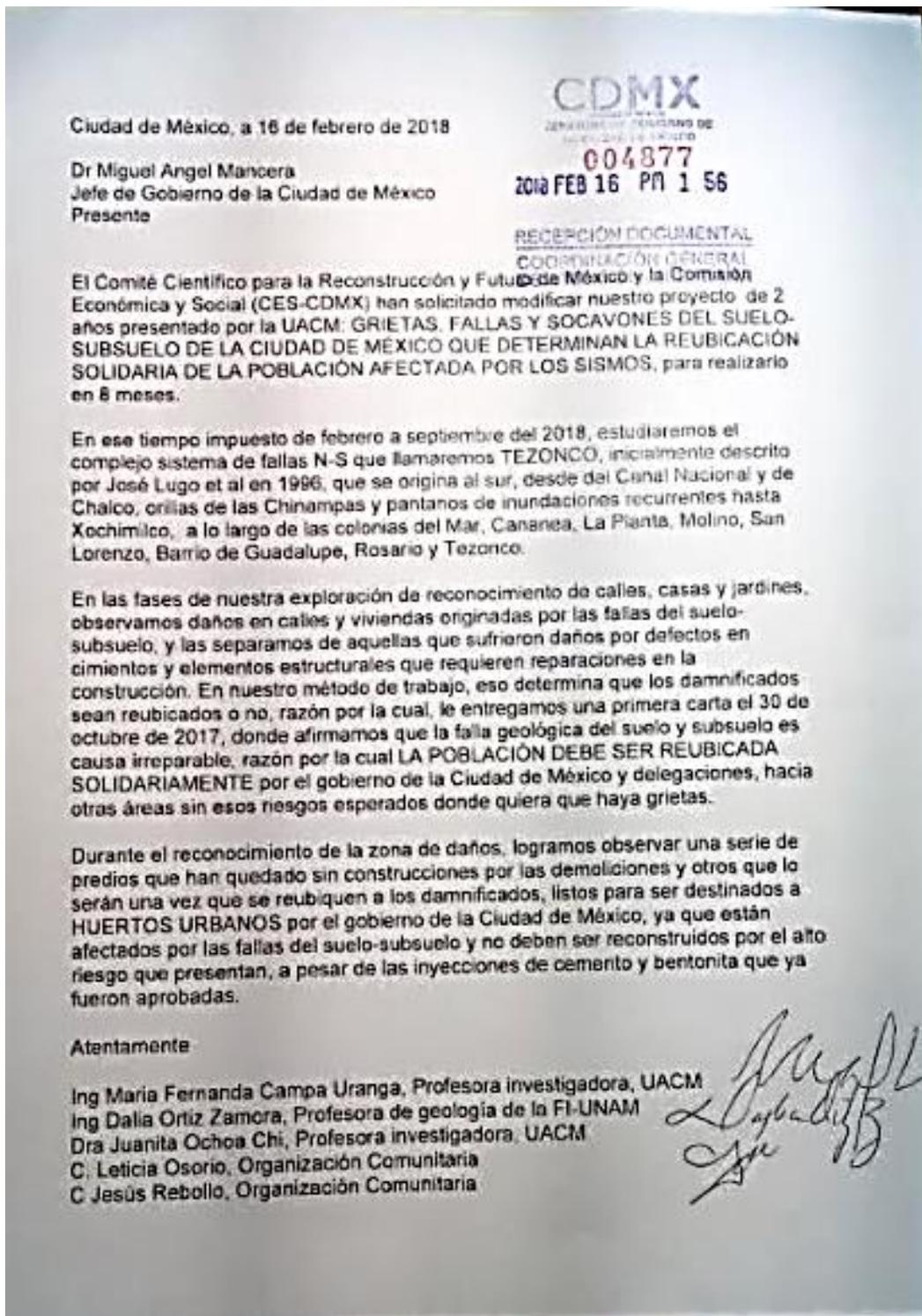
Atentamente

Ing Maria Fernanda Campa Uranga, Profesora investigadora, UACM

Ing Dalia Ortiz Zamora, Profesora de geología de la FI-UNAM

Dra Juanita Ochoa Chi, Profesora investigadora, UACM

4. CARTA A MIGUEL ANGEL MANCERA (16 DE FEBRERO DE 2018)



5. CARTA A JOSÉ RAMÓN AMIEVA GÁLVEZ (19 DE ABRIL DE 2018)

CDMX
SECRETARÍA DE GOBIERNO DE
CIUDAD DE MÉXICO

Tercera carta al gobierno del DF
Ciudad de México a 19 de abril de 2018

2018 FEB 19 AM 11 07
011812

Dr. José Ramón Amieva Gálvez
Jefe de Gobierno de la Ciudad de México

RECEPCIÓN DOCUMENTAL
COMISIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN DE DAÑOS

Hoy se cumplen 7 meses del sismo que provocara los daños que enfrentan miles de pobladores damnificados de nuestra ciudad y del país.

El Comité Científico para la Reconstrucción y Futuro de México y la Comisión Económica y Social (CES-CDMX) nos solicitaron modificar nuestro proyecto de 2 años presentado por la UACM: GRIETAS, FALLAS Y SOCAVONES DEL SUELO-SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO QUE DETERMINAN LA REUBICACIÓN SOLIDARIA DE LA POBLACIÓN AFECTADA POR LOS SISMOS, para realizarlo en 8 meses del año en curso.

En ese tiempo impuesto de febrero a septiembre del 2018, nos enfocamos al complejo sistema de fallas N-S que llamaremos TEZONCO (inicialmente descrito por José Lugo et al en 1996), y que se origina en el Sur en la delegación de Tiáhuac, desde del Canal Nacional y de Chalco, orillas de las Chinampas y pantanos por inundaciones recurrentes hasta Xochimilco; las fallas corren hacia el Norte a lo largo de las colonias del Mar, Cananea, La Planta, Molino, San Lorenzo, Barrio de Guadalupe, Rosario y Tezonco, en las cercanías de la Sierra de Santa Catarina, Iztapalapa.

Durante la exploración de campo y revisión de la rica bibliografía consultada, descubrimos que la estratigrafía somera que se muestra en secciones o perfiles hasta 200 metros de profundidad, y en columnas estratigráficas de diversos sitios, dan cuenta de lo errático de la estratigrafía, contradiciendo su localización en la zona geotécnica III del Lago, donde se suponía que estaban depositadas esencialmente arcillas. Los autores postulan modelos interpretativos justamente en bruscos cambios de facies entre secuencia de arenas y tobas contra potentes secuencia de arcillas o coladas de lavas basálticas.

Por otra parte, nuestra interpretación de la estratigrafía profunda de la cuenca y sus cambios de facies, se basa en la correlación de las columnas geológicas de los pozos profundos: Pozo Texcoco (IMP-Pemex, 1965), Pozo Tulyehualco 1, 3000m (Pemex, 1987), Pozo Mixhuca, 2500m (Pemex, 1987), Pozo Roma (Pemex, 1987), Pozo Xotepingo 8c, Pozo Sta Catarina 13, Pozo Sta Catarina 12, Pozo Sn Lorenzo Tezonco (Arce 2013), Pozo Palacio Nacional y Pozo Copilco (Muro Montiel, 2016).

En todos ellos se confirma la estratigrafía caótica en la zona III del lago, de tal manera que solo se observa la zona geotécnica conocida como de transición.

Modificación necesaria de la zonificación geotécnica de suelos propuesta en 1959

Resulta que con muy pocos estudios estratigráficos que vayan más allá de los sondeos someros y las zanjas geotécnicas para analizar la mecánica de suelos para diseño de cimientos de construcciones, después del terremoto de 1957, se publicaron los importantes estudios fundacionales acerca del subsuelo de la Ciudad de México de Raúl J. Marsal y Marcos Mazari (1959), con los cuales se iniciaron las investigaciones académicas para conocer el subsuelo de la cuenca de México y reglamentar las edificaciones de la Ciudad de México. Los autores antes mencionados, notaron que era necesario conocer la estratigrafía del subsuelo y propusieron un modelo con tres tipos que ordenaron en franjas de zonificación geotécnica del área urbana (pag 16-20), a partir de experiencias fallidas de estructuras que tuvieron que demoler por desconocimiento del subsuelo. Al mismo tiempo en un sondeo profundo perforado en el Palacio Nacional, reconocieron cambios de facies estratigráficas extraordinariamente erráticas que agruparon tentativamente las tres zonas en función de la penetración: zona de lomas, zona de transición y zona de lago, donde recomiendan estudios muy cuidadosos de las propiedades de las arcillas, ahora sabemos que están inter-estratificadas con otras rocas sedimentarias y volcánicas.

Los estudios posteriores se alejaron de la estratigrafía y se concentraron en desarrollar la mecánica de suelos someros y la aplicación de diversas herramientas geofísicas para exploración profunda, así como proponer un reglamento de construcción para la Ciudad de México y sus diversas modificaciones hasta hoy, entre las cuales proponemos la modificación de la zonificación geotécnica en tres zonas, a la luz de los conocimientos actuales, con la obligación de realizar estudios estratigráficos en cada predio por construirse y entender la mejor posible radiografía del subsuelo.

Atentamente

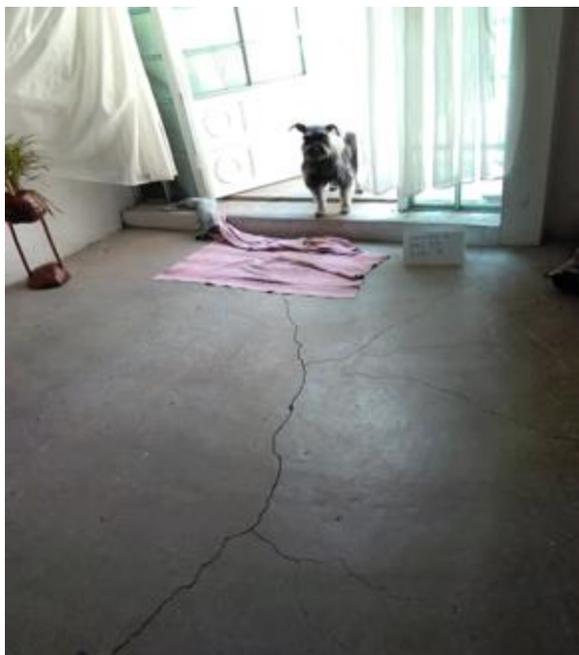
✓ Ing Maria Fernanda Campa Uranga, Profesora investigadora, UACM

Ing Dalia Ortiz Zamora, Profesora de geología de la FI-UNAM

Dra Juanita Ochoa Chi, Profesora investigadora, UACM

ANEXO II. FOTOS

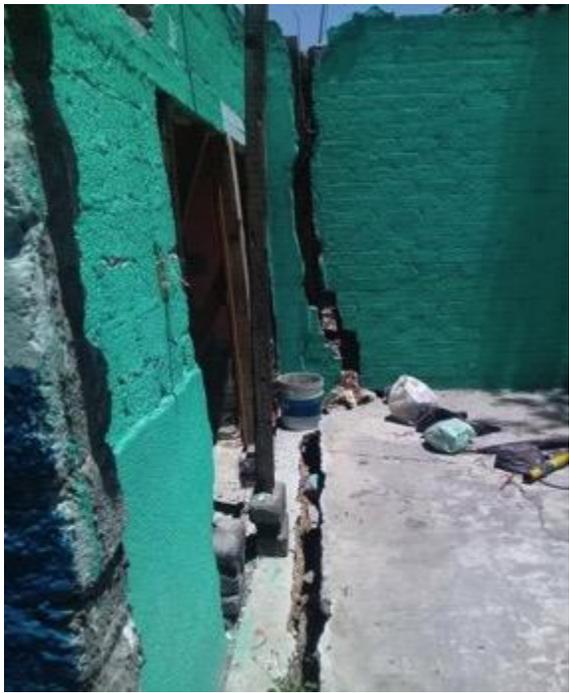
COLONIA UNIDAD HABITACIONAL CANANEA



COLONIA EL MOLINO



COLONIA LA PLANTA



COLONIAS BARRIO GUADALUPE, SAN LORENZO TEZONCO Y EL ROSARIO



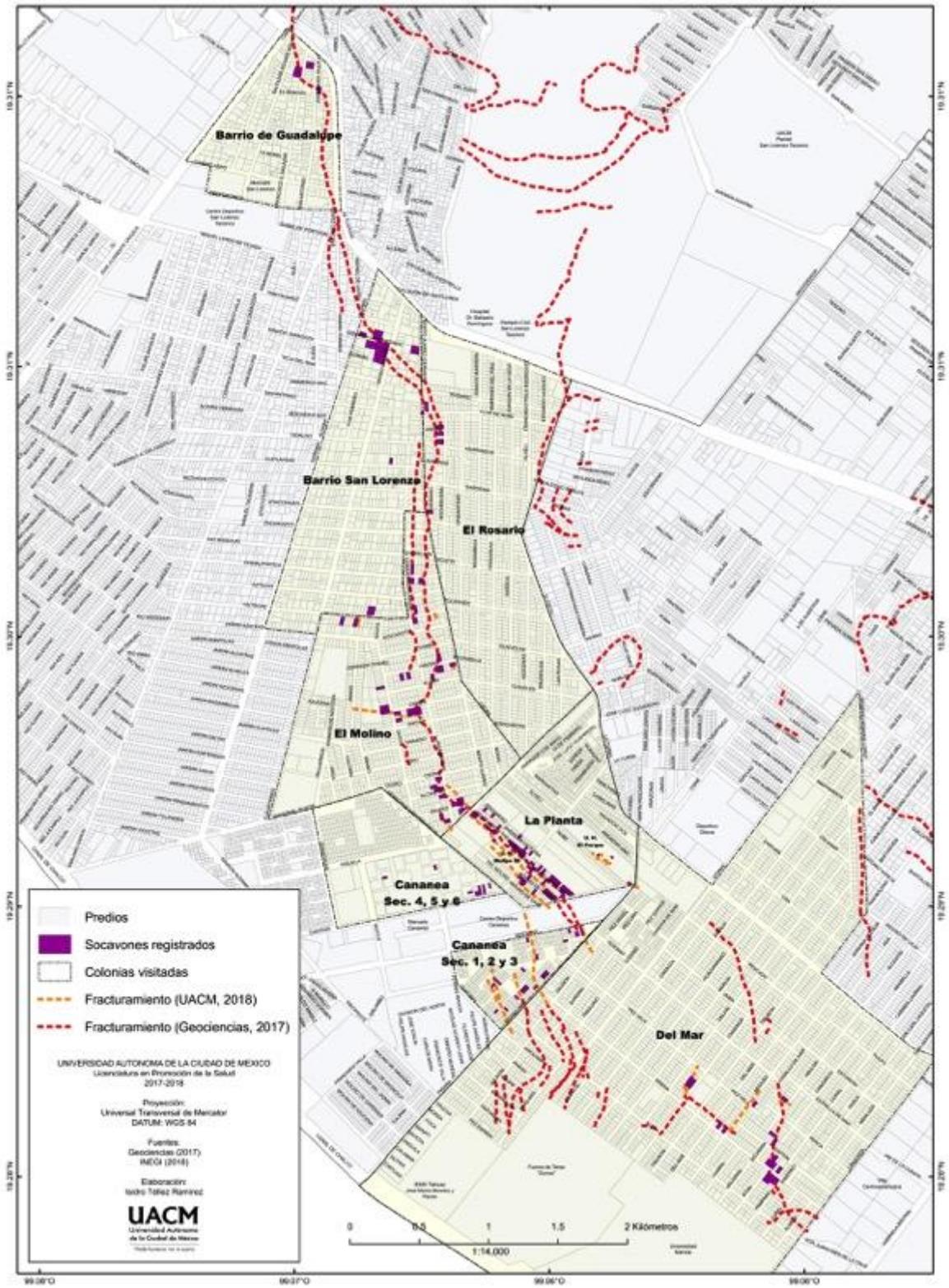


COLONIA DEL MAR

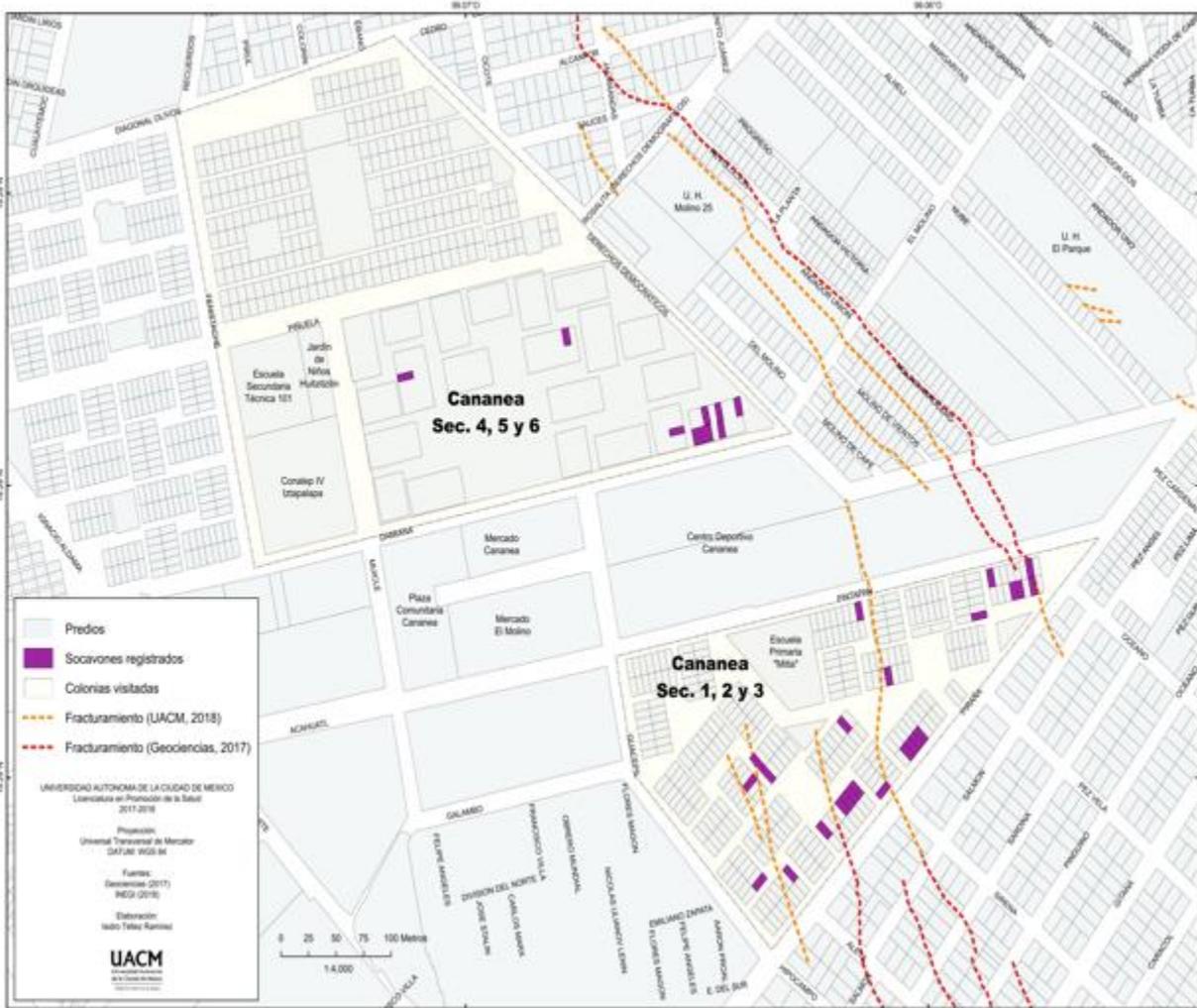


ANEXO III. MAPAS

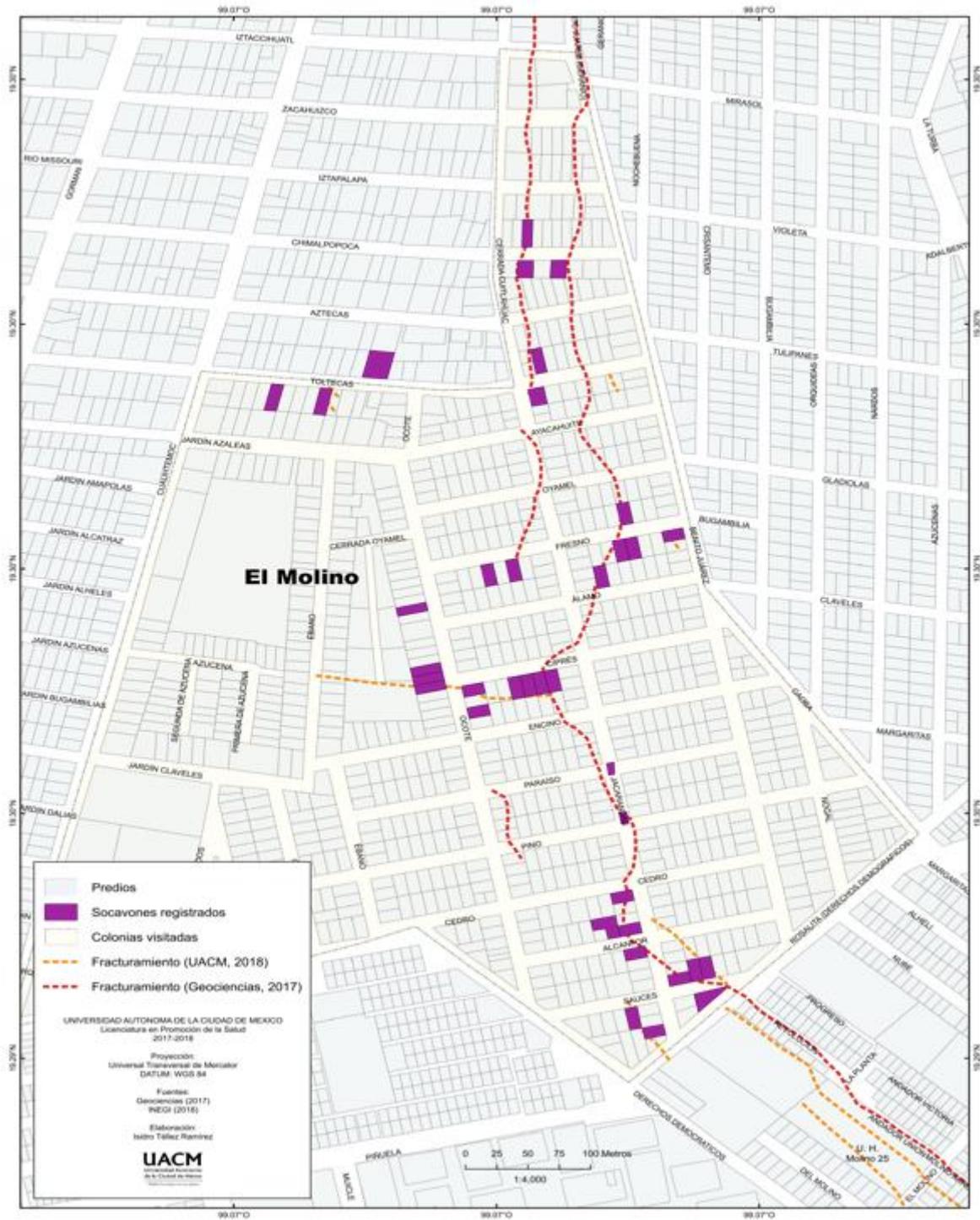
GRIETAS, FALLAS Y SOCAVONES DEL SUELO-SUBSUELO DE DE LA CIUDAD DE MEXICO QUE DETERMINAN LA REUBICACION SOLIDARIA DE LA POBLACION AFECTADA POR LOS SISMOS



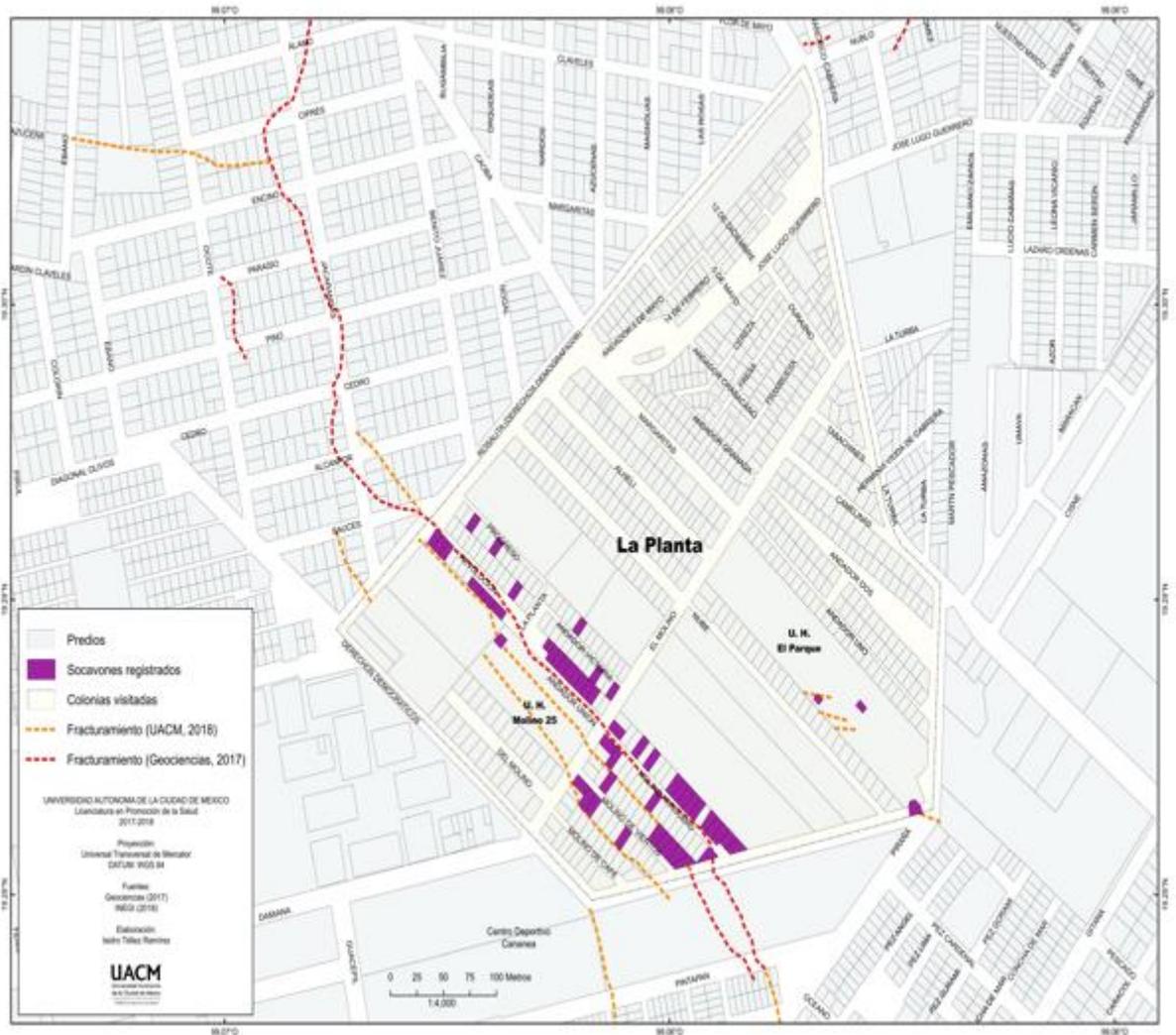
COLONIA UNIDAD HABITACIONAL CANANEA



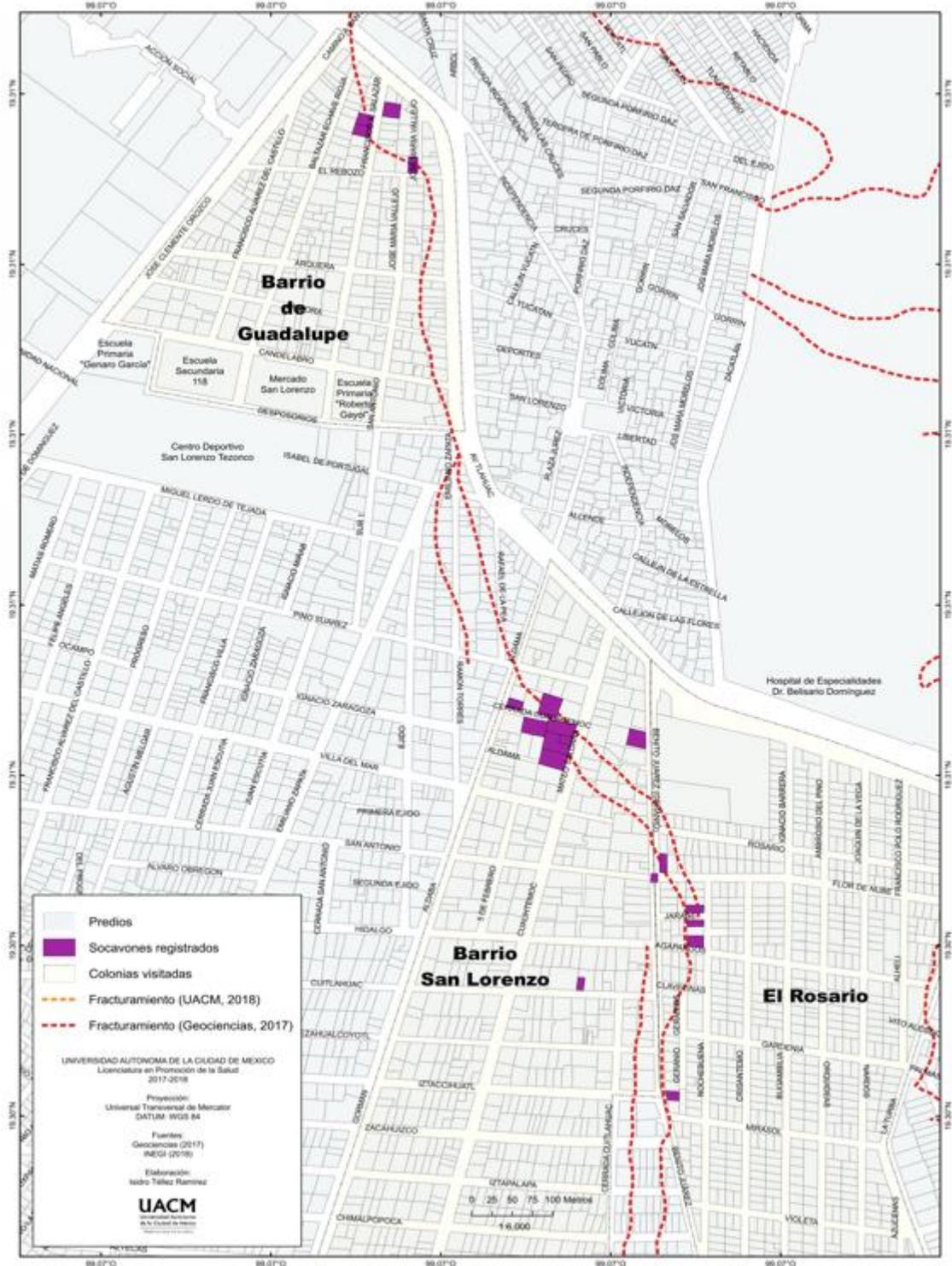
COLONIA EL MOLINO



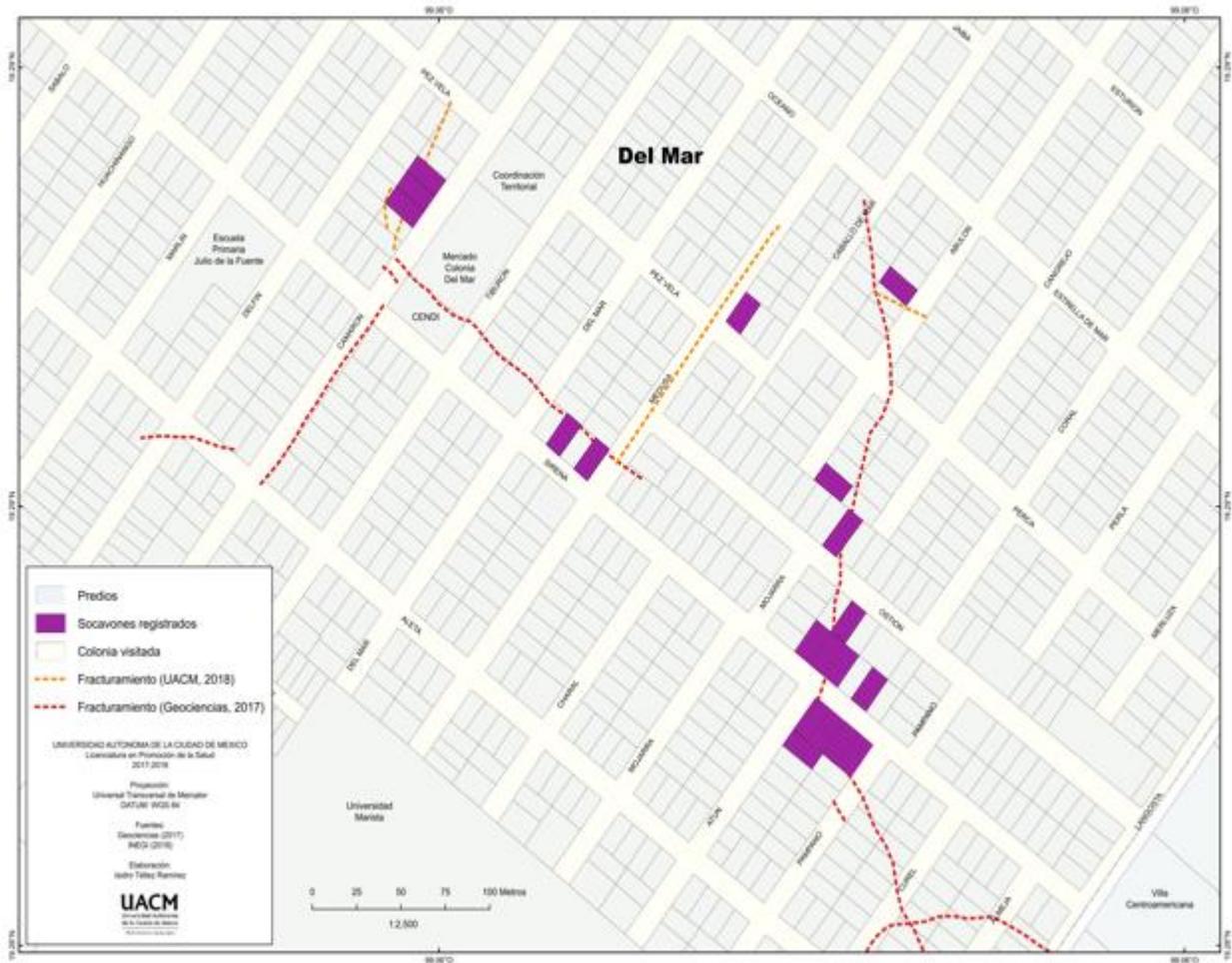
COLONIA LA PLANTA



COLONIAS BARRIO GUADALUPE, SAN LORENZO TEZONCO Y EL ROSARIO



COLONIA DEL MAR



6. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE LOS DE LOS POZOS PROFUNDOS PERFORADOS EN LA CUENCA DE MÉXICO

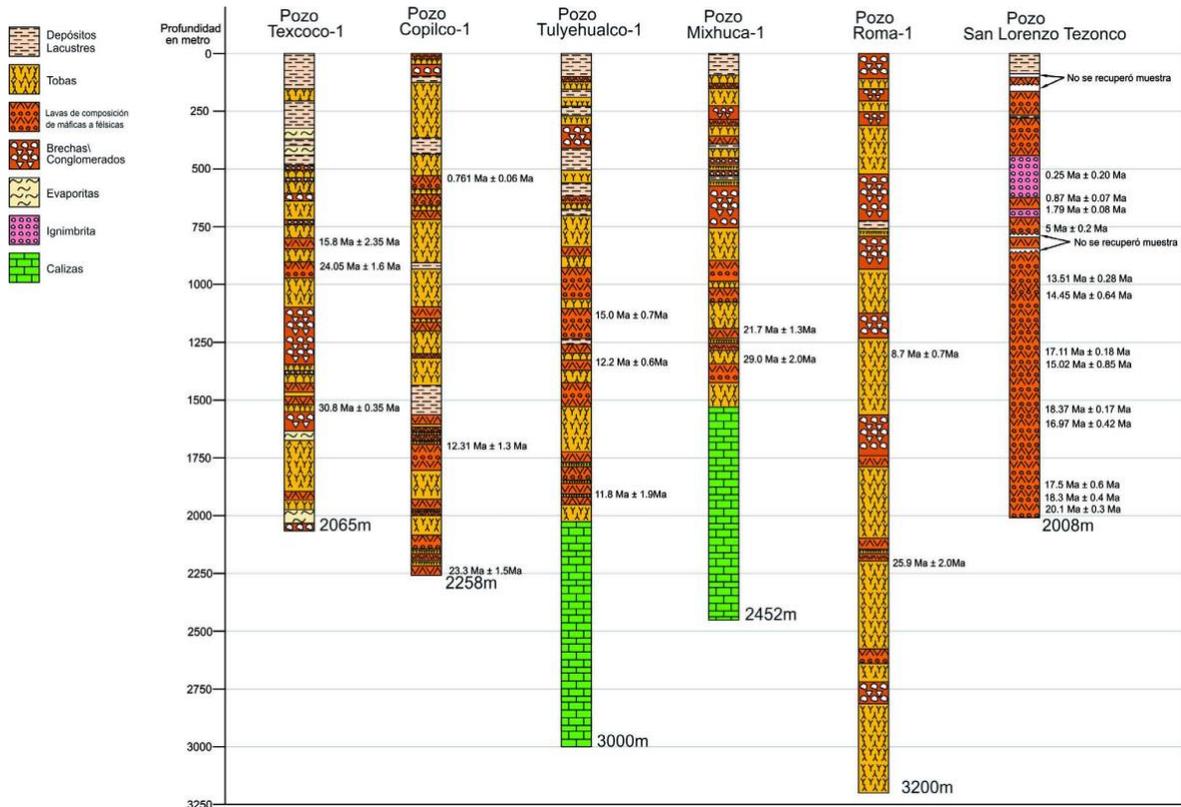


Figura 3. Columnas estratigráficas de los de los pozos profundos perforados en la Cuenca de México, en donde se muestran las edades obtenidas para cada uno de ellos. La litología del pozo de San Lorenzo Tezonco se simplificó para homologar la litología reportada en los otros pozos (Oviedo de León, 1970; Pérez-Cruz, 1988 y Arce et al., 2013a, 2105).

González, T. E., *et.al.* (2015)

8. ACERVO DE CONSULTA

Aguilar-Pérez, A., Ortega-Guerrero, A., Lugo-Hubp, J., Ortiz-Zamora, D. del C. **Análisis numérico acoplado de los desplazamientos verticales y generación de fracturas por extracción de agua subterránea en las proximidades de la Ciudad de México.** *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 23, núm. 3, 2006, p. 247-261

Arce, J.L., Layer, P., Martínez, I., Salinas, J.I., Macías-Romo, M., Morales-Casique, E., Benowitz, J., Escolero, O., Lenhardt, N. **Geología y estratigrafía del pozo profundo San Lorenzo Tezonco y de sus alrededores, sur de la Cuenca de México.** Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen 67, núm. 2, 2015, p. 123-143.

<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6702/%281%29Arce.pdf>

Gaceta Oficial del Distrito Federal. **Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal.** 27 de noviembre de 2014.

Auvinet, G., Méndez, E., Juárez, M., Hernández, F., Martínez, O. **Avances sobre el agrietamiento del suelo asociado al hundimiento regional en el Valle de México.** *Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica*. XXVII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica. Noviembre de 2014

Auvinet Guichard, G., Méndez Sánchez, E., Juárez Camarena, M., Rodríguez Rebolledo, J.F. **Riesgos geotécnicos para la construcción de vivienda en el Valle de México.** Instituto de Ingeniería, UNAM, Sección de Geotecnia, Laboratorio de Geoinformática, México

Ávila García, P. **Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis.** *Ciencias* 90 abril junio 2008

Cabral Cano, E., Miralles Wilhelm, F. Dixon, T. **Análisis de subsidencia en la cd de México: una comparación de resultados provenientes de ERS-1/2 y ENVISAT-ASAR. Peligros y riesgos geológicos de la cuenca de México: hacia una visión integral.**

http://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos04-2/sesiones_especiales/SE09.pdf

Camarillo Sarabia Regina Maurer Walls Fernanda Ulacia Balmaseda Ramón. **Lago Tláhuac-Xico. Regeneración de un ecosistema hídrico urbano.** Tesis, UNAM, Facultad de Arquitectura Taller Max Cetto Taller Hídrico Urbano

Carreón Freyre, D., González Hernández, M., Cerca, M., Gutiérrez Calderón, R. **Caracterización geomecánica de los suelos de Iztapalapa, para evaluar el**

fracturamiento causado por deformación diferencial. 2011, Pan-Am CGS, Geotechnical Conference

Carreón-Freyre, D., Cerca, M., Gutiérrez-Calderón, R., López-Quiroz, P., Alcántara-Durán, C., González-Hernández, M., Centeno-Salas, F. **Posible influencia de la subsidencia y fracturamiento en la Ciudad de México en las construcciones dañadas por el sismo del 19 de Septiembre de 2017.** http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/desarrollo/fracturas_sismo2017.pdf

Cabral Cano, E. **Análisis de fallas y fracturas de la Delegación Iztapalapa, Etapa 1.** UNAM, México, 2000

Cabral Cano, E., Díaz Molina, O., Delgado Granados, H. **Subsidencia y sus mapas de peligro: Un ejemplo en el área nororiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.** Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen 63, núm. 1, 2011, p. 53-60

Calderón Vásquez, C.O., **Deformaciones inmediatas y a largo plazo de la arcilla sensitiva del Valle de México.** Tesis, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil – Geotecnia. UNAM, México, 2013

Carreón Freyre, D.C. **Identificación y caracterización de los diferentes tipos de fracturas que afectan el subsuelo de la Delegación Iztapalapa del Distrito Federal.** Laboratorio de Mecánica Multiescalar de Geosistemas (LAMMG), Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Trabajo de Ingreso a la Academia de Ingeniería, Comisión de Ingeniería Geológica, 28 de Abril de 2011

Centro de Geociencias. UNAM. **Análisis de la Vulnerabilidad Física a la Subsidencia y Agrietamiento en la Ciudad de México.** Reporte de Actividades. Actividad 4, Mayo 2017

CFE, **Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México: Estudios geotécnicos**

Colín Romero, I., Valdes Montealegre, J. **Captación de agua pluvial para la recarga de los mantos acuíferos del Valle de México mediante sistemas de infiltrómetros.** Instituto Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco. IPN. México

CONAGUA. **Grandes retos hídricos en el Valle de México.** Presentación PPT. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/grandes-retos-hidricos-en-el-valle-de-mexico>

Cornelio Gómez, L.G., Sandoval Rojas, R.O. **Evaluación del hundimiento regional en la zona Ex-lacustre del Lago de Texcoco.** Tesis, Escuela Superior

de Ingeniería y Arquitectura , Unidad Ticomán, Ciencias de la Tierra, IPN. México, 2017

De Cserna, Z., De la Fuente-Duch, M., Palacios-Nieto, M., Triay, L., Mitre-Salazar, L.M., Mota-Palomino, R.:

Relaciones tectónicas regionales de la estructura geológica de la Cuenca de México.

Orientación preliminar de esfuerzo tectónico a partir de volcanes monogenéticos cuaternarios

Boletín 104, Instituto de Geología, UNAM. México.

<http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/publicaciones/boletin-del-instituto-de-geologia/578-boletin-104>

Delegación Iztapalapa. **Atlas de riesgos naturales de la Delegación Iztapalapa.** México, 2011

Delegación Iztapalapa, GDF, Secretaría General de Obras y Desarrollo Urbano. **Estudio de mecánica de suelos a 26 sitios. Seguimiento al monitoreo piezométrico y topográfico a 26 sitios previamente estudiados con problemas de agrietamiento del subsuelo.** Delegación Iztapalapa. Informe Final. México, 2002

Díaz-Rodríguez, J.A. **Los suelos lacustres de la Ciudad de México.** Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 6(2) 111

Domínguez Mariani, E., Vargas Cabrera, C., Martínez Mijangos, F., Gómez Reyes, E., Monroy Hermosillo, O. **Determinación de los procesos hidrogeoquímicos participantes en la composición del agua de las fuentes de abastecimiento a pobladores de la delegación Iztapalapa, D.F., México.** Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 67, núm. 2, 2015, p. 299-313
<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2015v67n2a12>

Escolero Fuentes, O., Martínez, S., Kralisch, S., Perevochtchikova, M.
Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 2016. Volumen 68 No.3, pp.409-427

Escolero Fuentes, O., Martínez, S., Kralisch, S., Perevochtchikova, M.
Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México en el contexto de cambio climático. Centro Virtual del Cambio Climático, Ciudad de México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. México, 2009

Espada Rivas, H.S. **Estudio de los asentamientos del suelo del Valle de México**. Tesis, Instituto Tecnológico de la Construcción, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. México, 2012

Espinosa Villalpando, L.A. **Mediciones de microtemores para estimar el origen del agrietamiento en la Delegación Iztapalapa, D.F.**, México. Tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2011

Ezcurra, Exequiel. **De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la Cuenca de México**. FCE. México, 1990, 4ª. Reimpresión, 1996

Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales, A.C. **Riesgo geológico en la Ciudad de México por hundimiento. Una propuesta para mitigarlo**. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002

Garay Maldonado, R.E. **Morfología de la región volcánica Chimalhuacán-Cerro de la Estrella, Sierra de Santa Catarina y Fracturas del Fraccionamiento Los Olivos, Delegación Tláhuac**. Tesis. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía. UNAM, México. 1975.

García Soriano, D. **Cartografía y peligros geomorfológicos en la Delegación Iztapalapa, D.F. México**. Tesis, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía. México, 2015

Gobierno de la Ciudad de México. **Acuerdo para la integración del Comité Científico para la Reconstrucción y el Futuro de la Ciudad de México**

González Torres, E., Morán Zenteno, D., Mori, L., Martiny, B. **Revisión de los últimos eventos magmáticos del Cenozoico del sector norte-central de la Sierra Madre del Sur y su posible conexión con el subsuelo profundo de la Cuenca de México**. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 67, núm. 2, 2015, p. 285-297.

<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/273-sitio/articulos/cuarta-epoca/6702/1315-6702-11-gonzalez>

Goya Sánchez, J. **Distribución espacial de la vulnerabilidad del Acuífero de abastecimiento de la Ciudad de México aplicando la metodología DRASTIC**. Tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2011

Hernández, A. **Gestión de la recarga del acuífero. Delegación Iztapalapa. Dirección general de Servicios Urbanos**. Presentación PPT

Hernández M., V. **El gran riesgo geológico en la Ciudad de México.** <https://causayefectomx.wordpress.com/2010/09/22/el-gran-riesgo-geologico-en-la-ciudad-de-mexico/>

Hinojosa Marin, J. **Comportamiento del suelo en la zona próxima al Cerro del Marqués y sus efectos en obras de infraestructura.** Tesis. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. México, 2010

Juárez-Camarena, M., Auvinet-Guichard, G., Méndez-Sánchez, E. **Zonificación geotécnica del subsuelo del Valle de México.** http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432016000300297

Lesser Illades, J.M., Cortés Pérez, M.A. **El hundimiento del terreno en la Ciudad de México y sus implicaciones en el sistema de drenaje.** Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. Ingeniería Hidráulica en México. Volumen XIII, No.3, pp. 13-18, septiembre-diciembre de 1998

Lezama-Campos, J.L., Morales-Casique, E., Castrejón-Pineda, R., Arce, J.L., Escolero, O. **Interpretación del registro geofísico del pozo profundo San Lorenzo Tezonco y su correlación litológica en la cuenca de México.** Revista Mexicana de Ciencias Geológicas V. 33, núm. 2, 2016, p. 198-208

Limaymanta, F.M., García, S., Pliego, L. **Delimitación neuronal de zonas geológicas usando ruido sísmico: Suelos de Transición en la línea 12 del Metro.** Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A.C. XXVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica. Noviembre 14 a 16, 2012 – Cancún, Quintana Roo

López Mendoza, E. **Análisis del fracturamiento de las zonas de topografía baja del Distrito Federal para evaluar áreas vulnerables a la contaminación de los acuíferos.** Tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2012

Lozano-García, S., Sosa-Nájera, S. **Análisis palinológico del Cenozoico de la cuenca de México: el registro polínico de los pozos Texcoco-I y San Lorenzo Tezonco.** Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 67, núm. 2, 2015, p. 245-253

Luego Tamargo, J.L. *“Deslizamiento de fallas geológicas en la Ciudad de México.”* El Universal, 2 de noviembre de 2015.

Lugo, J. (Coord.) et.al. **Estudio de geomorfología del Cerro del Peñón del Marqués.** Instituto de Geografía de la UNAM, México. s/f

Luna Izazaga, C.G., **Respuesta hidrogeofísica del acuitardo de la Ciudad de México**. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2014

Méndez, E., Auvinet, G. & Matus Ulises. **Caracterización de las anomalías geotécnicas en las zonas lacustre y de transición de la Ciudad de México**. 2011, Pan-Am CGS, Geotechnical Conference

Mitre del Moral, L.F. **Análisis de probables factores asociados a los daños derivados del sismo del 19s-2017**. 4 de octubre de 2017

<https://es.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lisis-de-probables-factores-asociados-los-da%C3%B1os-derivados-mitre>

Montiel Palma, S., Armienta Hernández, M.A., Rodríguez Castillo, R., Domínguez Mariani, E. **Identificación de zonas de contaminación por nitratos en el agua subterránea de la zona sur de la Cuenca de México**. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, vol. 30, núm. 2, 2014, pp. 149-165 Universidad Nacional Autónoma de México

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37030754003>

Morales-Casique, E., Escolero, O. y Arce, J.L. **Resultados del pozo San Lorenzo Tezonco y sus implicaciones en el entendimiento de la hidrogeología regional de la cuenca de México**. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 31, núm. 1, 2014, p. 64-75.

[http://satori.geociencias.unam.mx/31-1/\(05\)31-1-Morales.pdf](http://satori.geociencias.unam.mx/31-1/(05)31-1-Morales.pdf)

Mooser Hawtree, F. **El Pozo San Lorenzo Tezonco**. En: Revista Ingeniería Civil IC 537 enero 2014

Ortiz Lozano, J., Zermeño de León, M., Alonso Farrera, F., Pacheco Martínez, J., Araiza Garaygordóbil, G., Soto Bernal, J.J., Moreno Virgen, M.R., Soto Zamora, M.A., González Gutiérrez, V. **Avances en la aplicación de sistemas estructurales a base de acero rolado en frío para construcción de viviendas en zonas de subsidencia**. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. XVII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural León, Guanajuato noviembre 2010.

Ortiz Zamora, M. del C., Ortega Guerrero, M.A. **Origen y evolución de un nuevo lago en la planicie de Chalco: implicaciones de peligro por subsidencia e inundación de áreas urbanas en Valle de Chalco (Estado de México) y Tláhuac (Distrito Federal)**. Boletín - Instituto de Geografía, Universidad Nacional, Autónoma de México 64(64), Enero de 2007

Ortiz Zamora, M. del C. **Fracturamiento en el acuitardo lacustre que cubre el acuífero regional de la Ciudad de México. Origen, dinámica e implicaciones**. Tesis, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Aguas Subterráneas. UNAM, 2007

Ovando Shelley, E., Montiel Rosado, J.A., **Estudio sobre el problema del agrietamiento en la Colonia Cananea, Predio El Molino, Ixtapalapa, D.F., para la UCISV Libertad**, Julio de 1989

Pérez Zenteno, D. **Modelado del hundimiento de la zona lacustre del Valle de México. Aspectos estratigráficos y piezométricos**. Tesis, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, IPN. México, 2009

Reséndiz, D., Auvinet, G., Méndez, E. **Subsidencia de la Ciudad de México: un proceso centenario insostenible**. Serie Investigación y Desarrollo. Instituto de Ingeniería, UNAM. México, 2016

Revista Geotecnia, No.238, Diciembre 2015-Febrero 2016. **Comportamiento del suelo y obras en el ex Lago de Texcoco**. México

Revista Geotecnia, No. 246, Diciembre 2017-Febrero 2018. **Efectos de sitio del sismo del 19 de septiembre de 2017 en la Ciudad de México**. México

Revista H2O Gestión del Agua. **Estrategias para la sustentabilidad del acuífero del Valle de México**. No. 10 Abril-Julio 2016

Revista H2O Gestión del Agua. **El Pozo Profundo de la Ciudad de México**. Año 1, Enero-Marzo, 2014

Riquelme de Rejón, D. **Fracturas del Fraccionamiento Los Olivos, en la región cercana al volcán San Lorenzo o San Nicolás, Tláhuac**. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM Núm. 50, 2003, pp. 144-146. Publicado originalmente en: Anuario de Geografía, año XIV, 1974, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, pp. 67-69.

Rodríguez Muñoz, A. **Construcción y correlación de columnas geológicas de los pozos profundos del Valle de México**. Tesis, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, IPN. México, 2004

Ruíz, R., Ruíz, G. **Sobreexplotación y análisis multitemporal del Acuífero de la Ciudad de México**. Tercer Encuentro Universitario del Agua. Red de agua, UNAM

Saavedra, D. *“Mapea la UNAM fracturas en el suelo de la CdMx”*. Gaceta UNAM, 16 de octubre de 2017, Número 4,912

SACMEX. **El gran reto del agua en la Ciudad de México. Pasado, presente y perspectivas de solución para una de las ciudades más complejas del mundo**. México

San Miguel Villegas, R.T. **La expansión urbana en suelos de conservación en la Delegación Tláhuac, D.F. México.** Tesis, FLACSO, Maestría en Población y Desarrollo. México, 2010

Secretaría de Protección Civil. Subsecretaría de Planes y Programas Preventivos. **Análisis de riesgo Andador Revolución, Andador Unión y Calle Molino, Colonia La Planta.** México, 2011

Secretaría de Protección Civil. Subsecretaría de Planes y Programas Preventivos. **Relación de Unidades habitacionales, seguimiento dentro de la Delegación Iztapalapa.** Abril, 2013

Servicio Sismológico Nacional. **Reporte Especial Sismos 7 y 19 de septiembre de 2017.** Instituto de Ingeniería, Geofísica, UNAM

Solano Rojas, D.E. **Evaluaciones de riesgo por fallamiento asociado a subsidencia derivadas de INSAR.** Tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2013

Solano-Rojas, D., Cabral-Cano, E., Hernández-Espriú, A., Wdowinski, S., DeMets, Ch., Salazar-Tlaczani, L., Falorni, G., Bohane, A. **La relación de subsidencia del terreno InSAR-GPS y el abatimiento del nivel estático en pozos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México.** Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 67, núm. 2, 2015, p. 273-283

The National Academies Press. **3. Descripción del acuífero y su explotación. En: Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability.** <https://www.nap.edu/read/4937/chapter/16#142>
Tomás, R., Herrera, G., Delgado, J., Peña, F. **Subsidencia del terreno. Ground subsidence.** Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 2009. (17.3) 295-302

Torres-Carral, G. **Reseña de "La Cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad" de Exequiel Ezcurra, Marisa Mazari, Irene Pisanty y Adrián Guillermo Aguilar.** Economía, Sociedad y Territorio, vol. VIII, núm. 28, septiembre-diciembre, 2008, pp. 1067-1078, El Colegio Mexiquense, A.C. México

UAM-Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa, CENTLI. **Repensar la Cuenca: la gestión de ciclos del agua en el Valle de México.** México

UNAM-DGCS-Boletín 684. **Desarrollan universitarios primer mapa de la vulnerabilidad del acuífero de la Ciudad de México.** México

Unda López, J.A. **Construcción y correlación de columnas geológicas de los pozos profundos del Valle de México**. Tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2016

Vázquez Sánchez, E., Jaimes Palomera, R. **Geología de la Cuenca de México**. Geofísica Internacional. Revista de la Unión Geofísica Mexicana. Instituto de geofísica, UNAM. Volumen 28, 1º de abril de 1989, No.2. México

Velázquez Hernández, A. **Reforzamiento y recimentación de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo dentro de la Delegación Iztapalapa**. Tesis, Instituto Tecnológico de la Construcción, Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. México, 2003

Villalobos, A. *“Las fracturas en Iztapalapa que destapó el sismo”*. Revista Proceso, 4 de octubre de 2017

MATERIALES GRÁFICOS

Carta Geográfica Xochimilco-Tláhuac 1929. Archivo Histórico del Agua, CONAGUA, México

Mapas Iztapalapa y Tláhuac. Mapoteca Manuel Orozco y Berra. <https://mapoteca.siap.gob.mx/>

Mapa Geológico CDMX

http://data.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/mapas_atlas/09000_Mapas_Geologico.pdf
http://data.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/mapas_sgm/mapas_sgm2.html

VIDEOS

Mapa Riesgo Geológico Iztapalapa. Entrevista a Raúl Gutiérrez Coordinador del CERG (Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos)
<https://www.youtube.com/watch?v=l2RvLBMipFU>

La CDMX se hunde sobre los acuíferos que ha secado. UAM-Azcapotzalco.
www.agua para todos.org
<https://www.youtube.com/watch?v=1LXE9GPp1I0>

Entrevista Ing. Alfonso Hernandez Lopez, Greentv
<https://www.youtube.com/watch?v=ZnTouOUAfffQ>

