



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“CARACTERIZACIÓN DE ANOMALÍAS
GEOTÉCNICAS EN LAS ZONAS DE
TRANSICIÓN Y DEL LAGO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO”**

TESIS

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

PRESENTA

ULISES MATUS ACUÑA

DIRECTOR DE TESIS

M. EN I. EDGAR MÉNDEZ SÁNCHEZ



México D.F., Abril 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedico este trabajo a Viol, mi mejor amiga, hermana y compañera, con quien he compartido experiencias maravillosas.

A mi mamá y papá, que los quiero mucho y me han brindado todo en la vida. Les agradezco infinitamente.

*A mis amigos que me han soportado, ayudado y acompañado en mis locas aventuras, a Rebeca, Ixchel, Ana Sofía, Saiph, Tania, Esteban, Manuel, Masa, Montse, Marlyse, Chucho, Ale e Isa.
Gracias a todos.*

A mi prima Claudia, mis sobrinos Carlos y Oscar y a Patrick.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería.

Al Instituto de Ingeniería de la UNAM, por su apoyo y patrocinio en la realización de este trabajo.

Al M. en I. Edgar Méndez por su apoyo, ayuda y asesoría durante estos 2 años de trabajo.

Al Dr. Gabriel Auvinet por sus consejos, sugerencias y confianza brindada durante mi estancia en su laboratorio y con quien comparto una gran pasión por la historia.

A mis compañeros del Laboratorio de Geoinformática del Instituto de Ingeniería, al M. en I. Moises Juárez, a Francisco, Alejandro, la Dra. Norma Patricia y a los alumnos que realizan su servicio social en el laboratorio.

A la M. en I. Alba Vázquez, al M. Gabriel Moreno, al M. en I. Víctor Franco y al Ing. Carlos Narcia.

Al Arq. Miguel Medina, por su ayuda y sugerencias.

A la Dirección General de Asuntos de Personal Académico (DGAPA) de la UNAM por su patrocinio.

ÍNDICE

Introducción	3
Antecedentes	3
Objetivo	4
Alcance	4
1. Descripción de la zona de estudio	5
1.1. Ubicación	5
1.2. Información histórica	6
1.3. Toponimia	12
1.4. Cartografía	13
1.5. Fotografías aéreas	15
1.6. Geología	16
1.7. Topografía	16
1.8. Información geotécnica	19
1.8.1. Trabajos previos	19
1.8.2. Zonificación geotécnica del Distrito Federal	25
1.8.3. Sondeos geotécnicos	26
1.8.4. Modelo estratigráfico	28
2. Caracterización geotécnica de anomalías	29
2.1. Tipos de anomalías	29
2.1.1. Anomalías naturales	29
2.1.2. Anomalías antropogénicas	30
2.2. Caracterización geotécnica	31
2.2.1. Anomalías naturales	31
2.2.1.1. Anomalías geomorfológicas	31
2.2.1.2. Anomalías estratigráficas asociadas a eventos geológicos recientes	33
2.2.1.3. Deltas aluviales	35
2.2.1. Anomalías antropogénicas	35
2.2.1.1. Anomalías prehispánicas	35
2.2.1.2. Anomalías coloniales y recientes	58
2.3. Implicaciones en la ingeniería geotécnica	66
2.3.1. Importancia de las anomalías en el diseño geotécnico	66
Propuesta para las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones (NTCDCC) del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal	69

Índice

2.3.1.1.	Consideración de las anomalías geotécnicas en los estudios de ingeniería geotécnica reciente	69
2.3.1.2.	Mapa propuesto para su inclusión en las NTCDDC	70
3.	Conclusiones	72
Anexo A	Historia de la región de la Cuenca de México	75
Anexo B	Construcciones prehispánicas	86
Anexo C	Toponimia y Geotecnia en el valle de México	89
Anexo D	Caracterización detallada de 32 tlateles prehispánicos	97
Anexo E	Exploración geotécnica	126
Anexo F	Cimentaciones abandonadas conocidas	129
	Referencias	133

1. INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que el subsuelo de la Ciudad de México presenta condiciones geotécnicas extremas (alta compresibilidad, baja resistencia y sujeto a fuertes sismos), que han dificultado el trabajo de los constructores, desde tiempos prehispánicos hasta nuestros días.

Con el surgimiento del primer mapa de zonificación geotécnica, se revelan los primeros conocimientos acerca de la distribución de los materiales del subsuelo. Así, las subsecuentes actualizaciones y ampliaciones de la zonificación para fines de reglamentación y como soporte de los estudios realizados para proyectos específicos, han constituido una tarea que tiene que efectuarse en forma continua, ya sea por el constante crecimiento de la ciudad o por la aparición de nueva información geotécnica.

La división clásica en tres zonas de la zonificación geotécnica, se ha conservado a través de los años por las grandes ventajas que presenta su sencillez para los ingenieros. Sin embargo, se sabe que existen numerosos sitios y sub-zonas particulares en los que la estratigrafía local difiere significativamente de la considerada como típica de cada zona. La presencia de estas anomalías, ha sido causa de múltiples problemas de comportamiento de cimentaciones y por ende de daños estructurales en las edificaciones. Como ejemplos, se pueden mencionar los casos de la Catedral y Sagrario Metropolitano, el Centro Cultural Universitario Tlatelolco (antiguo edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores) y la iglesia de Mexicaltzingo, asentados sobre restos de pirámides prehispánicas y que han tenido malos comportamientos en sus estructuras y han requerido trabajos de re-cimentación.

En este trabajo se presenta precisamente una primera evaluación de la naturaleza e importancia de las anomalías geotécnicas de las zonas de lago y de transición de la Ciudad de México en la ingeniería geotécnica.

Antecedentes

En los últimos diez años, se han logrado avances significativos en el conocimiento del subsuelo de la Cuenca de México, principalmente a través de los trabajos de exploración realizados para diferentes tipos de obras que han permitido la actualización y ampliación del mapa de zonificación geotécnica. Los resultados de estos estudios se encuentran dispersos en los archivos de numerosas instituciones y empresas; sin embargo, se han hecho importantes esfuerzos para recopilar, procesar y sintetizar una gran parte de esta información.

El Laboratorio de Geoinformática adscrito a la Coordinación de Geotecnia del Instituto de Ingeniería de la UNAM ha sido uno de los principales promotores de esta recopilación al haber constituido una amplia base de datos de más de 10,000 sondeos geotécnicos y haber desarrollado métodos y técnicas basadas en la informática y la geoestadística para un mejor aprovechamiento de la base de datos. Además, dicho laboratorio cuenta con un acervo físico, geográfico e histórico muy completo acerca del territorio de la Cuenca de México y otros.

El interés en el tema de las anomalías de la zona de los depósitos lacustre de la ciudad de México no es algo reciente, algunos ingenieros, precursores de la Mecánica de Suelos, han señalado su existencia. Así, el presente estudio de anomalías, lo retoma el grupo del Laboratorio de Geoinformática encabezado por el Dr. Gabriel Auvinet, con la intención de advertir a los constructores de la existencia de estas anomalías y posteriormente incluirlas en la normatividad correspondiente. Dicho grupo, ha emprendido un trabajo sistemático de caracterización geotécnica de las anomalías, el cual hasta este momento ha

Introducción

puesto su atención en el Centro histórico (Tenorio, Méndez y Juárez, 2009) y en las anomalías existentes a lo largo del trazo de la futura Línea 12 del Metro (Méndez y Auvinet, 2008). Es así que el presente trabajo constituye una etapa adicional en la caracterización de anomalías existentes en las zonas lacustre y de transición.

Objetivo

Generar nuevos conocimientos acerca del subsuelo de la ciudad de México, a través del estudio de la caracterización de anomalías geotécnicas en las zonas del lago y de transición.

Alcance

- Identificar y clasificar los distintos tipos de anomalías
- Determinar la distribución espacial de las anomalías geotécnicas de la Ciudad de México.
- Recopilar información y documentar las anomalías.
- Determinar las características geotécnicas de las anomalías (profundidad de rellenos y extensión)
- Generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de anomalías geotécnicas.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La descripción del territorio en donde se ubica la zona de estudio se realiza tomando como base la definición de un marco geográfico y un marco físico. El primero proporciona la información a cerca de la forma y de las dimensiones del entorno general de un territorio y se recurre a él para enmarcar los estudios realizados por los especialistas de las distintas disciplinas de las ciencias de la tierra. En cambio el marco físico aporta información referente a las características y rasgos de la estructura física de la corteza terrestre. Ambos, permiten resaltar algunos elementos de interés geotécnico que ayudan a comprender la naturaleza de los depósitos del suelo y las formaciones geológicas de la zona estudiada.

Tabla 1.1. Elementos para la descripción del área de estudio (E. Méndez, 2000).

Marco Geográfico	Marco Físico
Información histórica	Geología
Toponimia	Geofísica
Cartografía	Hidrografía
Topografía	Geotécnia
Imágenes de satélite	
Fotografías aéreas	

1.1. Ubicación

El área de estudio, se ubica en la sección sur poniente de la cuenca de México (figura 2.1), con una altitud promedio de 2240 m.s.n.m. La cuenca de México se encuentra comprendida entre los paralelos 19°02' y 20°12' y los meridianos 99°40' al este y 98°15' al oeste (Auvinet, *et al*, 1996) y cuenta con un área aproximada de 9600 Km², ocupada por los Estado de México, el Distrito Federal, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla.

El área de estudio se encuentra delimitada entre las coordenadas X1: 504,565 m, Y1: 2,154,749 m y X2: 481,449 m, Y2: 2,125,220 m, del sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), comprendiendo la parte central del área metropolitana de la Ciudad de México con un área aproximada de 755.4 km². Dicha región, únicamente corresponde a las zonas, II (Transición) y III (Lago), definidas en la Zonificación Geotécnica de las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (NTCRCDF).

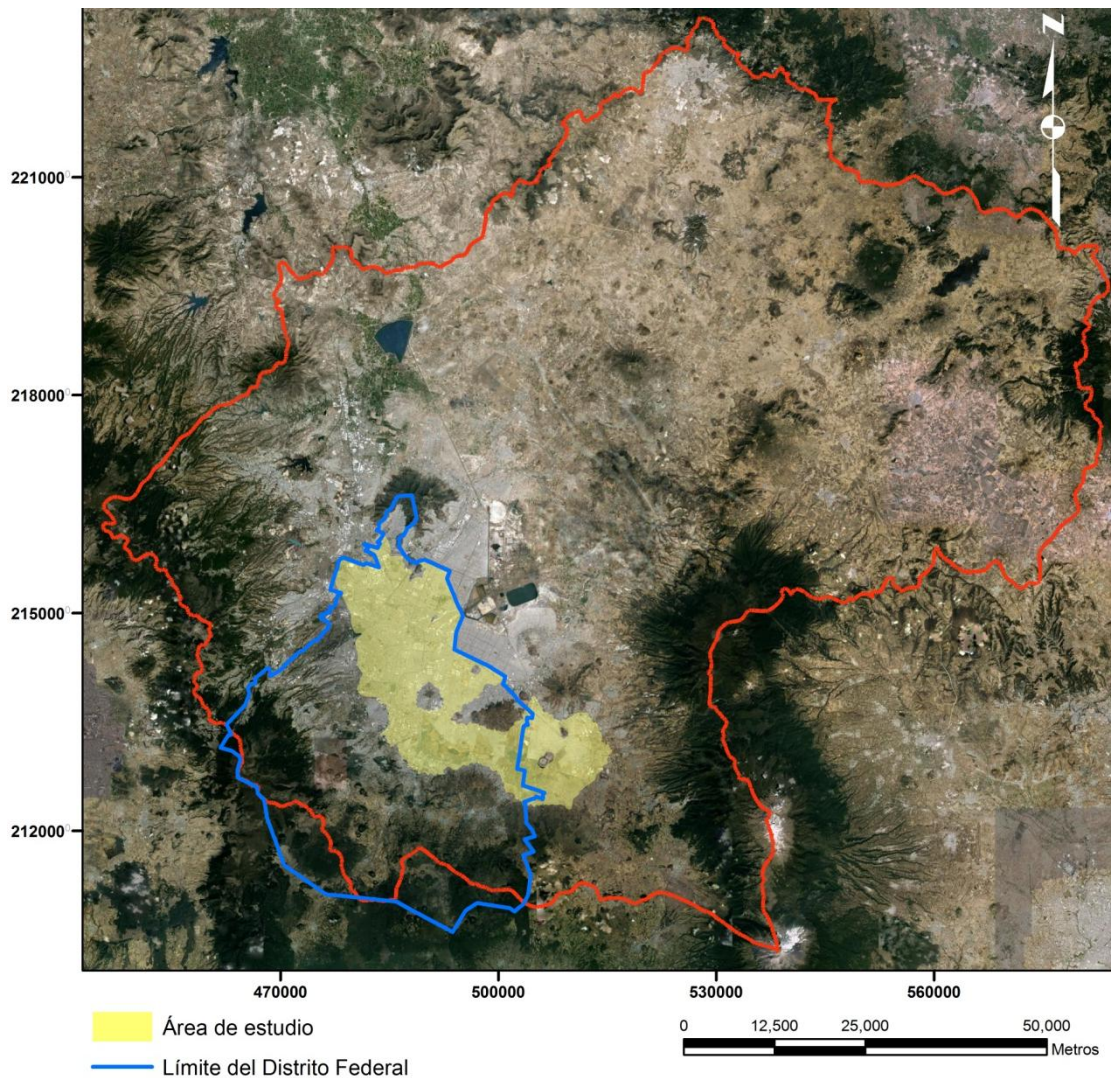


Figura 1.1 Imagen satelital de la cuenca de México mostrando el área de estudio, Google Earth 2010.

1.2. Información histórica

Para entender las posibles causas de mal comportamiento de estructuras antiguas y recientes, el grupo del Laboratorio de Geoinformática del Instituto de Ingeniería, acostumbra recurrir al estudio de los antecedentes históricos del sitio o área en cuestión.

Antes de la llegada de los conquistadores españoles, la cuenca se encontraba en sus zonas más bajas, cubierta por siete lagos: al norte, Zumpango y Xaltocan, con las cotas más altas; cuando el nivel de aguas crecía, desbordaban el exceso sobre el lago de Texcoco con la cota más baja de todo el conjunto de lagos y el de mayor área en extensión. Después de la construcción de la albarra de Nezahualcóyotl en el año 1449, el lago de Texcoco quedó dividido en dos cuerpos de agua, el lago de México, transformado por los aztecas en un lago de agua dulce y el de Texcoco, que continuó siendo de agua salada. Finalmente al sur de la cuenca se localizaban los lagos de Xochimilco y Chalco, que se encontraban también en un nivel superior al de Texcoco. Cabe señalar que el nivel de los lagos variaba constantemente, según la época del año. Según el boletín de 1862 de la Sociedad Mexicana de geografía

y estadística en su número IX, los niveles medios de los lagos para ese año respecto al lago de Texcoco, eran los siguientes.

Tabla 1.2. Niveles medios de los lagos de la cuenca en 1862. Sociedad Mexicana de geografía y estadística.

	Extensión de las lagunas	Nivelación	Distancia de México
	Hectáreas	Metros	Kilómetros
Texcoco	46200	0.00	6
México	-	1.90	-
Chalco	26575	3.08	18
Xochimilco	11909	3.13	12
San Cristóbal	2799	3.59	22
Xaltocan	13687	3.47	25
Zumpango	4355	6.06	35

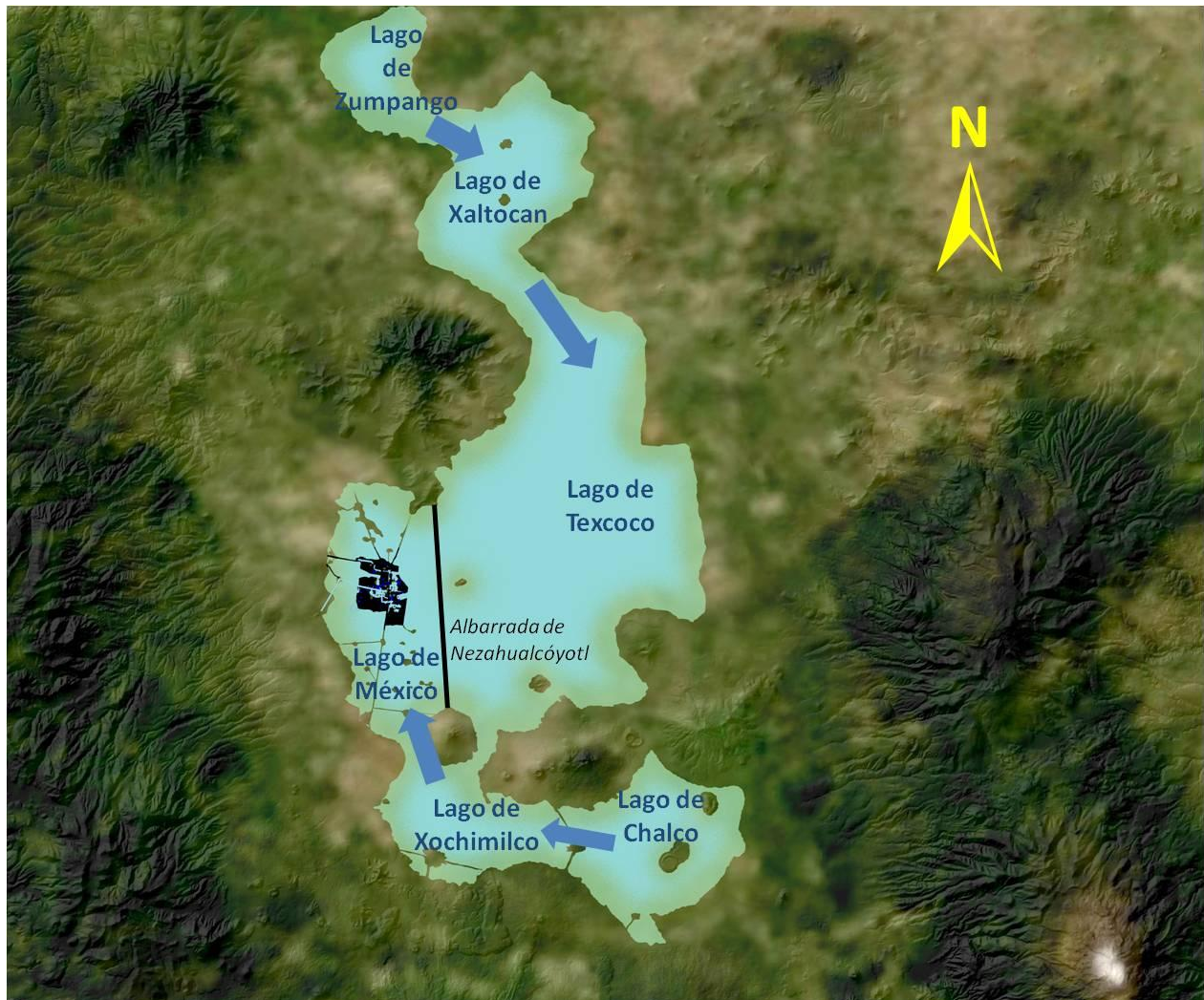


Figura 1.2 Antiguos lagos de la cuenca de México.

Debido a sus grandes lagos, la Cuenca de México ha sido desde hace miles de años, un lugar atrayente para el establecimiento de poblaciones humanas. Es así que los primeros pobladores de la cuenca aprovecharon la innumerable cantidad de ventajas que ofrecían los alrededores. Los primeros asentamientos humanos en la cuenca datan de 5,500 a.C. pero es sabido que grupos sedentarios rondaban la región desde el poblamiento del continente al redor del 30,000 a.C. El desarrollo de la agricultura en la cuenca de México, alrededor del 2,500 a.C., incrementó drásticamente el crecimiento de la población y propició la creación de comunidades más grandes y organizadas que generaron incipientes tecnologías para la modificación de su entorno. Alrededor del año 1,200 a.C., la primera gran ciudad de la cuenca, Cuicuilco, empezó a tomar forma, pero no fue sino hasta el desarrollo de Teotihuacán, alrededor del año 500 d.C., en que la región empezó a sufrir grandes modificaciones en su entorno.

Con la llegada de los aztecas a la región, alrededor de 1300 d.C., la cuenca se encontraba sobre poblada, lo que dejaba escasos sitios para el establecimiento de los recién llegados, por lo que el pueblo azteca fue obligado a establecerse en una pequeña y árida isla en interior del lago de Texcoco.

Forzados a generar una ciudad en un ambiente inhóspito, los mexicas desarrollaron tecnologías que les permitieron la construcción de grandes obras para el control de los lagos. Con ayuda de Netzahualcóyotl (Rey de Texcoco, aliado de los mexicas), se construyó una albarrada que separó las aguas saladas del lago de Texcoco y previno a la ciudad de Tenochtitlán-Tlatelolco de inundaciones. También se construyeron calzadas-dique y canales en puntos estratégicos para el control de las aguas, así como para la comunicación de la isla con tierra firme.



Figura 1.3. Representación artística de la ciudad de México-Tenochtitlán en el año 1519, Filsinger 2006.

Durante la guerra de conquista, muchas de las grandes obras y construcciones que habían realizado los pueblos prehispánicos, fueron destruidas y sepultadas. Muy a su pesar, Cortés se vio en la necesidad de destruir la ciudad de México–Tenochtitlán y construir una nueva ciudad sobre las ruinas de la antigua capital mexicana. La nueva ciudad fue trazada bajo estándares Europeos, lo que ocasionó gran número de problemas a lo largo de la colonia y del México independiente.

Por otra parte, la visión de los pueblos indígenas de una ciudad que conviviera con el agua, no coincidió con la visión española, de aprovechar grandes extensiones de tierra firme, que traían de Europa, provocando el descenso de los lagos, principalmente el de Texcoco. Según el Fray Toribio de Benavente, mejor conocido como Motolinía, en el año de 1524 los lagos iniciaron un descenso continuo en el nivel de las aguas, que continuó hasta la desecación, casi total, de los lagos en el siglo XX. Esto se explica por el continuo incremento de azolves, el descuido de las acequias y albarradas para el control de las inundaciones, y por la construcción del desagüe general de la cuenca.

Con la fundación de la capital de la Nueva España sobre la antigua ciudad de Tenochtitlán–Tlatelolco, los españoles se tuvieron que enfrentar a la problemática de las inundaciones, producto de las crecientes del lago de Texcoco. A principios del siglo XVII, se vio la gran necesidad de encontrar una solución permanente al problema de las inundaciones en la Ciudad de México. Para esto se estudiaron varios proyectos y propuestas, de los cuales fue elegido el del cosmógrafo Enrico Martínez, quien proponía la construcción de un túnel al norte de la cuenca, pasando cerca del poblado de Huehueteca, para llevar las aguas de la cuenca de México, al río Tula. Enrico Martínez pretendía desecar los lagos a través de esta magna obra, pero las autoridades, únicamente decidieron desviar el río Cuauhtitlan, que para entonces era el río más caudaloso. Enrico Martínez dedico más de 29 años a esta obra, pero esta no fue concluida sino hasta el año de 1789. Durante este periodo la ciudad sufrió de incontables inundaciones, pero a pesar de eso, los lagos continuaron su lento retroceso y dotaron a la ciudad de nuevas tierras fértiles.

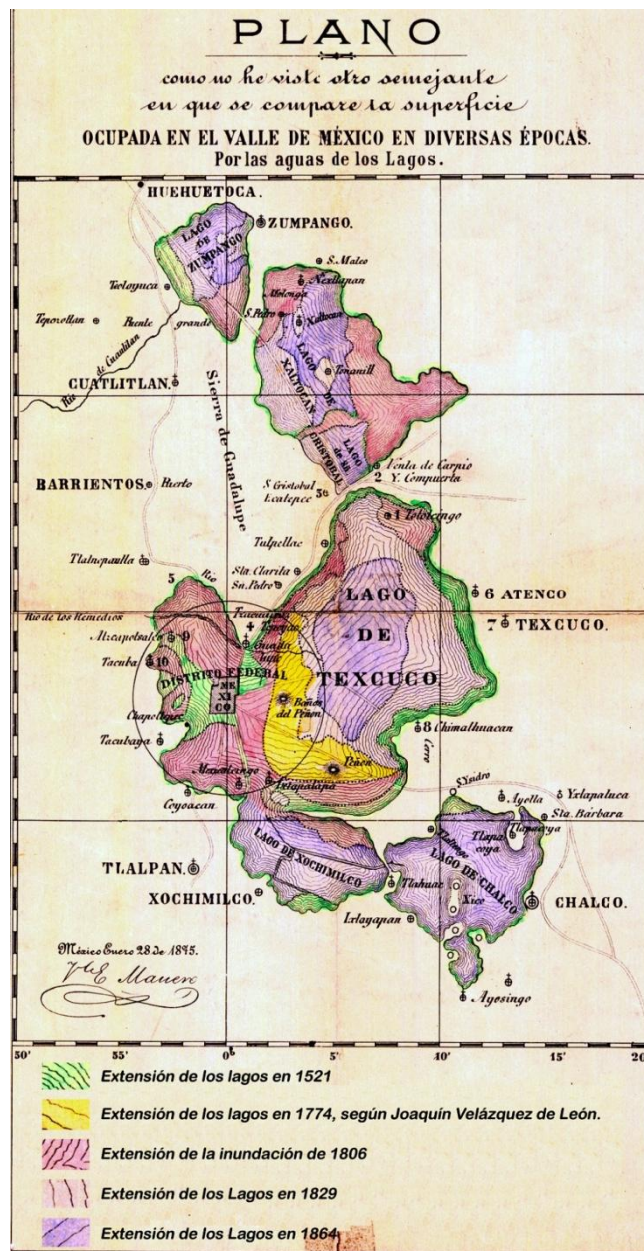


Figura 1.4. Evolución de los lagos entre 1521 y 1864, Manero (1875).

Con el establecimiento de la nueva nación en 1821, las obras hidráulicas en la cuenca continuaron, se construyeron canales y diques para la protección de la ciudad contra las inundaciones. De estas obras, las más sobresalientes fueron las construidas durante el porfiriato, el Gran Canal y el Túnel de Tequisquiac. Estas dos magnas obras, pretendían salvar de una vez por todas a la ciudad de las constantes inundaciones, pero tras el constante crecimiento de la ciudad, pronto fueron insuficientes.

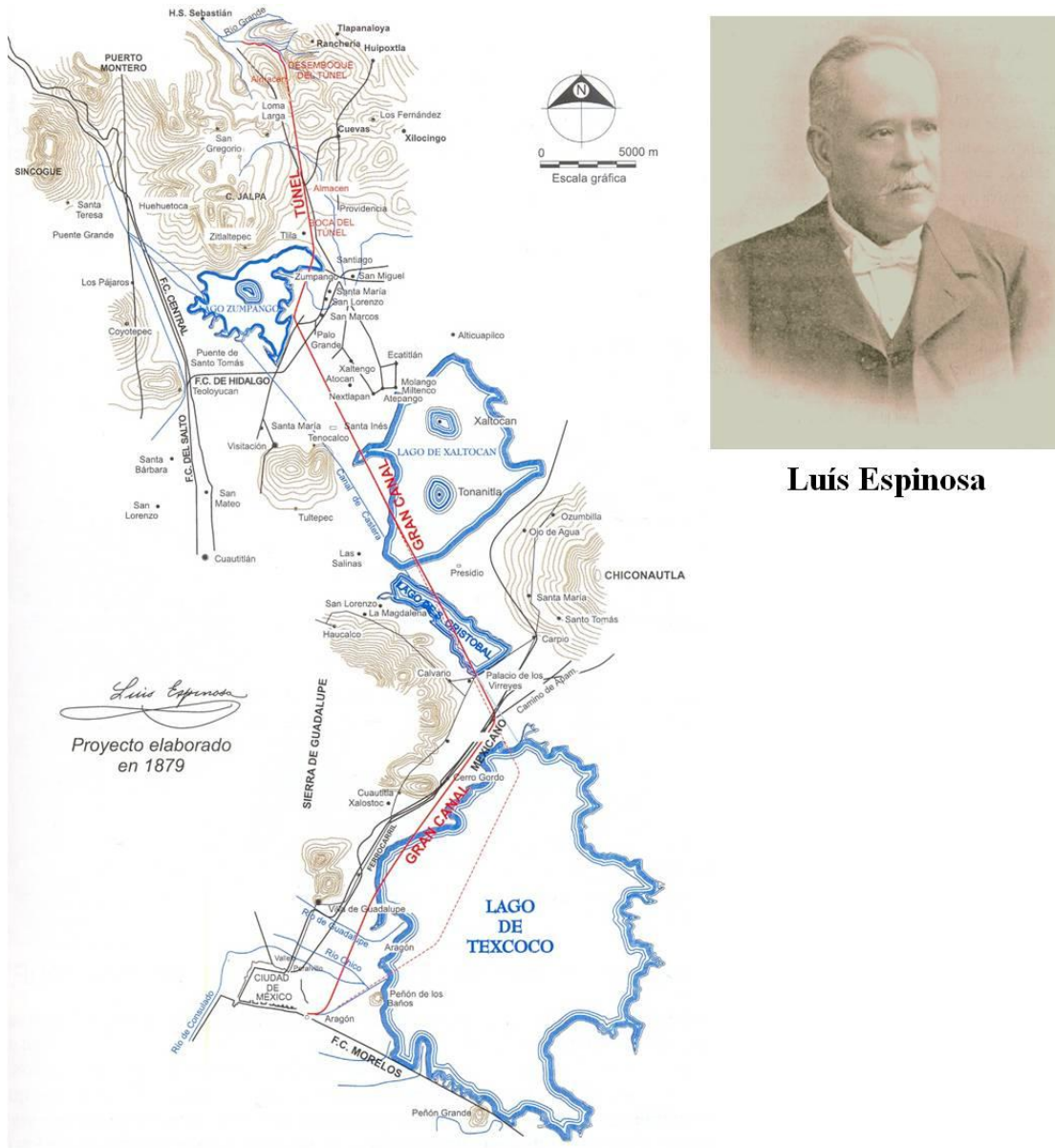


Figura 1.5. Plano que muestra el sistema de desagüe general de la cuenca, L. Espinosa, 1879.

Posteriormente, se construyó un segundo túnel de Tequisquiac en el año de 1954 y en 1965 se pretendió, como en el porfiriato, dar una solución final al problema de las inundaciones en la ciudad, con la construcción del drenaje profundo. La lucha contra el agua no ha terminado y actualmente se encuentra en construcción un nuevo túnel de desagüe que pretende, como en épocas anteriores, eliminar el peligro de las inundaciones en la ciudad de México.

En el Anexo A, se da una explicación más detallada del desarrollo histórico de la cuenca de México.

1.3. Toponimia

El estudio del origen y significación de los nombres de las localidades ha recibido el nombre de toponimia o de onomástica geográfica (Auvinet *et al*, 2009). Los pueblos precolombinos acostumbraban nombrar a sus localidades tomando en cuenta rasgos específicos del lugar, como la topografía, la fauna y flora local, o incluso el tipo de suelo. En la ciudad existen gran cantidad de ejemplos, como el caso de Iztacalco, casas de la sal, de *Iztatl*, sal, *calli*, casa y *co* alusivo a lugar; en tiempos anteriores a la conquista Iztacalco se encontraba en medio de un gran lago salado y sus pobladores se dedicaban a la extracción de sal.

Para la Cuenca de México, el trabajo de toponimia más conocido es probablemente el del arquitecto Luis González Aparicio (1968). En su “*Plano reestructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, él autor asocia a un gran número de localidades su interpretación toponímica y el glifo correspondiente (Auvinet *et al*, 2009), figura 1.6. En este trabajo, Gonzales Aparicio realizó una extensa y ardua investigación en la que compiló gran cantidad de información histórica e historiográfica creando una imagen de cómo pudo haberse visto la cuenca de México y sus poblados a la llegada de Cortés y sus hombres. A pesar de que este trabajo no parece totalmente exento de errores, constituye una excelente base de información para los fines del presente trabajo.

Debido a que actualmente muchos de los barrios y colonias de la ciudad de México, ahora inmersos en la mancha urbana, conservan sus nombres originales, la toponimia ayudó en la ubicación de sitios de la zona lacustre del Distrito Federal, que probablemente fueron habitados desde tiempos precolombinos y que afectaron en cierta forma, las propiedades de los suelos.

Para mayor información acerca de la relación entre Toponimia y Geotécnia, consultar el Anexo C.

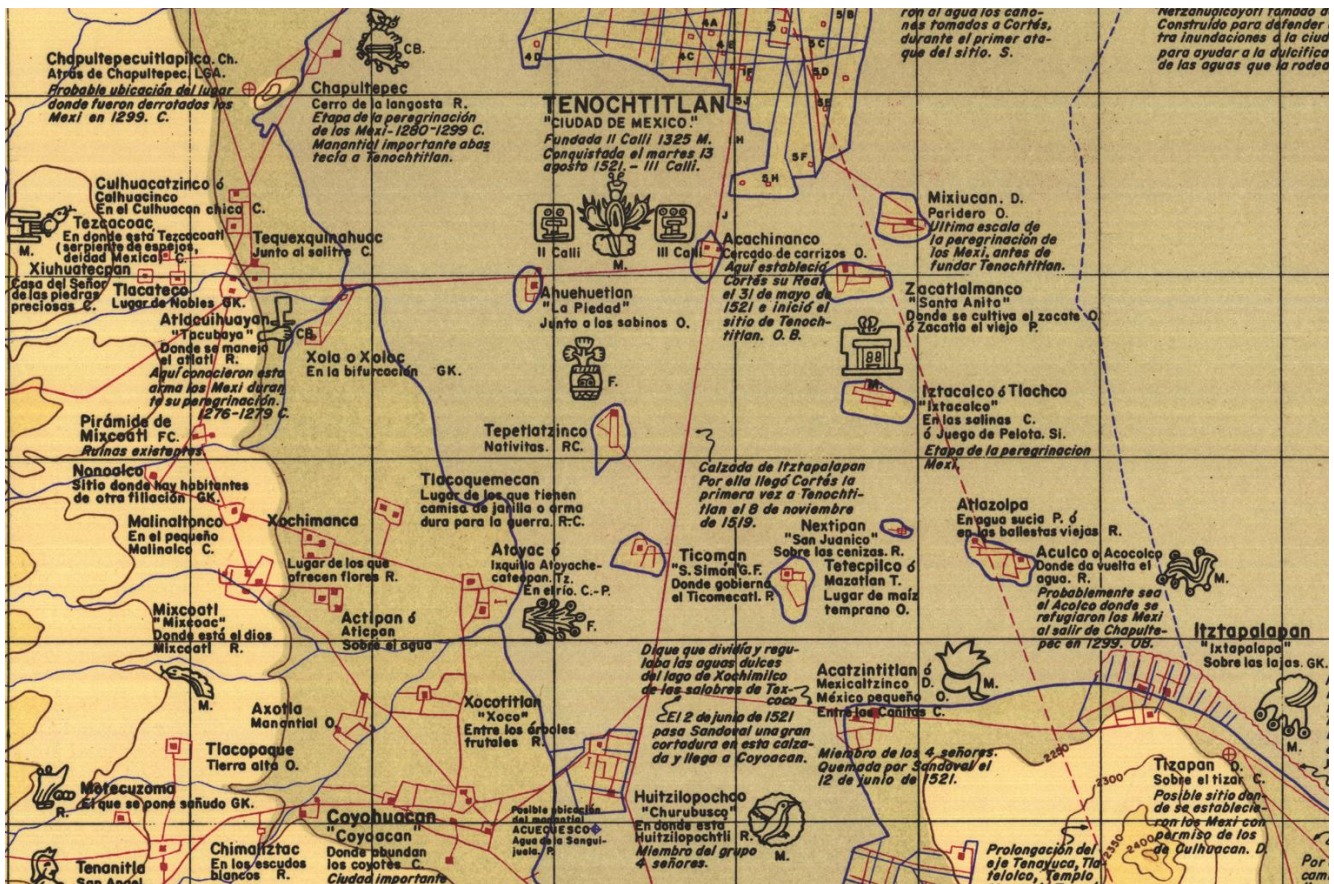


Figura 1.6. Sección del “Plano reconstructivo de la Región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González, 1968.

1.4. Cartografía

La cartografía representa de manera gráfica la superficie del planeta en un mapa. Por otra parte los documentos cartográficos proporcionan información sobre las características del territorio, representando a través de símbolos, elementos naturales y artificiales del entorno, como montañas, bosques, desiertos, ríos, carreteras, ciudades, etc.

En este trabajo fueron empleadas diversas fuentes cartográficas. La base cartográfica del trabajo fue la información contenida en los datos vectoriales editada en formato digital por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2004), correspondiente al Distrito Federal y Zona metropolitana de la ciudad de México. Dicha información está referenciada geográficamente en el sistema de coordenadas *Universal Transversa de Mercator* (UTM) en la proyección North American Datum de 1927 de paralelos y meridianos. Dicha información cartográfica se empleó en diversas aplicaciones, tales como la ubicación de los sondeos geotécnicos o la ubicación de los sitios estudiados.

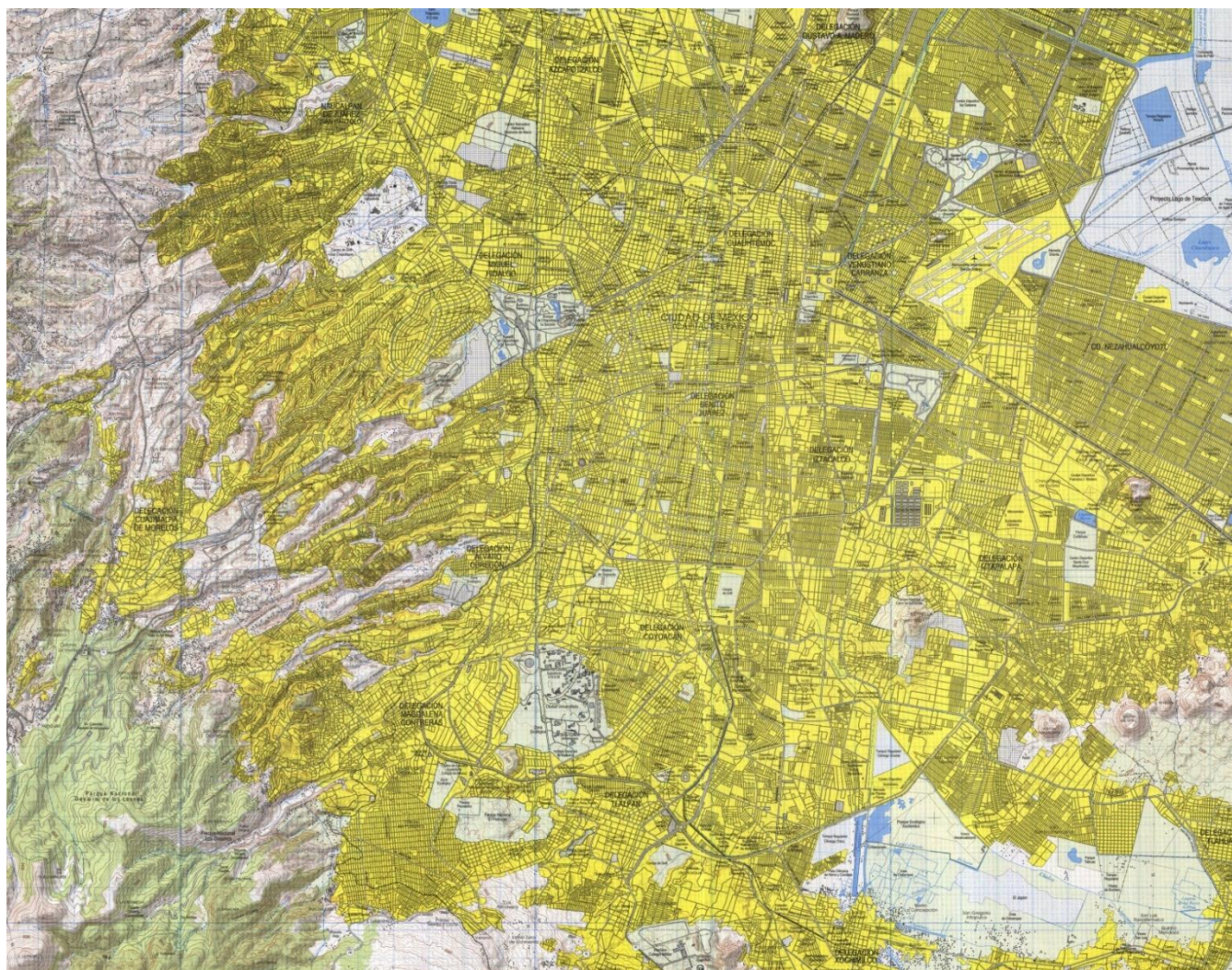


Fig. 1.7. Carta topográfica E14A19 de la Ciudad de México, INEGI 2004.

También se empleó cartografía histórica de los siglos XVIII, XIX y principios del XX. Fue posible encontrar mapas del siglo XVI, pero únicamente se emplearon para consultar las poblaciones existentes en dicha época; debido a la falta de una proporción cartográfica correcta.

Tabla 1.3. Listado de la cartografía histórica empleada.

Cartografía histórica			
	Nombre del plano	Año	Autor
1	Mapa de los alrededores de la ciudad de México.	1555	Atribuido a Alonso de Santa Cruz
2	Plano de Culhuacan y alrededores	1747	Ildefonso Iniesta Bejarano
3	Representación de los lagos de Chalco y Xochimilco	1767	José Antonio Alzáte y Ramírez
4	Plano que se comprende el Curato de Yndios	1768	Anónimo
5	Plano de Compuertas y acequias	1776	Anónimo
6	Representación de la Calzada Vallejo	1794	José Manuel de la Riva
7	Plano sin titulo	1795	Ignacio de Castera
8	Carte de la Vallée de Mexico et des Montagnes voisines	1807	Martín Louis

9	Plano Topográfico del Distrito Federal	1857	Comisión del Valle
10	Carta Hidrográfica del Valle de México	1862	Comisión del Valle
11	Municipalidad de Azcapotzalco	1899	Israel Gutiérrez
12	Plano Oficial de la Ciudad de México	1906	Anónimo
13	Plano del vaso de Texcoco	1906	Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos
14	Plano de la Ciudad de México y sus alrededores	1908	Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos
15	Obras de Provisión de Aguas Potables para la ciudad de México	1910	Anónimo
16	Plano de la Ciudad de México y sus alrededores	1923	Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas
17	Ixtacalco, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
18	Tlahuac, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
19	Azcapotzalco, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
20	San Ángel, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
21	Coyoacan, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
22	General Anaya, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
23	Tlalpan, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
24	Guadalupe Hidalgo, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
25	Xochimilco, zona urbana	1929	José María Puig Casauranc
26	Plano de la Ciudad de México	1929	Dirección de catastro
27	Xochimilco 14Q-h(88)	1951	Secretaría de la Defensa Nacional
28	Chalco 14Q-h(89)	1951	Secretaría de la Defensa Nacional
29	Texcoco 14Q-h(73)	1951	Secretaría de la Defensa Nacional
30	Ciudad de México 14Q-h(72)	1951	Secretaría de la Defensa Nacional

1.5. Fotografías aéreas e imágenes de satélite

La fotografía aérea, desarrollada a principios del siglo XX, ha dado lugar a la creación de un archivo histórico, una ventana del tiempo, que ayuda a conocer con detalle las condiciones naturales de una región en un momento en particular; para el presente caso, la ciudad de México a principios del siglo XX, época en la que la ciudad iniciaba su expansión permitiendo mostrar sitios que no habían sido aun alcanzados por la urbe.

En el presente trabajo, el uso de fotografías aéreas e imágenes de satélite, ayudó en el análisis de ciertas anomalías de la ciudad, al poder consultar fotografías aéreas históricas que muestran las condiciones “originales” de ciertos sitios y compararlas con imágenes actuales. Las fotografías fueron obtenidas del libro de Mario Ramos Girault, titulado *Transporte y Vivienda en el valle de México*, 1973. En dicho libro se encontraron imágenes tomadas por la empresa Aerofoto de los años 1936, 1950, 1963 y 1970. Desafortunadamente no se obtuvieron fotografías aéreas en todos los sitios en estudio. Las imágenes de satélite empleadas, se obtuvieron del software Google Earth.

1.6. Geología

La Geología en su concepción más simple, estudia la composición interior del planeta así como los cambios temporales y espaciales del mismo.

A grandes rasgos, la columna estratigráfica de la Cuenca de México pone en evidencia tres grandes grupos de rocas, calizas del periodo Cretácico, volcánicas del terciario, vulcanitas propias del cierre de la cuenca; y dos depósitos de materiales, aluviales y lacustres depositados en el Cuaternario.

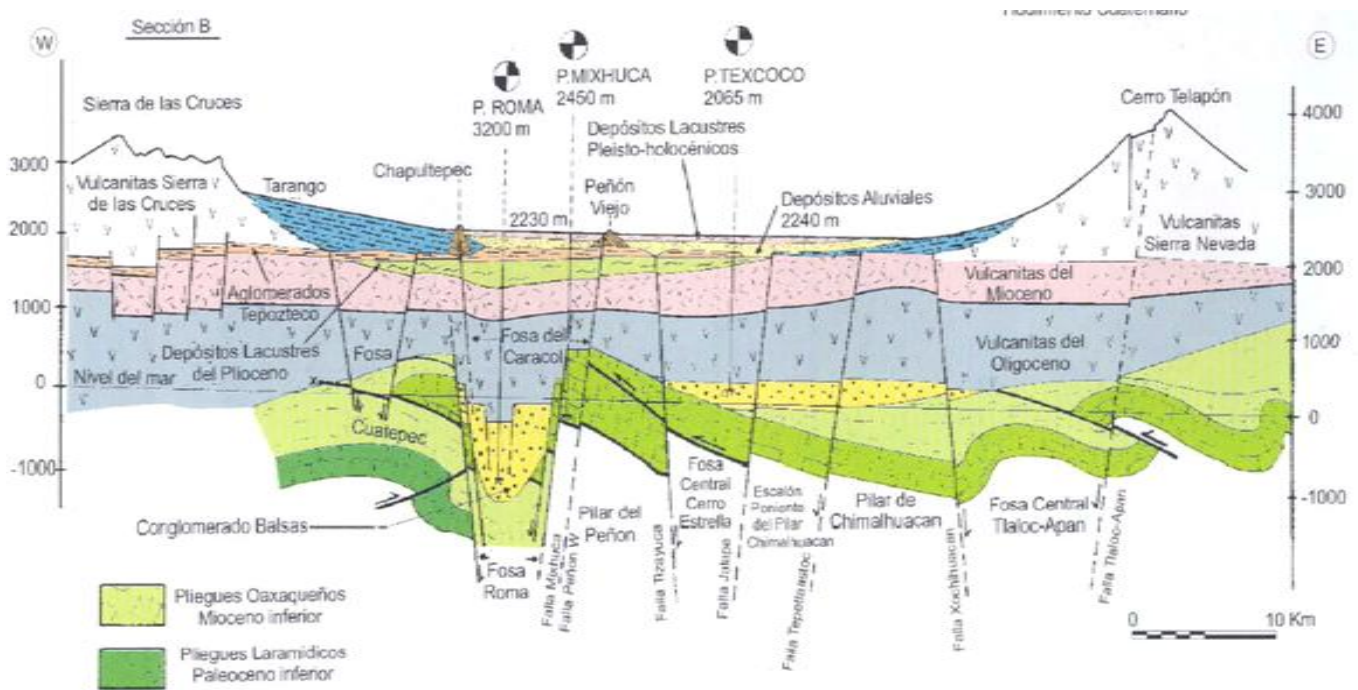


Figura 1.8. Sección geológica Poniente-Oriente de la Cuenca, Federico Mooser (2005).

1.7. Topografía

La información relativa al relieve es fundamental para cualquier proyecto de ingeniería, debido a que permite apreciar la superficie física del terreno, con base en la planimetría y altimetría y las formas y dimensiones de laderas, ríos, volcanes, calderas, conos, fallas, grietas, líneas o superficies de contacto, discontinuidades, valles, cuencas, etc.

La interpretación y el análisis de las características y rasgos generales del relieve (abrupto, medio, suave o plano), ayuda a definir la extensión en longitud y ancho de los depósitos de suelo, rellenos y formaciones geológicas mediante la proyección horizontal en un plano. Generalmente se presenta a través de curvas de nivel indicando su cota, definida como su altura sobre el nivel del mar. También sirve como mapa de fondo para enmarcar los datos de los diferentes estudios que requieren de los rasgos generales de la superficie para elaborar y definir nuevos mapas temáticos (geomorfológicos, orográficos, etc.)

Por otra parte la topografía puede ser útil para fines de zonificación geotécnica, contribuyendo en la definición de fronteras entre las diferentes zonas geotécnicas.

En el presente trabajo se empleó la información topográfica contenida en los datos vectoriales editada en formato digital por el INEGI, año 2004, correspondiente a las cartas E14-A28, E14-A29, E14-B21, E14-A38, E14-A39, E14-B31, E14-A48, E14-A49 y E14-B41. Las curvas de nivel están referenciadas geográficamente en el sistema de coordenadas UTM y en la proyección North American Datum de 1927 de paralelos y meridianos.

La zona de estudio se asienta totalmente sobre la planicie lacustre de la cuenca de México. Se trata de una superficie casi horizontal constituida por sedimentos volcánicos y aluviales, cuya pendiente es inferior a los cuatro grados de inclinación.

Las representaciones gráficas acerca del relieve de la superficie del terreno mediante modelos analógicos y físicos siempre han constituido una tarea muy laboriosa y casi en desuso. Actualmente y empleando las nuevas herramientas computacionales ha sido posible la elaboración de un modelo de relieve sombreado, generado a partir de un conjunto de datos numéricos que representan la distribución espacial de la altitud de la superficie terrestre. Bajo el nombre de Modelo Digital del Terreno (MDT) se entiende al conjunto de datos numéricos que describen las características del terreno. Los MDT son una versión digital de los mapas topográficos convencionales por lo que, en ocasiones, han sido denominados mapas virtuales. Un MDT puede definirse en forma más completa y precisa como una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua (altura o elevación, pendiente, etc.). Los modelos de relieve sombreado, de pendiente, de alturas, etc., se construyen a partir de los MDT. En la figura 1.9, se muestra el modelo de relieve sombreado empleado en el presente trabajo.

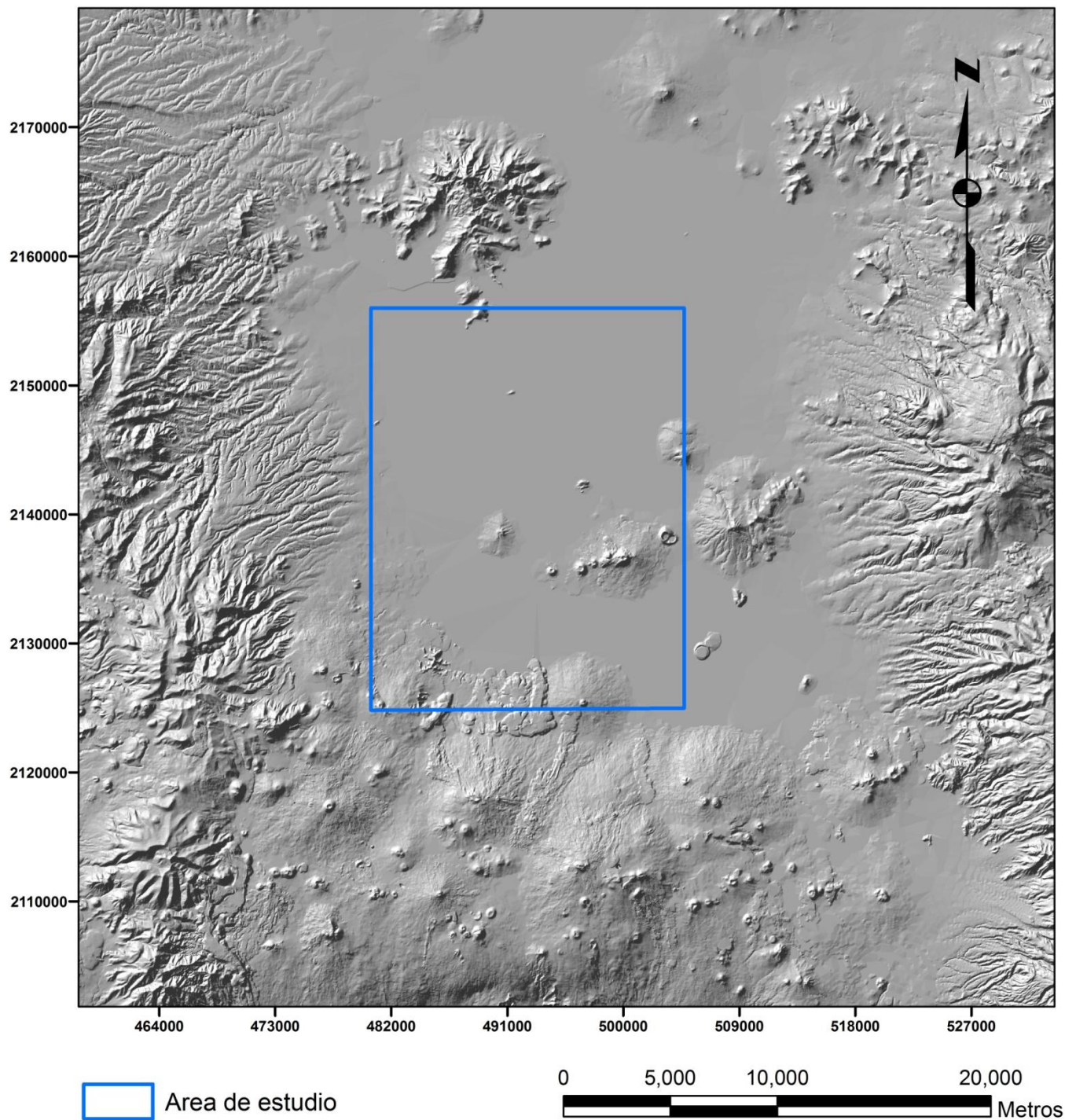


Figura 1.9. Modelo de Relieve Sombreado, Laboratorio de Geoinformática, UNAM, 1999.

1.8. Información geotécnica

1.8.1. Trabajos previos

Debido a sus características particulares, el subsuelo de la ciudad de México ha sido objeto de innumerables estudios. Desde la época prehispánica, existían personas especializadas en la construcción de edificaciones en el suelo suave de la zona de lago de la ciudad. Así también en la época colonial, los diseñadores tuvieron que aprender a lidiar con las difíciles condiciones del subsuelo.

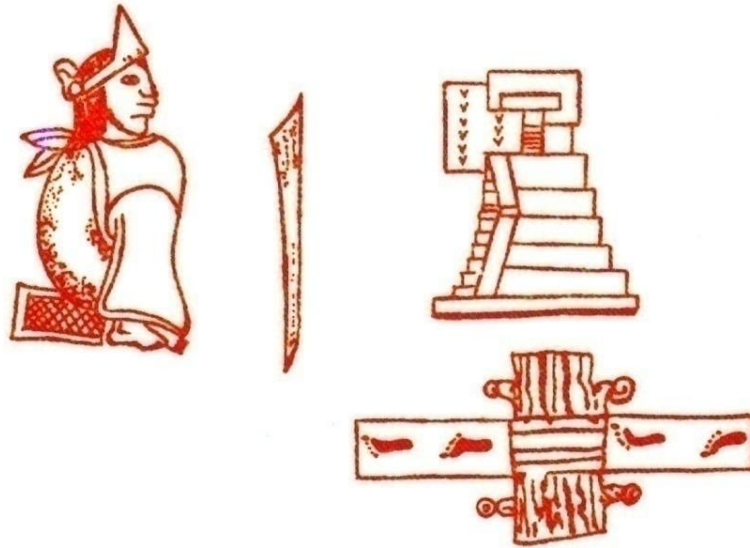


Figura 1.10. Geotecnista tenochca (Código Mendocino p. 64, citado en Memoria de las obras del Sistema de drenaje Profundo del Distrito Federal, 1975).

Pero no fue sino hasta comienzos del siglo XX en que se empezó a tener una idea más clara de los fenómenos que ocurren en el subsuelo de la ciudad. En el año de 1925 el Ingeniero Roberto Gayol expuso su descubrimiento accidental del hundimiento de la ciudad de México, suceso que causó gran polémica en su época. Pero no fue sino hasta mediados del siglo XX, que el Dr. Nabor Carrillo Flores pudo explicar dicho fenómeno.

En 1942 se creó la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC) y bajo la dirección de Nabor Carrillo, se emprendió el primer estudio científico del subsuelo de la ciudad de México para entender la problemática del mismo y tratar de dar soluciones.

Entre 1947 y 1952 se efectuaron gran número de sondeos y se hicieron ensayos sobre más de 10,000 especímenes extraídos del subsuelo, con lo que comenzó a tenerse una idea más correcta de la distribución de los materiales y de sus propiedades mecánicas. Se instalaron las primeras estaciones piezométricas en varios puntos de la ciudad a fin de conocer las alteraciones en las presiones hidrostáticas y sus nexos con el hundimiento regional. Este largo periodo de estudios e investigaciones sobre la distribución de los materiales del subsuelo y sus propiedades mecánicas, culminó en la publicación del libro “El Subsuelo de la Ciudad de México” (Marsal y Mazari, 1959). En esta obra, de

extraordinario alcance y acuciosidad, se propone una división del área urbana en tres zonas geotécnicas: lomas, transición y lago (Figura 1.11).

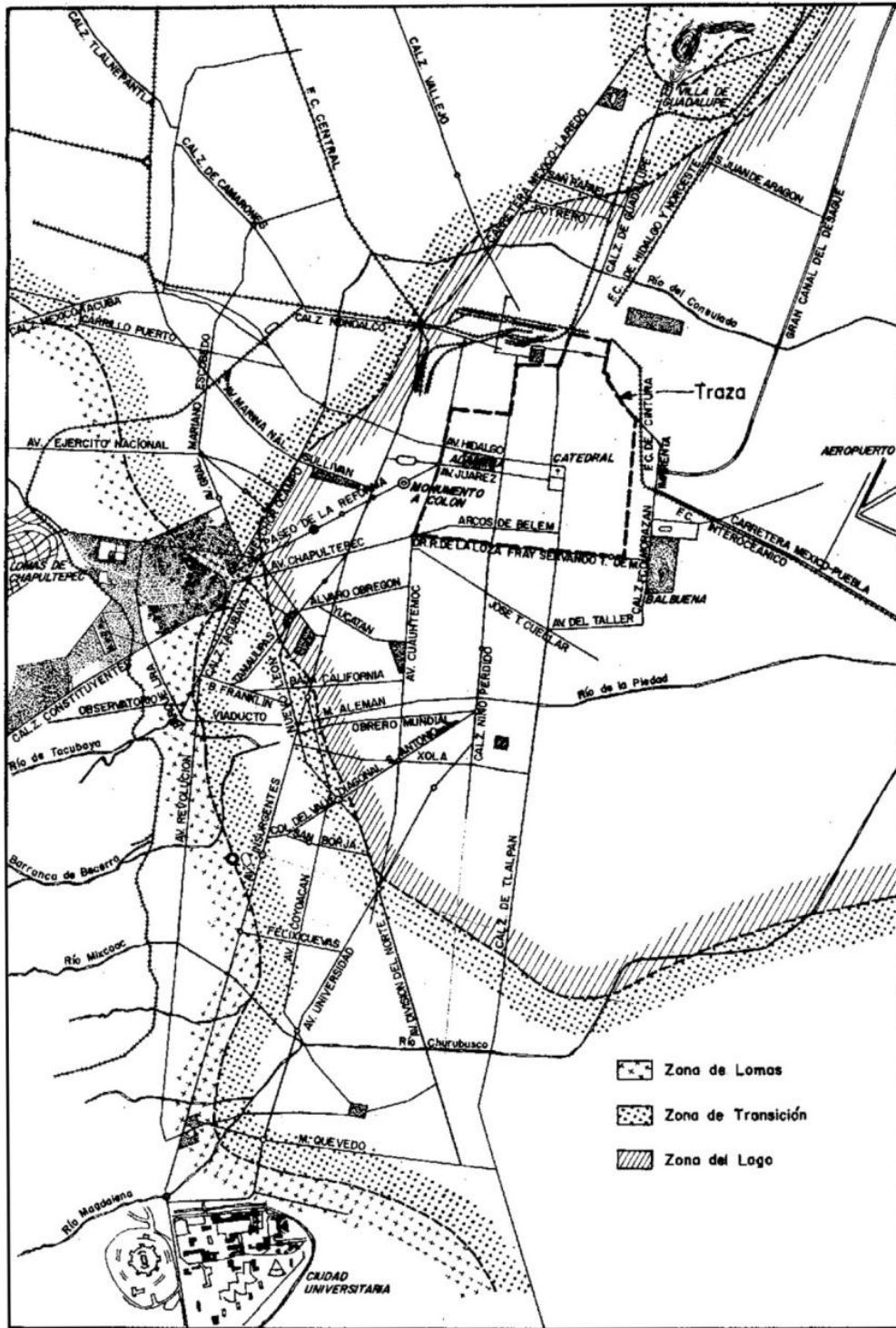


Figura 2.11. Zonificación de la ciudad de México (Marsal y Mazari, 1959).

El segundo es un estado del conocimiento sobre el subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del valle de México (Diversos autores, SMMS, 1978) que, por primera vez, no solamente se interesaron en la Ciudad de México sino en el valle propiamente dicho, al cubrir zonas ya densamente pobladas pero consideradas hasta este momento periféricas como: Naucalpan, Tlalnepantla, Ecatepec, Atizapán, Cuautitlán, Tepotzotlan, Xochimilco y Chalco.

Hacia 1978, Raúl J. Marsal presentó una zonificación geotécnica, tomada del número CH-G1003 de la Comisión de Aguas del Valle de México de noviembre de 1978, realizada por R. del Castillo Muris (Figura 1.13). Esta zonificación se basa en la geología descrita por Federico Mooser (1956), en diversos sondeos realizados en la época y en la disposición de las grandes masas observadas superficialmente. En esta zonificación se distinguen tres áreas importantes: lacustre, aluvial y pétreo, además de mencionar las zonas de transición que puede ocurrir en las fronteras de las formaciones pétreo, aluvial y lacustre, estableciendo una distinción entre transición progresiva, interestratificada y abrupta.

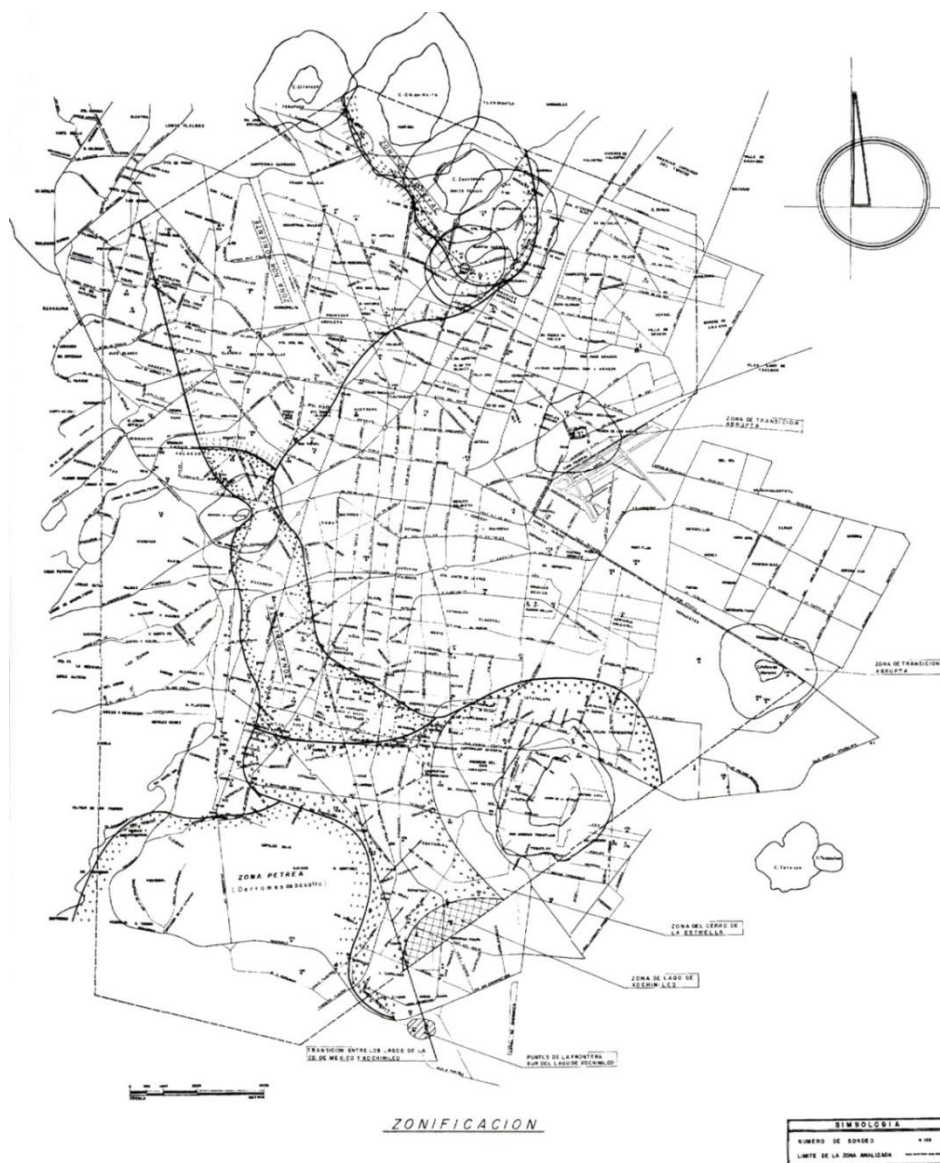


Figura 1.13. Zonificación geotécnica de 1978.

En 1986 la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) publicó en su “Manual de Exploración Geotécnica”, una zonificación geotécnica del área urbana, basada en las propiedades de compresibilidad y resistencia de los depósitos característicos de la Cuenca: lacustres, aluviales y volcánicos.

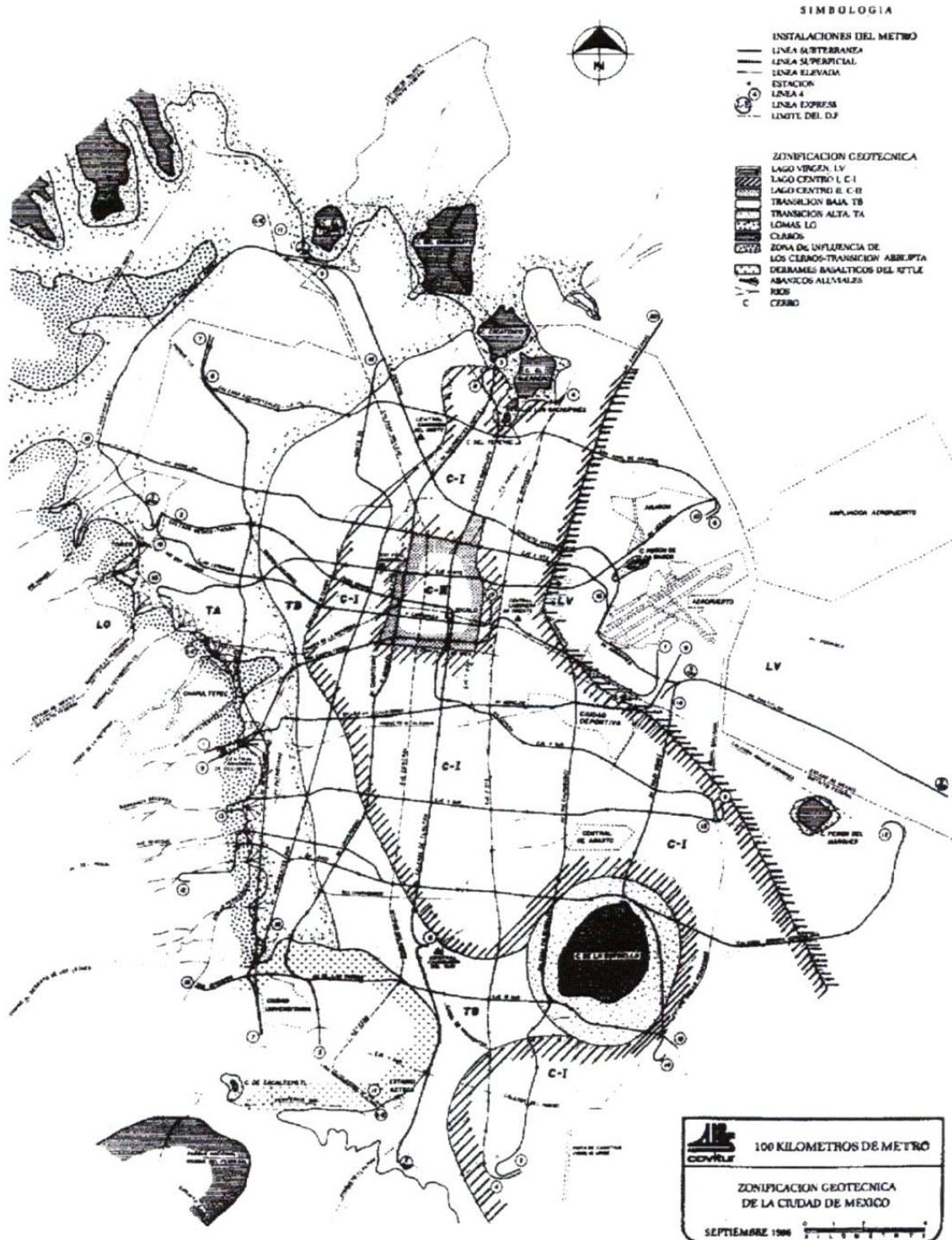


Figura 1.14. Mapa de zonificación Geotécnica propuesta por COVITUR, 1986.

A raíz de los sismos de septiembre de 1985, se realizaron exploraciones en diferentes sitios del valle (Jaime y Romo, 1987; Ovando et al. 1988) cuyos resultados combinados con la información recopilada anteriormente, permitieron definir el mapa mostrado, en forma simplificada, en la figura 1.15, realizado por M. Mendoza, que fue básicamente el que se introdujo en el Reglamento de Construcciones de 1987 y se conservó en el de 1995.

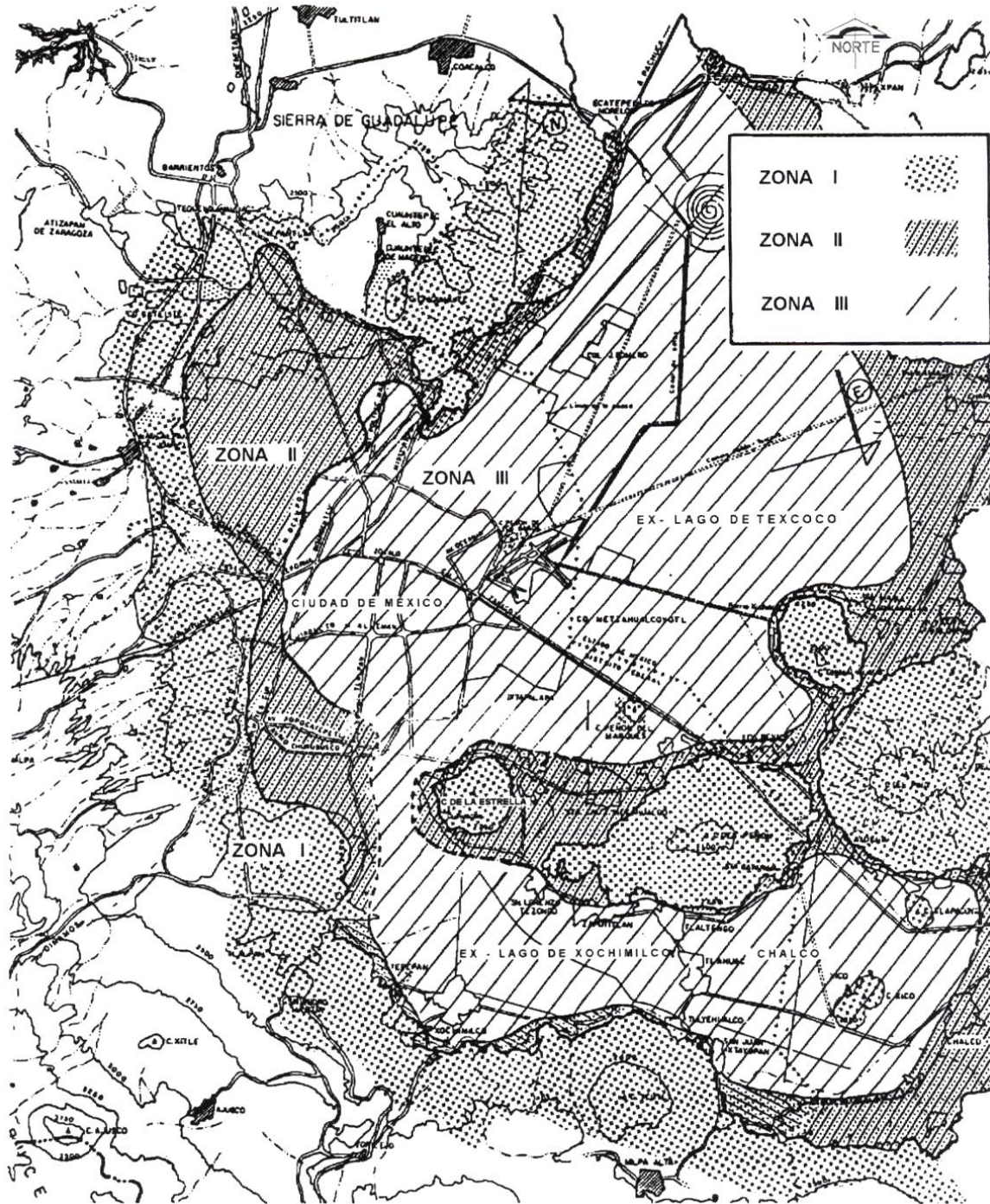


Figura 1.15. Zonificación geotécnica de 1987.

Los esfuerzos realizados por el Instituto de Ingeniería, con la colaboración de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (actualmente Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica) y el apoyo del Gobierno del Distrito Federal, han permitido mejorar la zonificación geotécnica del valle de México y definir cada vez con mayor precisión las fronteras que delimitan las Zonas I (Lomas), II (Transición) y III (Lago). En los últimos años, se han realizado numerosos estudios sobre el subsuelo con el propósito de afinar y ampliar el mapa de zonificación geotécnica del Valle de México. Entre estos trabajos se puede mencionar el trabajo titulado, “*Contribución a la zonificación geotécnica de la zona poniente de la Ciudad de México*” (Jiménez, 2007), donde se elaboró una propuesta de zonificación geotécnica con base en la información disponible de la zona. En el mismo año, se presentó también la “*Zonificación geotécnica de la zona norte del Valle de México*” (Valencia, 2007), en el cual se buscó detallar la zonificación en esta parte de la ciudad que presenta gran incertidumbre geotécnica. El trabajo “*Caracterización geotécnica del subsuelo del centro histórico de la Ciudad de México*” (Tenorio, 2009) presenta, a partir de un gran número de sondeos geotécnicos, un modelo digital del subsuelo del centro histórico, que muestra el espesor y la distribución espacial de los rellenos arqueológicos en esta zona.

La división en tres zonas se ha conservado en la reglamentación a través de los años por las grandes ventajas que presenta su sencillez para los ingenieros. Sin embargo, se sabe que existen numerosas subzonas y sitios particulares en los que la estratigrafía local difiere significativamente de la considerada como típica de cada zona. Es por esto que los trabajos de zonificación geotécnica continúan, dando mayor certidumbre a la distribución de los materiales en el subsuelo del valle de México.

1.8.2. Zonificación Geotécnica del Distrito Federal

En el capítulo 2.2 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del actual Reglamento de Construcción del Distrito Federal (GDF 2004a), se da una descripción de las tres zonas identificadas por Marasl y Mazari, así como un mapa de zonificación geotécnica en donde se muestran las zonas I, II y III.

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

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

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

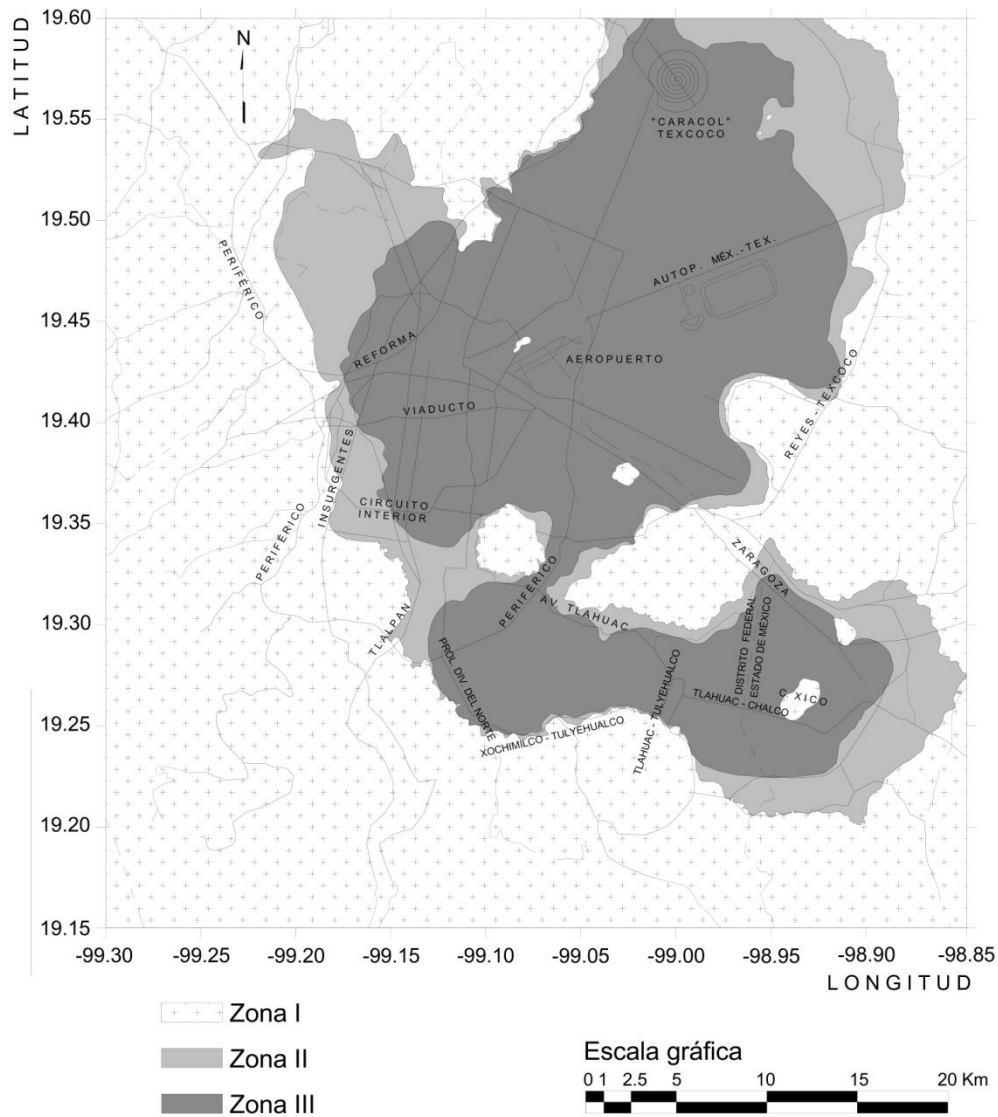
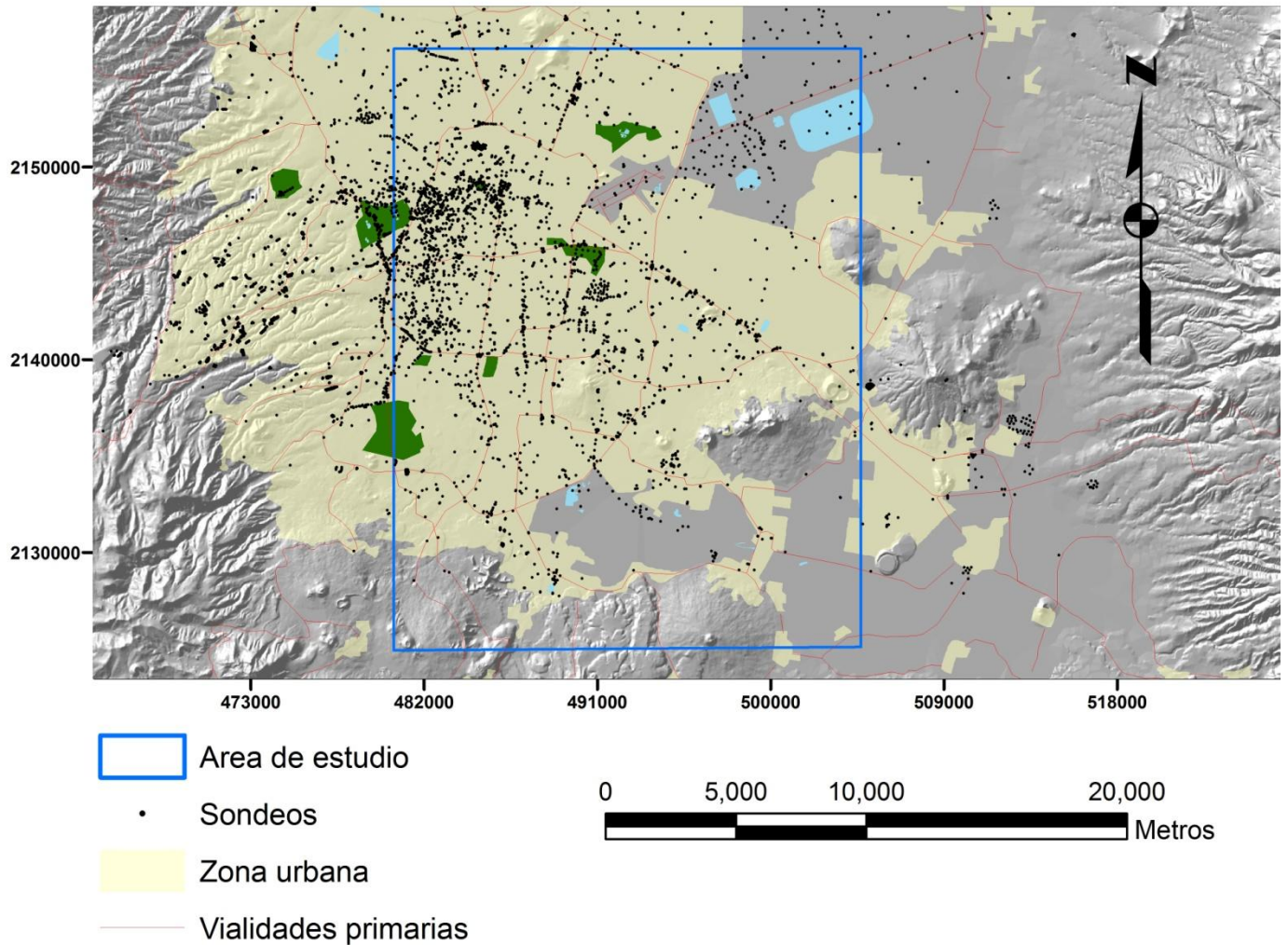


Figura 1.16. Mapa de zonificación geotécnica (GDF, 2004b).

1.8.3. Sondeos geotécnicos

La información puntual sobre el subsuelo, proporcionada por los diferentes sondeos geotécnicos disponibles, representa el elemento más significativo del marco físico para el estudio de la caracterización de anomalías geotécnicas. Lo anterior, se debe a que brinda de forma detallada, la estratigrafía y la variación con la profundidad de las propiedades del subsuelo.

Para el presente trabajo se recurrió al uso y consulta de la enorme base de datos del Sistema de Información Geográfica para Sondeos Geotécnicos (SIG-SG) que desarrolló el laboratorio de Geoinformática del Instituto de Ingeniería de la UNAM y que actualmente almacena en formato digital más de 7,000 sondeos.



1.17. Sistema de Información Geográfica para Sondeos Geotécnicos.

Para el análisis del subsuelo de los sitios estudiados, se analizaron 73 sondeos geotécnicos de los más de 7,000 existentes en el Sistema SIG-SG, debido a que solo estos se encontraron dentro o en los alrededores de las anomalías estudiadas. En la figura 1.18 se muestra la distribución de los sondeos en base al tipo de exploración realizada. Se observa que los sondeos de cono eléctrico y mixto representan más de la mitad de los sondeos utilizados.

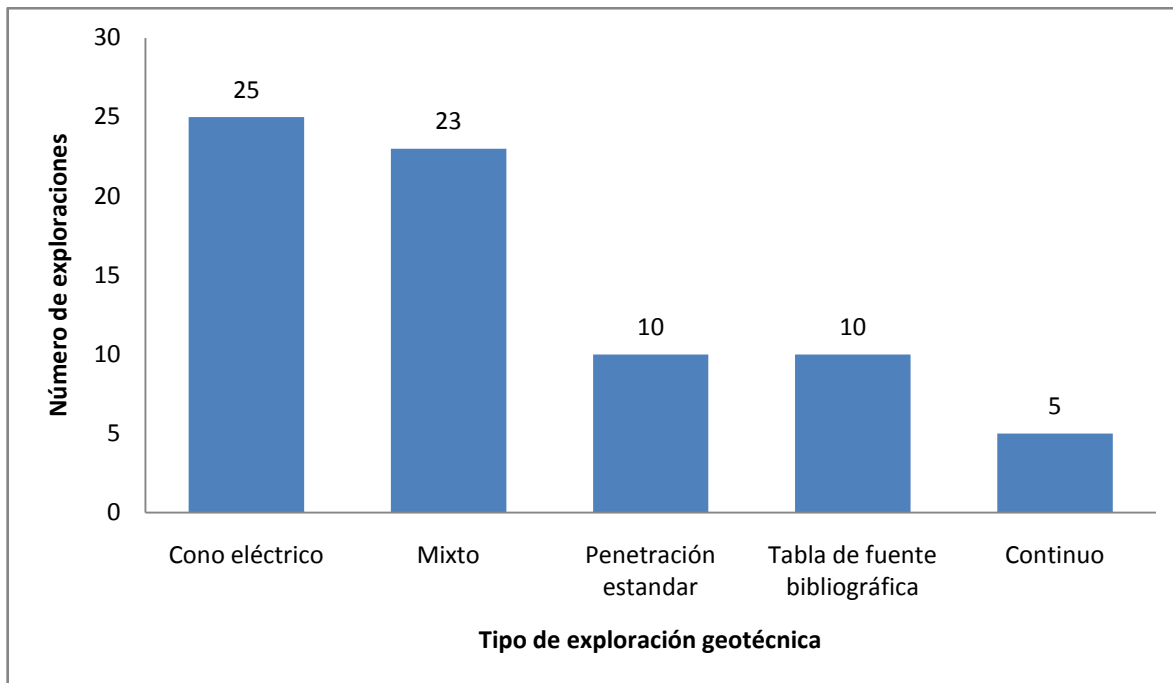


Figura 1.18. Distribución de los sondeos según el tipo de exploración.

En el Anexo E, se muestran a detalle los 73 sondeos utilizados.

1.8.4. Modelo estratigráfico

El área de estudio del presente trabajo corresponde a las Zona II (transición) y Zona III (lago) de la zonificación geotécnica, por lo que a continuación se da una breve explicación de la estratigrafía característica de dichas zonas.

Zona II, de transición.

La Zona II, se caracteriza en presentar condiciones estratigráficas del subsuelo que varían en forma extraordinaria de un punto a otro del área urbanizada. En general, se tienen superficialmente los depósitos arcillosos o limosos orgánicos de la formación Becerra, cubriendo a estratos de arcilla volcánica muy compresibles y de espesores variables intercalados con capas de arena limosa compacta o arena limpia, las cuales descansan sobre potentes mantos en los que el material predominante es la grava y la arena (Marsal y Mazari, 1959).

Zona III, del lago.

La zona del lago, presenta grandes depósitos de arcillas de alta plasticidad y muy compresibles y que con la sobre explotación de los acuíferos, ocasionan el problema de hundimiento regional en esta zona, generando grandes problemas en la infraestructura de la ciudad de México.

Una gran sección de la región urbanizada sobre los depósitos lacustres se caracteriza por presentar suelos con la siguiente estratificación:

Costra superficial: constituida por depósitos areno-arcillosos o limosos con abundancia de restos arqueológicos, o bien de rellenos artificiales. Este estrato puede alcanzar hasta los 10 metros de profundidad en algunas zonas de la ciudad.

Formación arcillosa superior: formada por arcillas volcánicas extraordinariamente compresibles comprendidas entre blanda y media, intercaladas con pequeñas capas o lentes de materiales endurecidos por secado solar y de arena, su potencia total oscila entre 15 a 32 m de profundidad.

Primera capa dura: de unos 3 metros de espesor, constituida por suelos arcillosos o areno-limosos, compactos y rígidos, se encuentra a 33 m bajo la superficie aproximadamente. Gran número de edificios de la ciudad se encuentran cimentados sobre este estrato.

Formación arcillosa inferior: de características similares a la formación arcillosa superior, presenta arcillas volcánicas, aunque más comprimidas y resistentes.

Depósitos profundos: compuestos de arena con grava, separados por estratos de limo o arcilla arenosa.

(Marsal y Mazari, 1959)

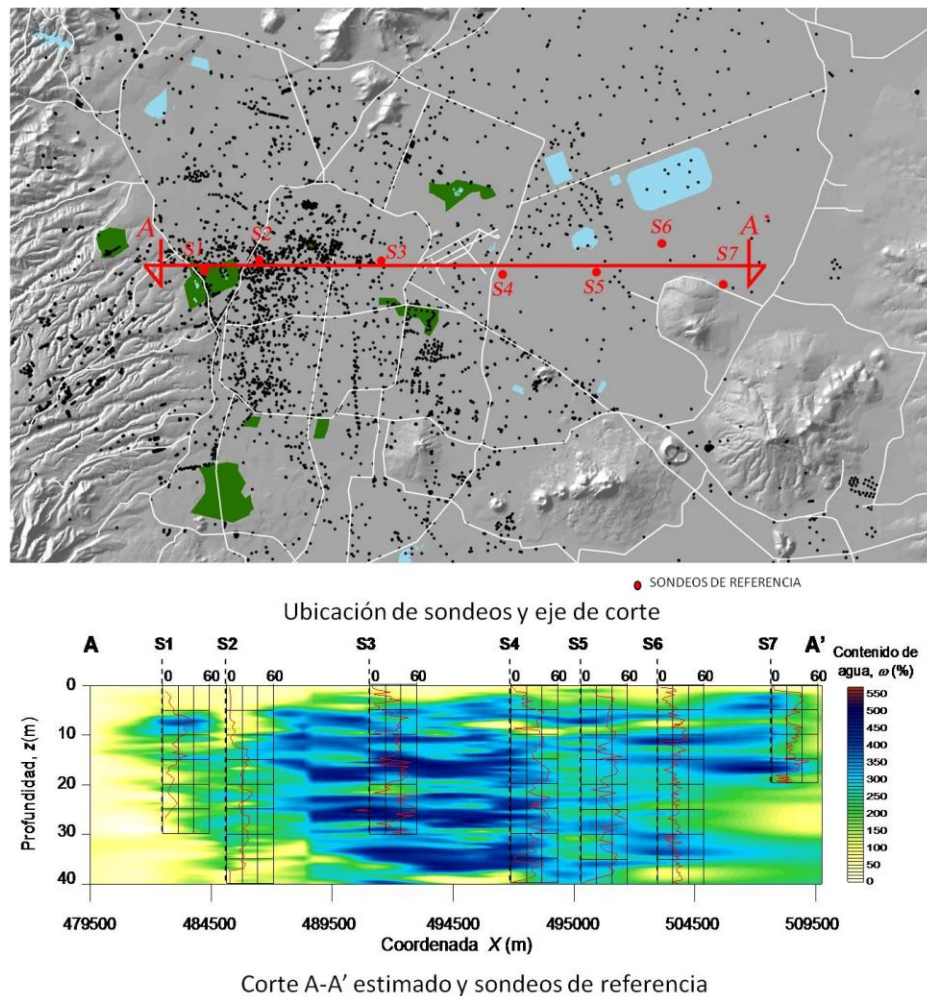


Figura 1.19. Estimación del contenido de agua en una sección poniente a oriente de la Ciudad de México, Laboratorio de geoinformática (2000).

2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE ANOMALÍAS

2.1. Tipos de anomalías

Una anomalía se define como una irregularidad presente en algún medio homogéneo. En consecuencia, una anomalía geotécnica es la que ostenta una discordancia estratigráfica que puede ser de origen Natural o Antropogénico. Las anomalías geotécnicas hasta ahora identificadas en el área de estudio se localizan en los depósitos lacustres (Zona III, Lago) y aluvial –lacustres (Zona II, Transición) de la zonificación geotécnica vigente y que se encuentra en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (NTC-RCDF) (GDF, 2004b).

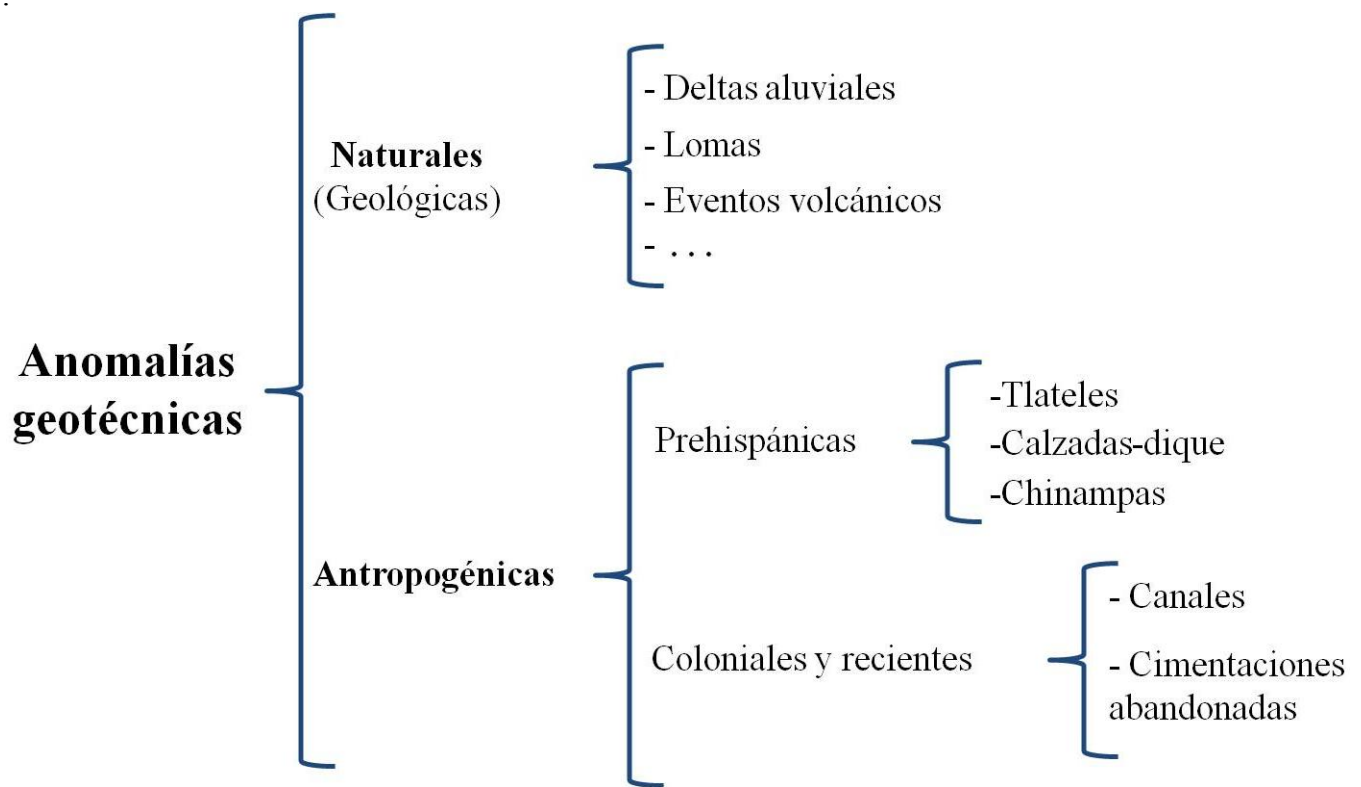


Figura 2.1. Clasificación y tipos de anomalías geotécnicas.

2.1.1. Anomalías naturales

En la zona lacustre y aluvio-lacustre del valle de México existen numerosas anomalías geológicas muy visibles como los cerros del Peñón, de la Estrella, del Márquez, Tepetzingo, Huatepec, Xico, y Tlapacoya, constituidos generalmente por domos de origen volcánico y bien conocidos por los ingenieros geotécnicos (figura 2.2). Otras relativamente fáciles de apreciar son las que denominamos como lomas. Sin embargo, existen también anomalías naturales más difíciles de identificar que se manifiestan por la presencia de estratos que difieren del modelo estratigráfico de Marsal y Mazari, 1959 (Costra Superficial, Serie Arcillosa Superior, Capa Dura, Serie Arcillosa Inferior y Depósitos Profundos).

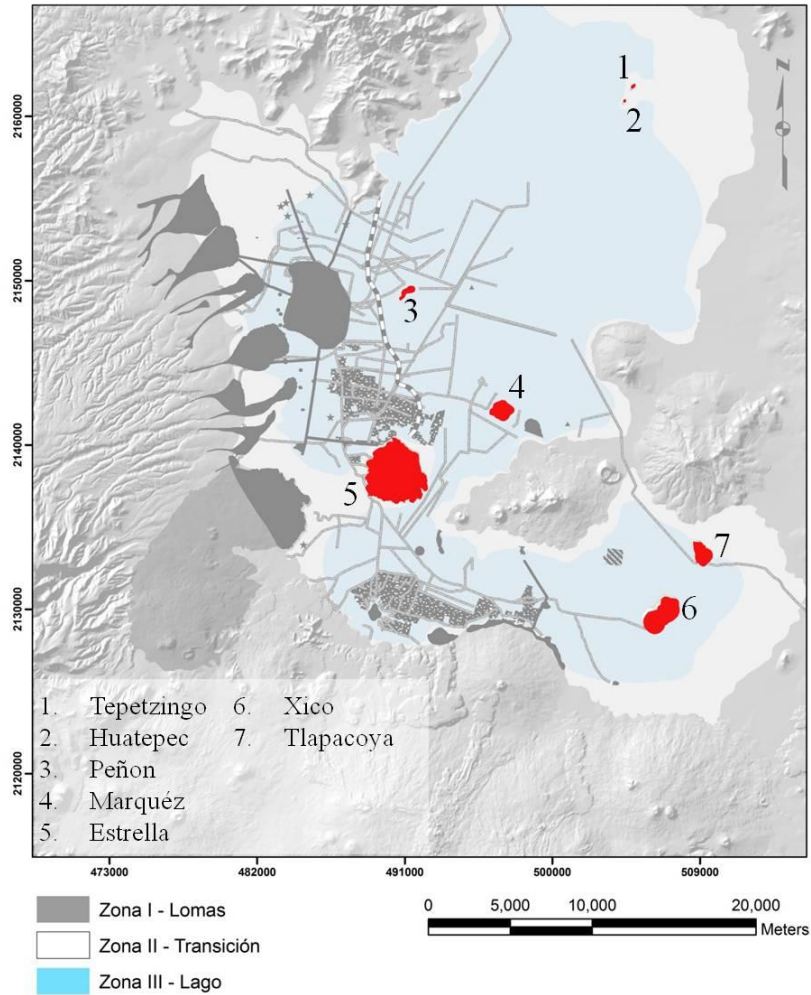


Figura 2.2. Cerros presentes en la zona lacustre.

2.1.2. Anomalías antropogénicas

El territorio del Valle de México ha sido modificado desde que el hombre antiguo decidiera instalarse en la región, separando lagos, desviando cauces, desecando los lagos, deforestando, etc. Gran cantidad de las anomalías presentes en los extensos depósitos lacustres y aluvio-lacustres del Valle de México son el resultado de construcciones realizadas a lo largo de diversas épocas. Desde el establecimiento de poblaciones en el interior de los lagos en la época prehispánica, la construcción de la ciudad colonial, hasta la explosión demográfica y urbana de la actualidad, el subsuelo ha sufrido grandes modificaciones por las construcciones que han sido realizadas en él.

El presente trabajo divide a las anomalías antropogénicas en dos tipos:

Prehispánicas, aquellas que representan restos de estructuras construidas antes de la conquista europea, tales como islotes artificiales restos de pirámides, chinampas y calzadas dique, mismas que fueron destruidas y enterradas para dar paso a las estructuras coloniales.

Coloniales y recientes, que son originadas por rellenos artificiales o restos de estructuras construidas posteriormente a la conquista española.

2.2. Caracterización geotécnica

Numerosos proyectos realizados en el territorio del Valle de México, por parte del grupo del Laboratorio de Geoinformática, han permitido identificar las anomalías geotécnicas presentes en las zonas lacustre y aluvial-lacustre del Valle. Se contabilizaron 227 anomalías geotécnicas, tanto naturales como antropogénicas que se presentan a continuación.

2.2.1. Anomalías naturales

Anomalías geomorfológicas

En la periferia de la zona lacustre es común encontrara anomalías que pueden asociarse con estructuras geológicas sepultadas o semi sepultadas. Se han identificado en particular tres anomalías geomorfológicas de este tipo pertenecientes a la Sierra de Santa Catarina y que la población nativa las denomina como lomas.

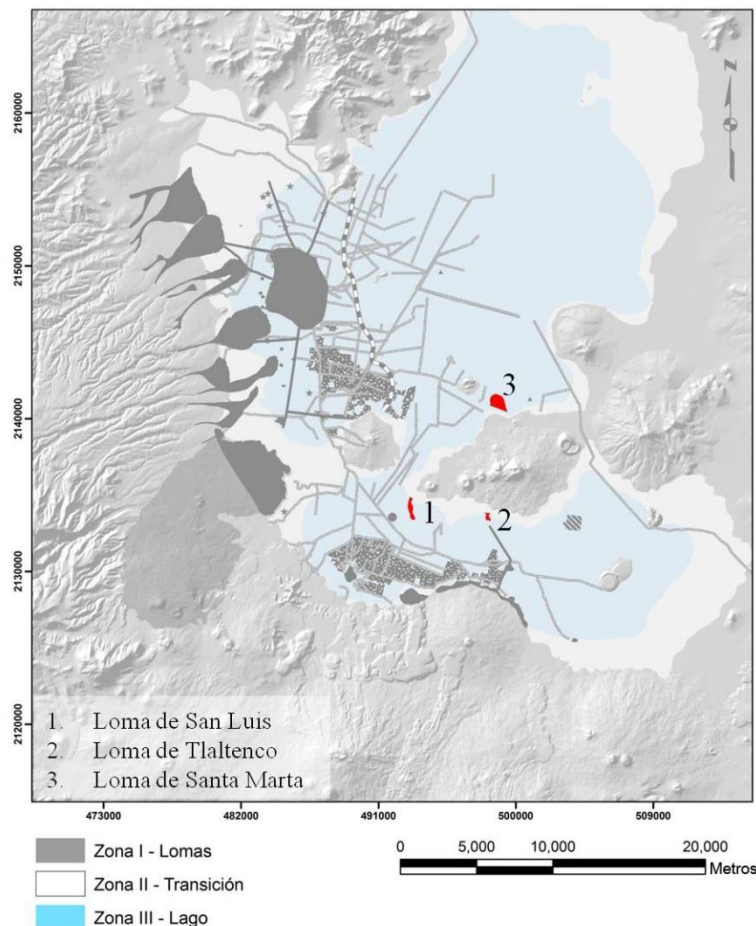


Figura 2.3. Anomalías geomorfológicas.

La primera, se ubica en la ladera sur-poniente de la Sierra de Santa Catarina en las cercanías de San Lorenzo Tezonco y se adentra en el ex lago de Xochimilco a semejanza de una escollera, tal como se señala en color rojo sobre el Plano de la ciudad de México de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas de 1927 de la figura 2.4.

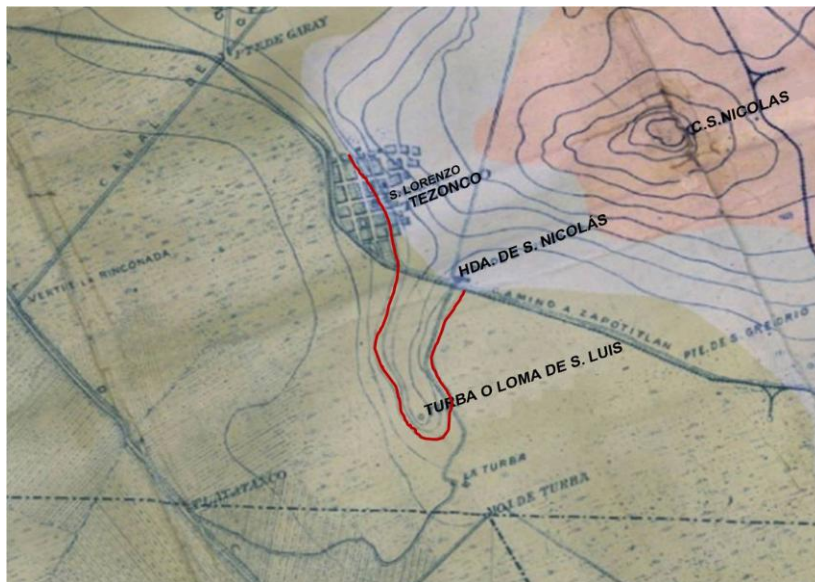


Figura 2.4. Sección del plano de la ciudad de México, SCOP, 1927.

A lo largo de la cara poniente de esta anomalía, conocida como Loma de San Luis, se generan grietas del tipo de transición abrupta, que son las que mayor daño causan a las edificaciones en general, como lo ocurrido en la ExHacienda de San Nicolás (figura 2.5).

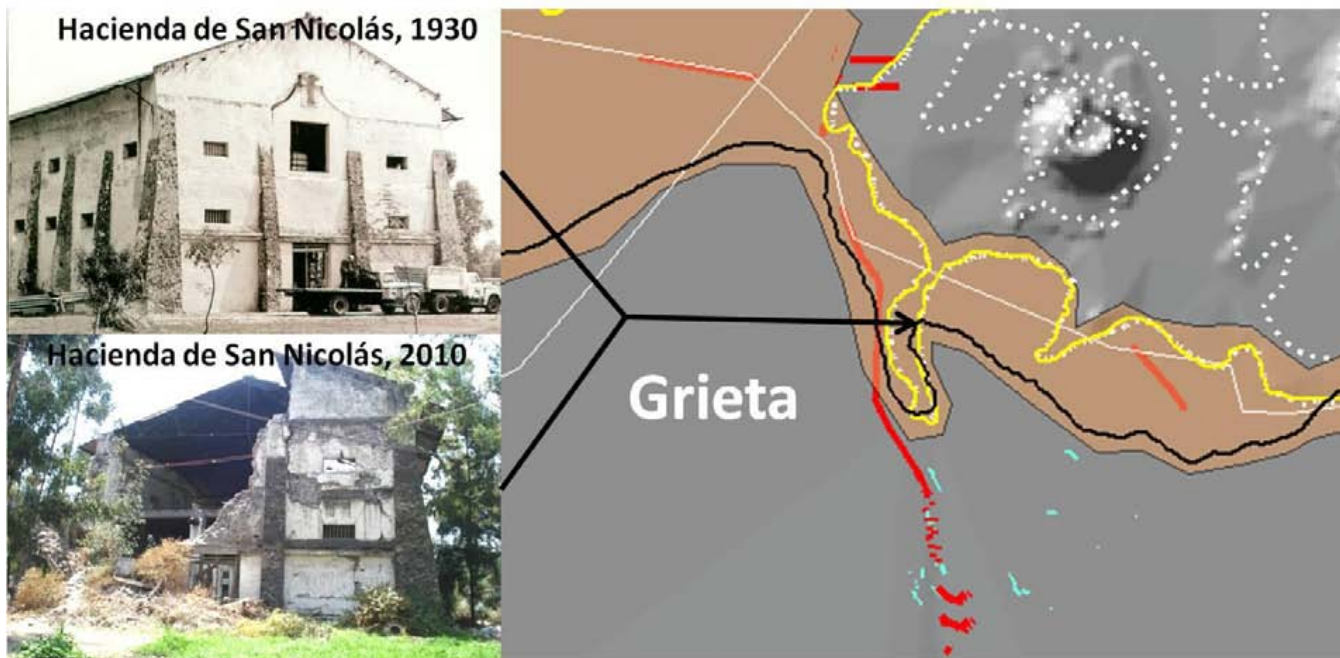


Figura 2.5. Daños ocasionados por la generación de una grieta en la Loma de San Luis.

La segunda, ubicada en la ladera norte de la sierra de Santa Catarina muy cerca de la antigua localidad de Santa Marta Acatitla y también es causa de agrietamientos tal como se muestra en el mapa de la problemática de agrietamiento en los alrededores de la Sierra de Santa Catarina de la figura 2.6.

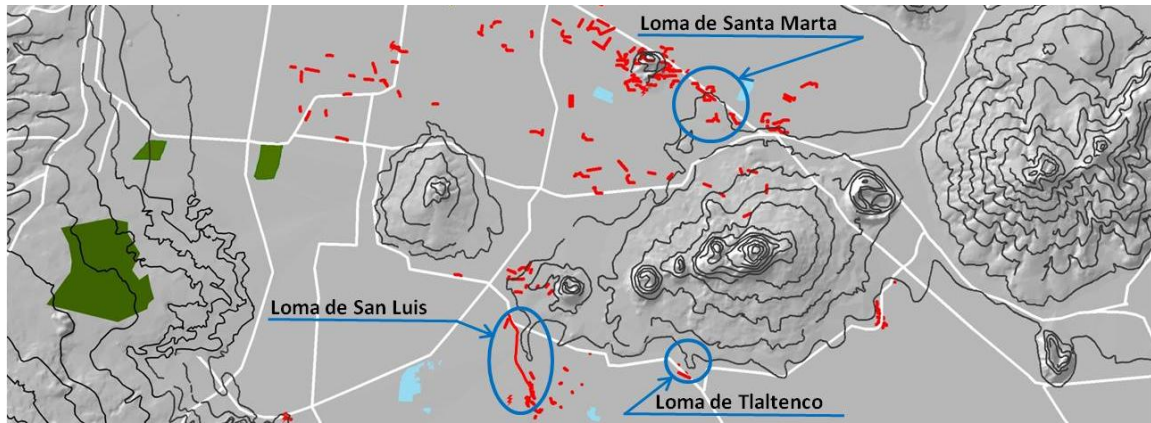


Figura 2.6. Problema de agrietamiento en alrededores de la Sierra Santa Catarina.

Anomalías estratigráficas asociadas a eventos geológicos recientes.

Las erupciones geológicamente recientes han contribuido a modificar en algunos sitios particulares la secuencia estratigráfica típica de la zona lacustre.

Anomalías de gran importancia para la ingeniería geotécnica están asociadas con los derrames volcánicos recientes que se han presentado en el sur del valle. En las zonas con estas características, no es raro encontrar suelos blandos lacustres bajo la roca basáltica. En la zona de contacto entre colada basáltica y suelo blando se observa un estrato delgado de suelo metamorfozido por las altas temperaturas. Este tipo de situación debe esperarse en el frente de las principales coladas que invadieron la zona lacustre como las coladas del Xitle, de Xicomulco y la del volcán Teuhtli en Tulyehualco (figura 2.7).

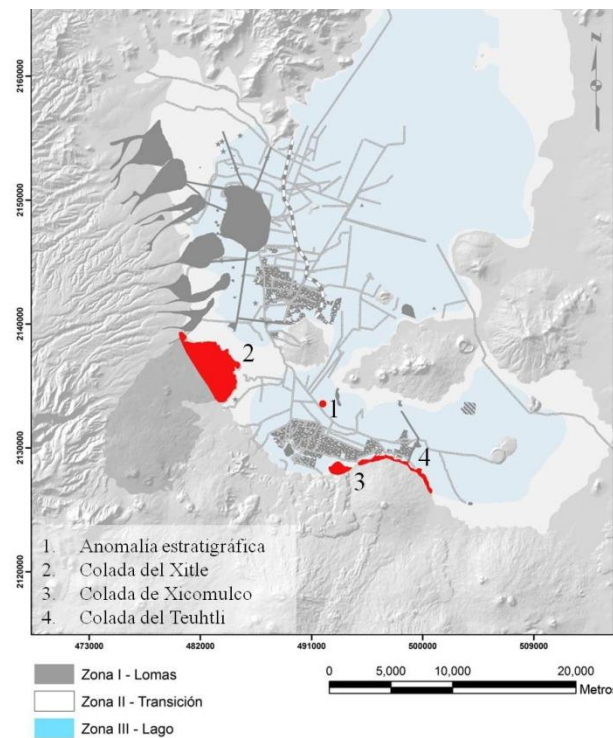


Figura 2.7. Anomalías asociadas a eventos volcánicos recientes.

Otra anomalía asociada con erupciones recientes es la que se muestra en la figura 2.8, donde puede apreciarse la existencia, en la parte superior de la formación arcillosa superior, de un estrato de toba de espesor apreciable. Esta anomalía, encontrada en el lago de Xochimilco tuvo probablemente su origen en un evento volcánico que arrojó una nube piroclástica sobre la zona lacustre.

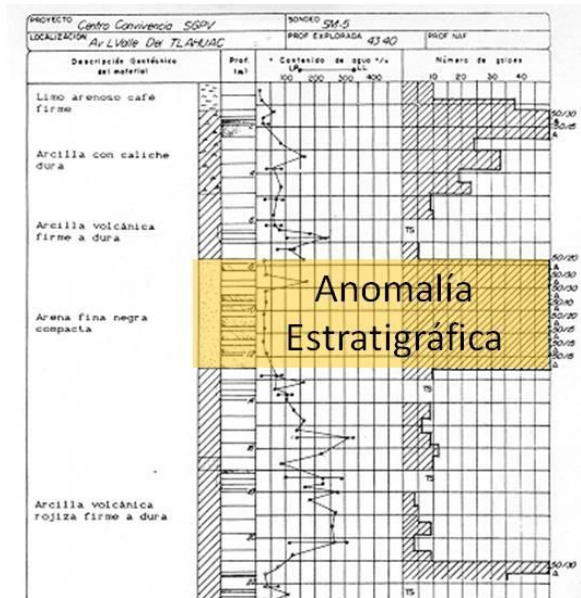


Figura 2.8. Sondeo en el que se marca en color, el estrato de toba.

El hundimiento regional provocado por la extracción de agua del acuífero, ha provocado la ruptura de esta capa dura de toba, lo que ha generado graves problemas de agrietamiento en la zona (figura 2.9).

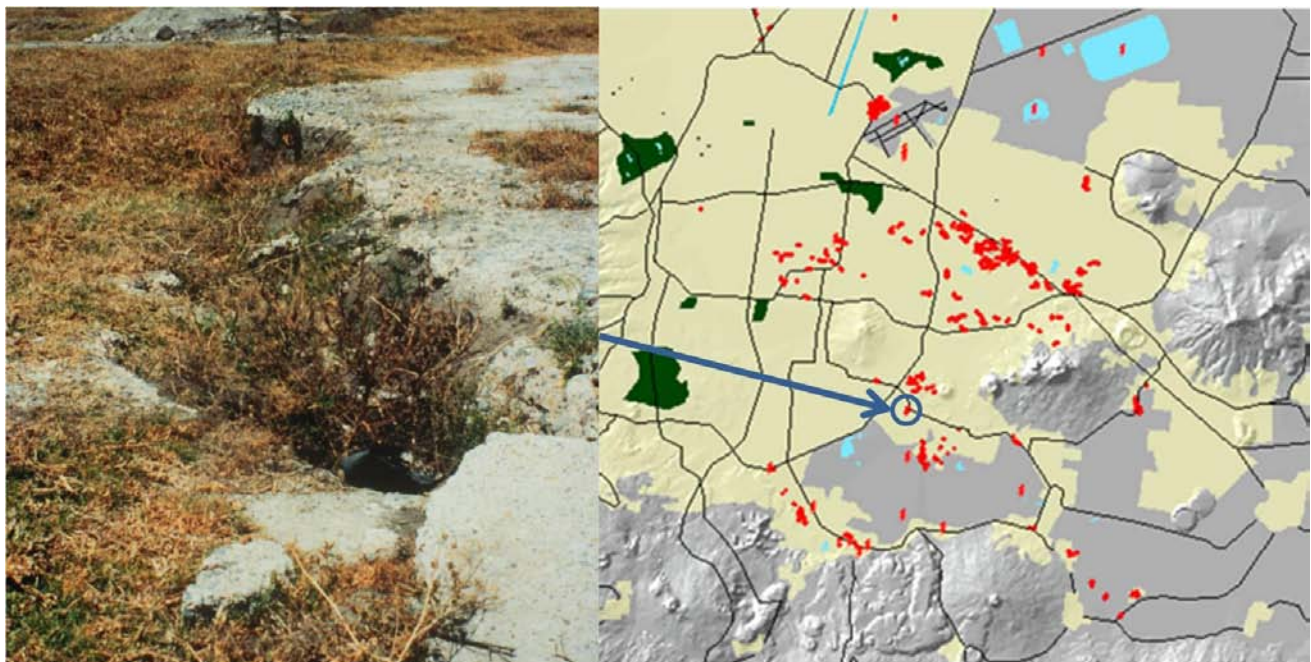


Figura 2.9. Problema de agrietamiento en los límites de las Delegaciones de Iztapalapa, Xochimilco y Tlahuac.

Es importante destacar que sólo se tiene el conocimiento puntual y no espacial de esta anomalía y en la medida de que se tengan nuevos sondeos, se podrá tener una mejor descripción de la misma.

Deltas aluviales

Los seis deltas aluviales que se localizan al pie de la ladera de la Sierra de las Cruces y que se extienden de sur a norte, desde Álvaro Obregón hasta Azcapotzalco son una fuente de gran heterogeneidad en el subsuelo y merecen una atención muy particular por parte de los geotecnistas. Actualmente, su ubicación y sus características solamente se conocen solamente en forma aproximada (figura 2.10).

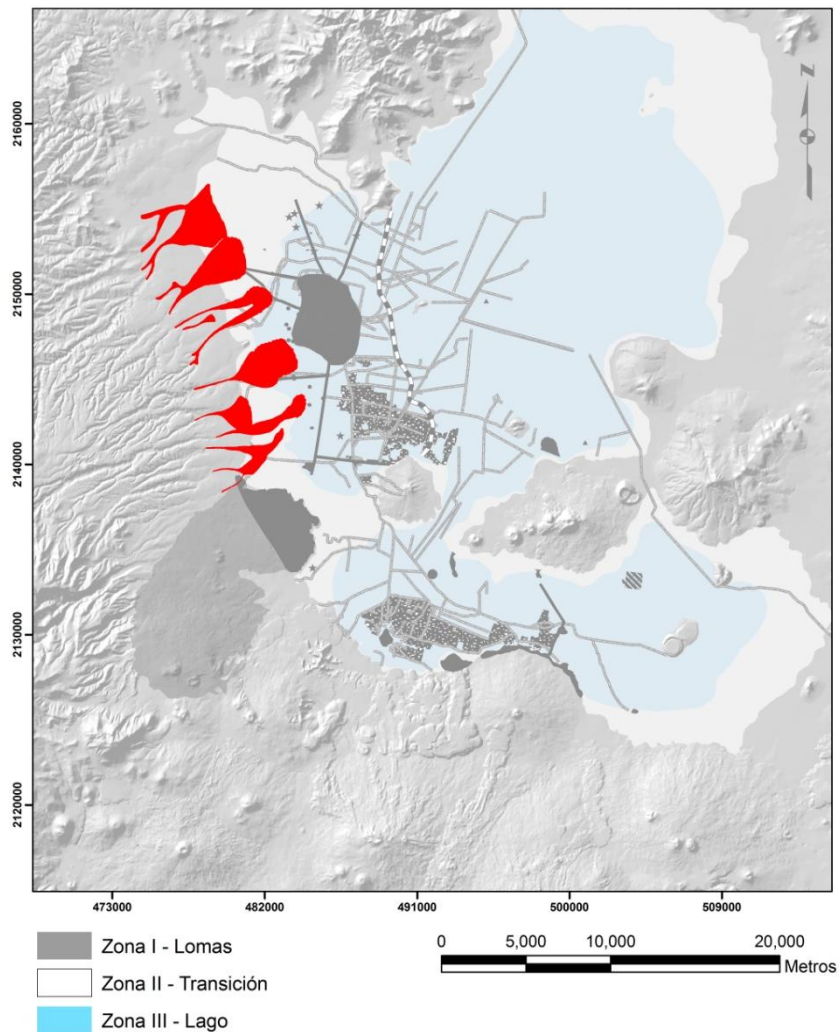


Figura 2.10. Distribución espacial de los deltas aluviales, Mooser, 1988.

2.2.2. Anomalías antropogénicas

Anomalías prehispánicas

Como es bien sabido, a la llegada de los españoles, el territorio del Valle de México se encontraba ocupado por aldeas, poblados pequeños y medianos y grandes centros urbanos, distribuidos a lo largo y ancho del valle, como se ilustra en la figura 2.11. Para lograr el éxito de la evangelización, se recurrió a la superposición de edificaciones coloniales sobre los centros ceremoniales y religiosos de los indígenas (figura 2.12) mientras que otras estructuras fueron destruidas para dar paso a la nueva ciudad y muy pocas se conservaron, como las calzadas-dique que continuaron comunicando.

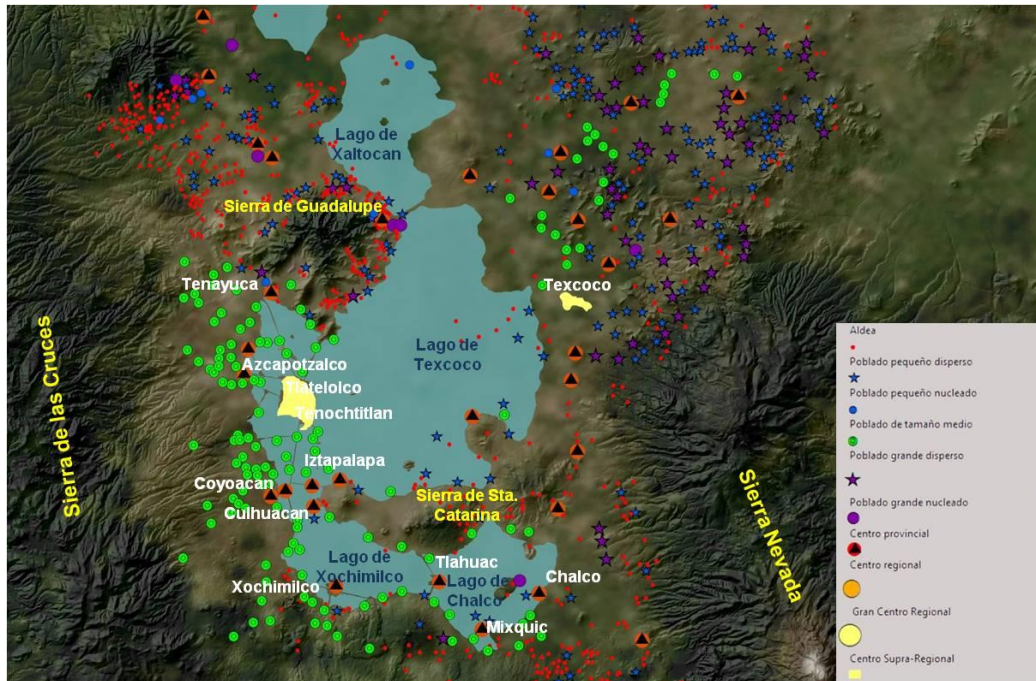


Figura 2.11. Vista de las poblaciones de la cuenca de México para el año 1519, W. T. Sanders et al, 1979.



Figura 2.12. Ruinas aztecas bajo el Sagrario Metropolitano.

La memoria descriptiva del “Plano Reconstructivo de la Región de Tenochtitlán al Comienzo de la Conquista”, elaborada por L. González Aparicio, de 1968, proporcionó la base de información inicial respecto a la ubicación y arreglo geométrico de 31 islas artificiales (tlateles) y 8 Calzadas-dique, como se muestran en la lámina de la figura 2.13.

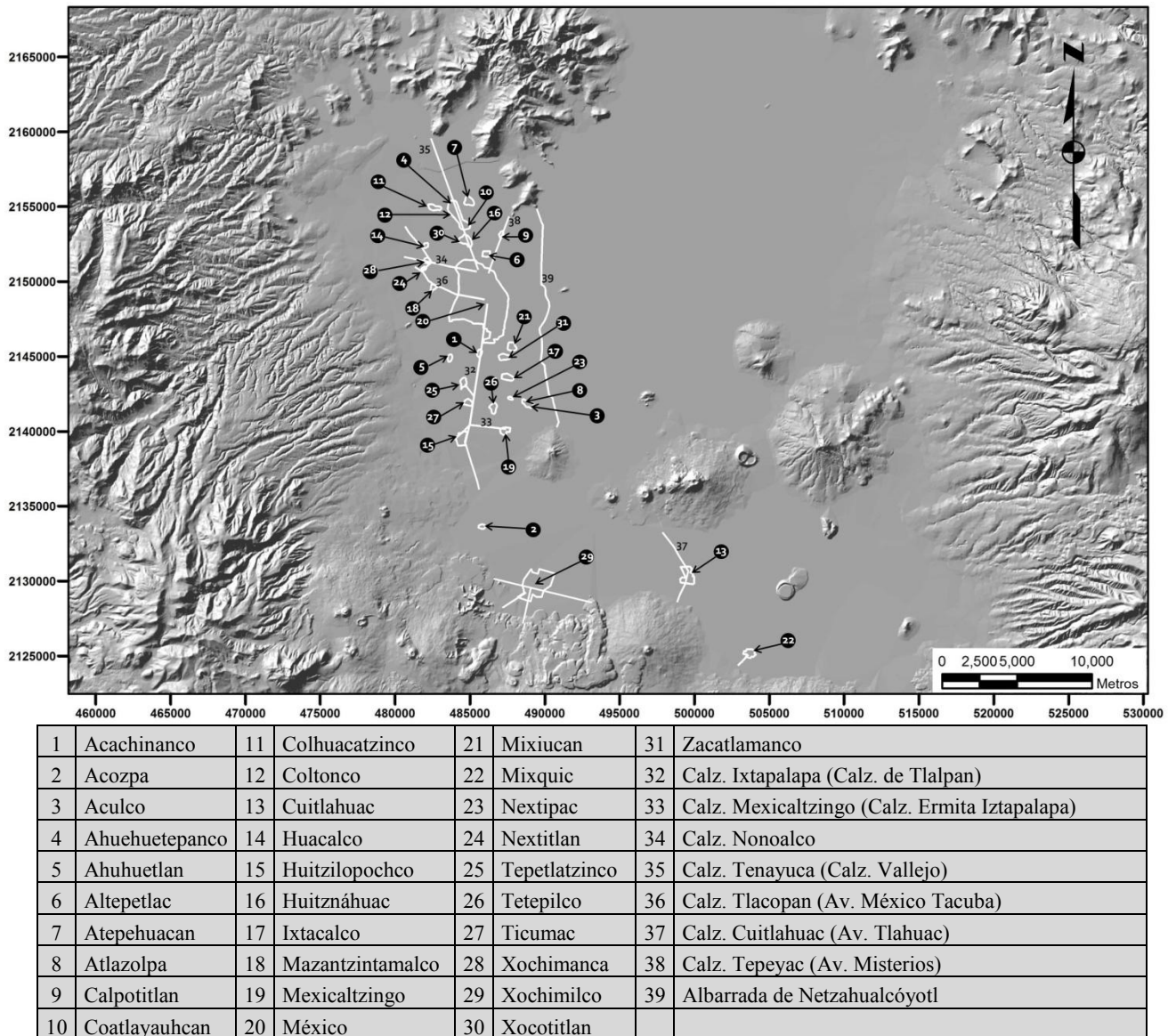


Figura 2.13. Distribución espacial de las 32 islas artificiales (tlateles) y 8 Calzadas-dique, según L. González A.

El proceso de caracterización para estas anomalías, consistió en verificar a partir de los sondeos geotécnicos disponibles la presencia de rellenos bajo las islas artificiales (tlateles) propuestas por L. González A. Cuando no se contaba con sondeos, se aprovecharon otras fuentes de información para comprobar la existencia de las anomalías:

1. La consulta de la base de datos de la Dirección de Salvamento Arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia. En dicha base se muestra la información de las excavaciones arqueológicas realizadas por dicha dependencia en la Ciudad de México.

2. La consulta del trabajo realizado por W. T. Sanders, J. Parson y R. Santley (1979), en él se explica la evolución de la ocupación humana a través del tiempo en la Cuenca de México correspondiente a la época prehispánica. Cabe señalar, que el grupo del Laboratorio de Geoinformática construyó una base de datos que almacena y ordena la información de dicho trabajo para su mejor aprovechamiento.
3. La realización de visitas de campo a los sitios, en búsqueda de evidencias tales como: emersión aparente del tlattel, hundimientos diferenciales en edificios alrededor del tlattel, presencia de restos de materiales prehispánicos, entre otras.
4. La consulta de mapas, cartas topográficas antiguas, y a numerosas fuentes historiográficas, que muestran y mencionan la ubicación de los sitios y sub-zonas asociados a las anomalías.

-Tlateles

La palabra Tlatel, proviene del vocablo náhuatl tlaltelli, el cual significa terraplén, montículo o tierra elevada. Un Tlatel es una estructura artificial construida con el propósito de sobre elevar el terreno natural empleando materiales diversos, como arcillas, limos, gravas, rocas, ramas, raíces, etc. Por lo general los Tlateles están constituidos por estratos definidos y en algunos casos pueden presentar diferentes etapas constructivas. La altura de los tlateles variaba según los niveles de agua.

El primero, más grande y más conocido de los tlateles estudiados, corresponde al área del centro de la ciudad de México donde se ubicaban las ciudades prehispánicas de México-Tenochtitlán y México-Tlatelolco (figura 2.14). Este tlattel fue objeto de estudio en el periodo 2007 - 2009 por A. Tenorio, M. Juárez, E. Méndez y G. Auvinet.

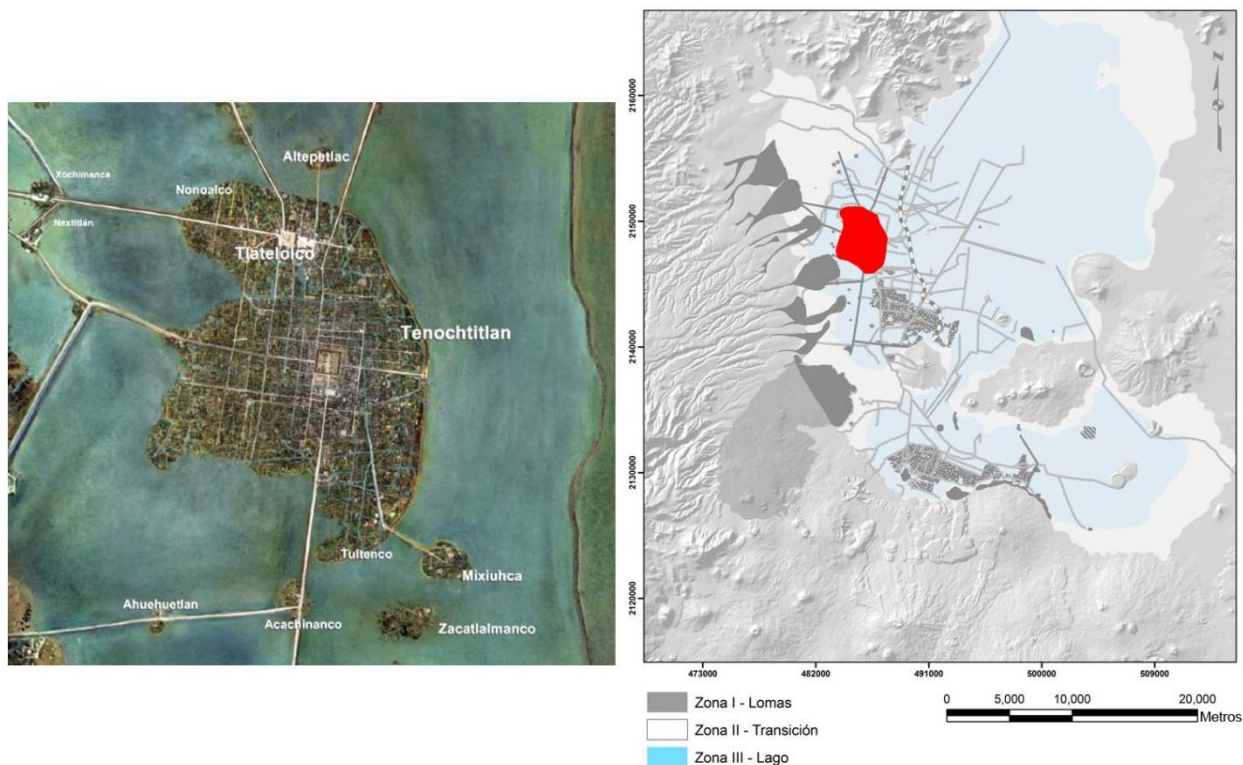
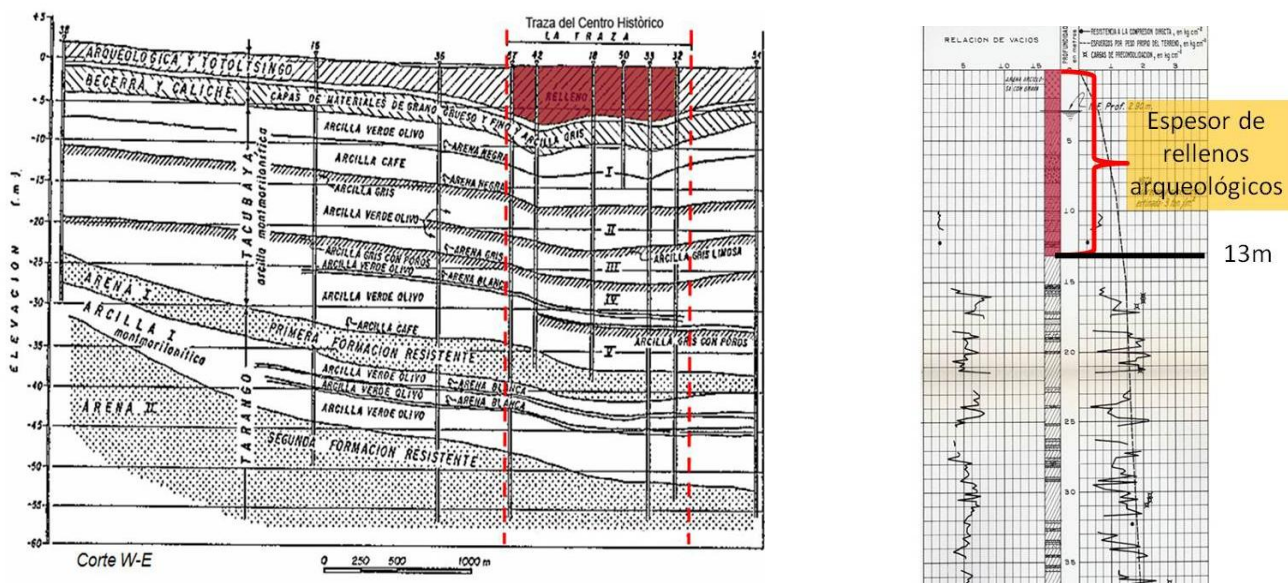


Figura 2.14. Tlatel de Tenochtitlán.

En la figura 2.15, se muestra un sondeo realizado en el Palacio Nacional que permite observar el espesor de los materiales de relleno arqueológico en el centro histórico y una sección estratigráfica poniente-centro de la ciudad (Zeevaert, 1952).



a) Corte estratigráfico poniente centro, Zeevaert, 1952 (b) Sondeo en Palacio Nacional, Marsal y Mazari, 1951
 Figura 2.15. Espesores de materiales de relleno arqueológico en el centro de la ciudad de México.

Los resultados del trabajo de Tenorio, Méndez, Juárez y Auvinet, 2009 se resumen en las láminas de la figura 2.16. En la lámina de la izquierda se presenta el contorno propuesto por L. González A. (color blanco) y el determinado con base en 1152 sondeos geotécnicos (color naranja). El modelo del relieve de la superficie del terreno en el centro de la ciudad muestra tanto la emersión aparente como la heterogeneidad de los rellenos arqueológicos.



Figura 2.16. Resultados del trabajo de Tenorio, Méndez, Juárez y Auvinet, 2009.

La figura 2.17, muestra el modelo tridimensional del subsuelo, que señala la distribución espacial de los espesores de materiales de relleno arqueológico.

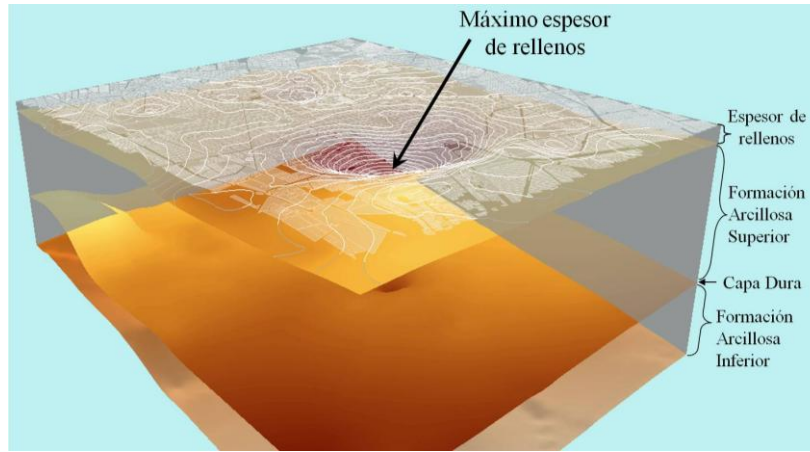


Figura 2.17. Modelo tridimensional del subsuelo del centro de la ciudad, Laboratorio de Geoinformática, 2009.

A continuación se muestran los resultados de la caracterización de los restantes tlateles de menor extensión estudiados en el presente trabajo. Una presentación más detallada de cada tlattel se puede encontrar en el Anexo D.

Se identificaron cuatro tlateles adicionales de gran importancia, que pertenecieron a asentamientos humanos anteriores a la llegada de los aztecas al valle de México (figura 2.18); los sondeos geotécnicos, señalan la presencia de espesores de materiales de relleno arqueológico, mayores al espesor típico de la costra superficial. Las afectaciones en algunas construcciones señalan también la existencia de las anomalías.

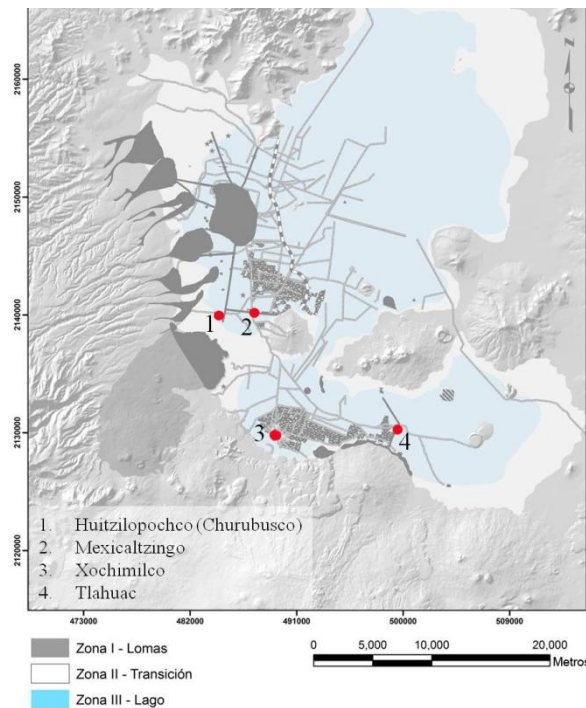


Figura 2.18. Tlateles asociados a asentamientos humanos de gran importancia.

1. Huitzilopochco (Churubusco)

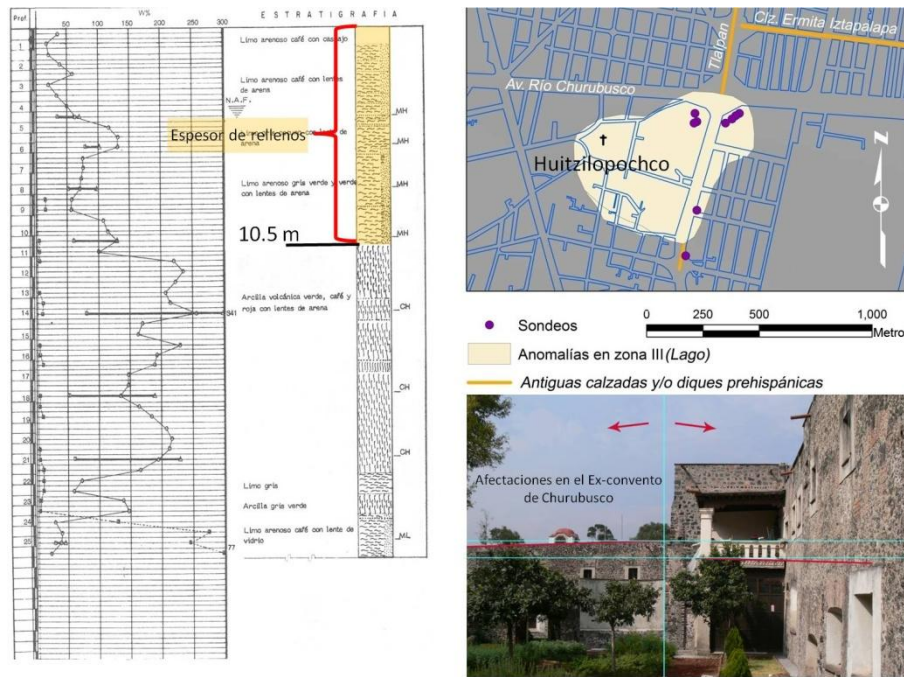


Figura 2.19. Tlatel de Huitzilopochco.

2. Mexicaltzingo

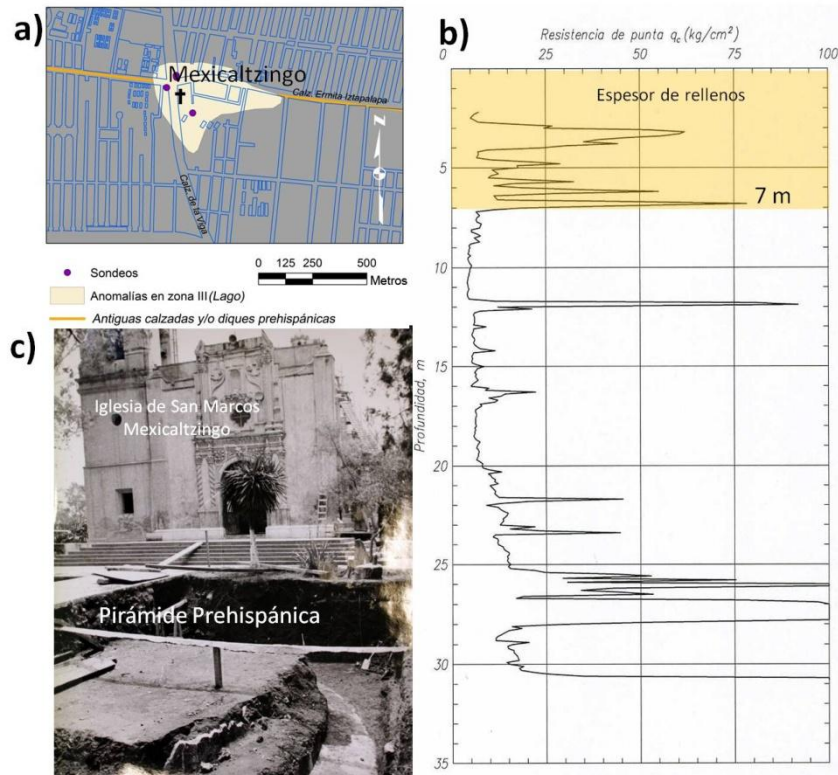


Figura 2.20. Tlatel de Mexicaltzingo, a) ubicación; b) Configuración geométrica del tlatel según M. Median (2009); c) Iglesia de Mexicaltzingo, Archivo técnico del INAH; d) Sondeo geotécnico.



Figura 2.21. Arreglo geométrico del antiguo tlattel de Mexicaltzingo, M. Medina (2007).

3. Xochimilco

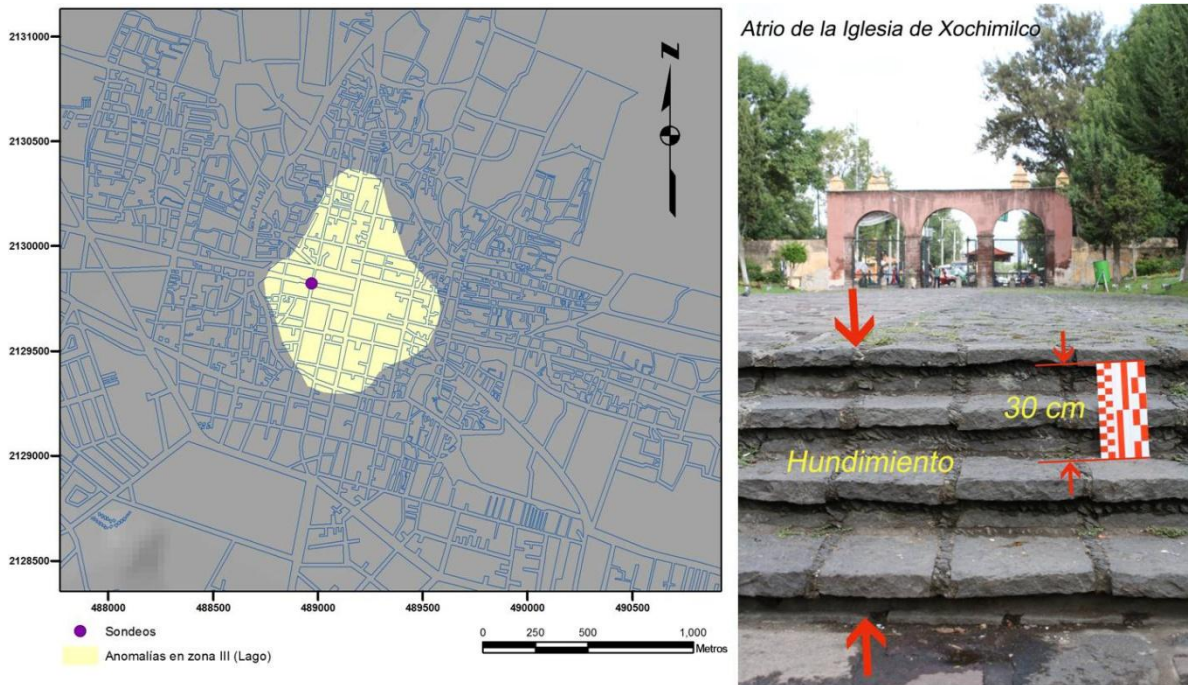


Figura 2.20. Tlattel de Xochimilco.

Tabla 2.22. Sondeo geotécnico del sitio en donde se ubica el tlattel de Tlahuac, obtenido de SMMS 1978.

Clave del sondeo	Longitud m	Prof. NAF m	Formación superficial			Formación 1		
			SUCS	w %	Profundidad m	SUCS	w %	Profundidad m
3280	53.2	2.2	Relleno		4.5	CH y MH	185	53.2

4. Cuitláhuac (Tláhuac)

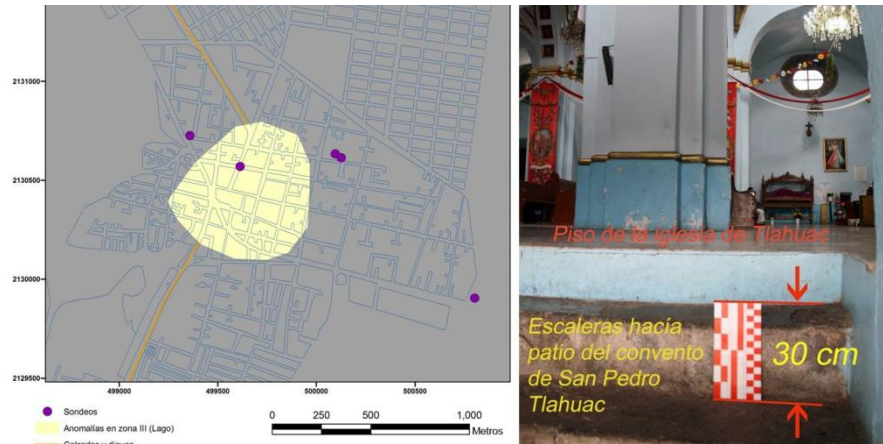


Figura 2.21. Tlatel de Cuitláhuac.

Tabla 2.23. Sondeo geotécnico del sitio donde se ubica el tlatel de Cuitláhuac, obtenido de SMMS 1978.

Clave del sondeo	Longitud m	Prof. NAF m	Formación superficial			Formación 1		
			SUCS	w %	Profundidad m	SUCS	w %	Profundidad m
3285	41	0.7	OH		5.5	OH		16

Otros cinco tlateles (figura 2.22), parecen corresponder a poblaciones prehispánicas de tamaño medio y posiblemente tuvieron la función de controlar la entrada a la capital azteca. Aunque algunos presentan menciones anteriores a la fundación de Tenochtitlán, se considera que estos tlateles se desarrollaron de manera contemporánea a dicha ciudad. Las exploraciones geotécnicas muestran que estos sitios presentan importantes espesores de relleno.

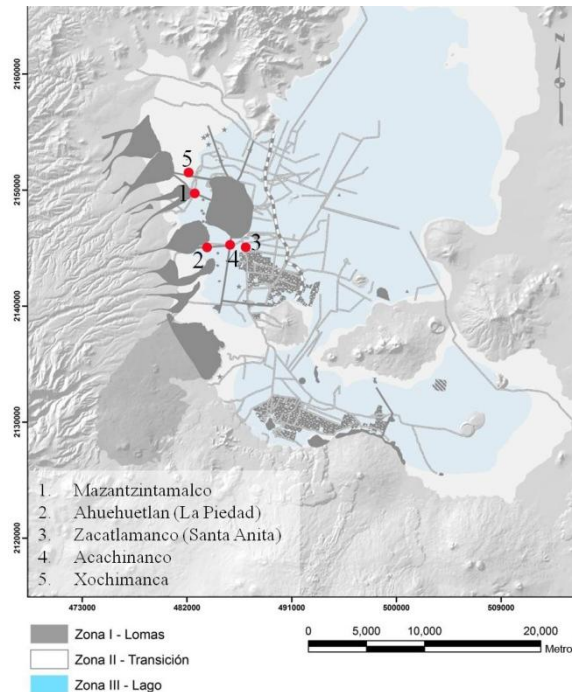


Figura 2.24. Tlateles de tamaños medio.

En las láminas siguientes se muestran, un sondeo geotécnico y una fotografía, que dan evidencia de la presencia de las anomalías en los tlateles de tamaño medio.

1. Mazantzintamalco (cruce de Av. México-Tacuba con Circuito Interior).

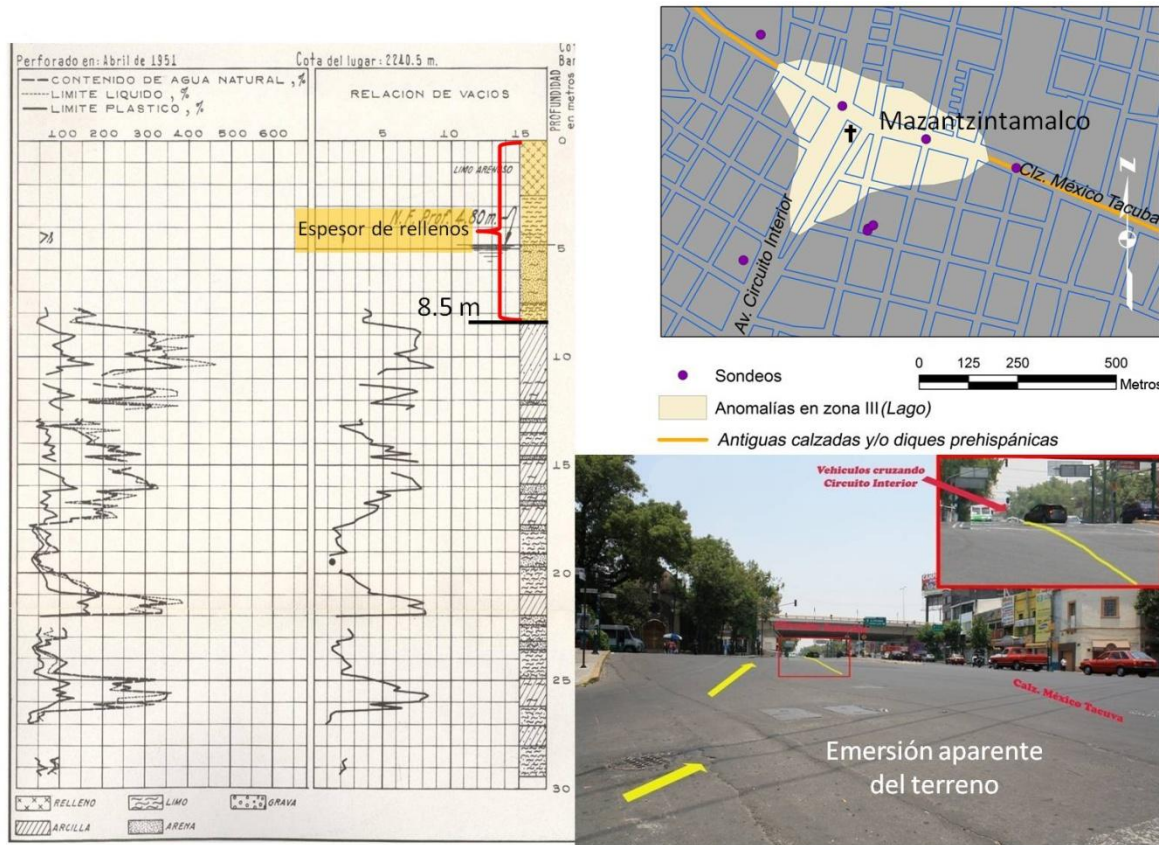


Figura 2.25. Tlatel de Mazantzintamalco.

2. Ahuehuetlan (cruce de Av. Cuauhtémoc y Obrero Mundial).



Figura 2.26. Tlatel de Ahuehuetlan.

Tabla 2.3. Sondeos geotécnicos del sitio en donde se ubica el tlatel de Ahuehuetlan, obtenido de SMMS 1970.

Clave de sondeo	Longitud m	Prof. NAF m	Manto superficial		FAS		Primera capa resistente				
			Espesor m	w %	Espesor m	w %	Profundidad m	Espesor m	w %	N	SUCS
2958	37.8	2	9.4	80	22.5	300	31.9	4.1	50	40	ML y CH
2959	36.4	2	7.2	80	25.2	300	32.4	>4	80	12	CH

4. Zacatlamanco (Santa Anita).



Figura 2.27. Tlatel de Zacatlamanco.

Tabla 2.4. Sondeo geotécnico del sitio en donde se ubica el tlatel de Zacatlamanco, obtenido de SMMS 1970.

Clave de sondeo	Longitud m	Prof. NAF m	Manto superficial		FAS		Primera capa resistente				
			Espesor	w %	Espesor m	w %	Profundidad m	Espesor m	w %	N	SUCS
2850	36.2	4	5.8	60	30.2	375	35	>2	40	>60	ML

6. Acachinanco (Cruce de Viaducto y Calz. de Tlalpan).

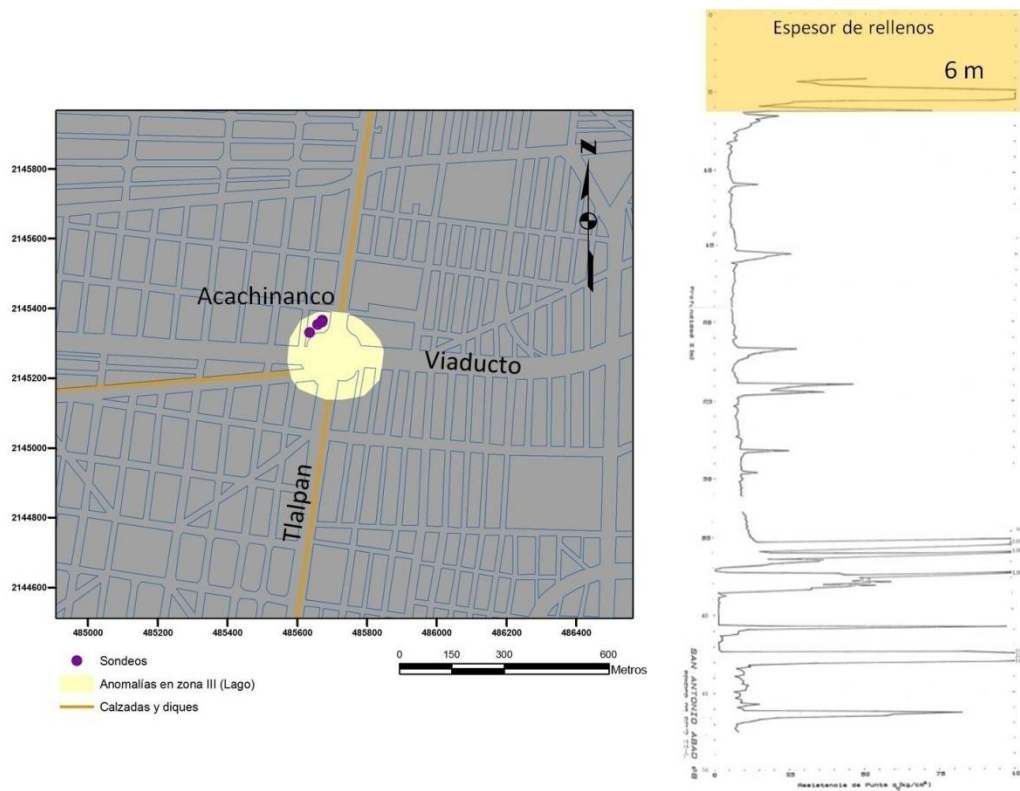


Figura 2.28. Tlatel de Acachinanco.

7. Xochimanca.



Figura 2.29. Tlatel de Xochimanca.

Tabla 2.5. Sondeo geotécnico del sitio en donde se ubica el tlatel de Xochimanca, obtenido de una fuente bibliográfica.

Clave de sondeo	Longitud m	Prof. NAF	Manto superficial		FAS		Primera capa resistente				
			Espesor m	w %	Espesor m	w %	Profundidad m	Espesor m	w %	N	SUCS
2918	26	1.5	8.5	70	5	180	13.5	6	75	>60	ML y SM

En nueve de los tlateles señalados por L. González A. (figura 2.30), no se contó con exploraciones geotécnicas como evidencia sustancial de la existencia de anomalías, pero otras evidencias (emersión aparente del terreno, daño en estructuras, desplome, etc.) dan muestra de la posible existencia de estas. Las visitas de campo y mapas antiguos son ejemplo de las evidencias de la presencia de las anomalías en estos tlateles.

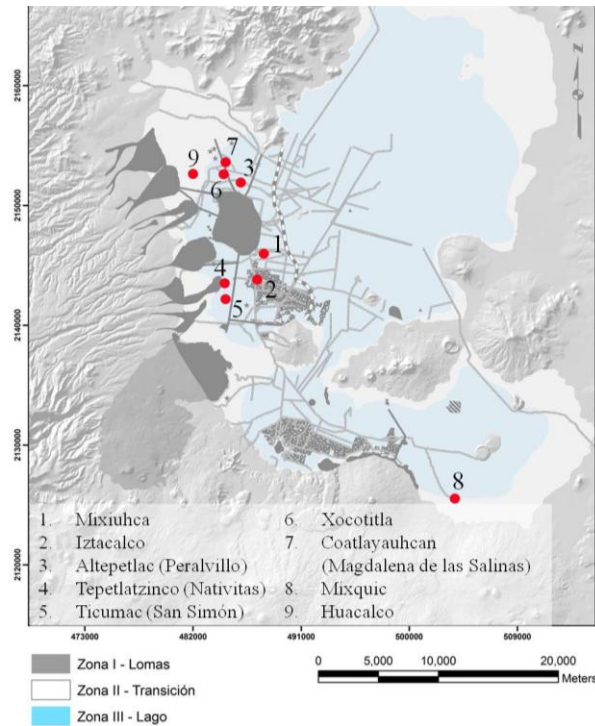


Figura 2.30. Posibles anomalías de tipo tlattel.

1. Mixiuhca.



Figura 2.31. Tlatel de Mixiuhca en diversos años.

2. Iztacalco.

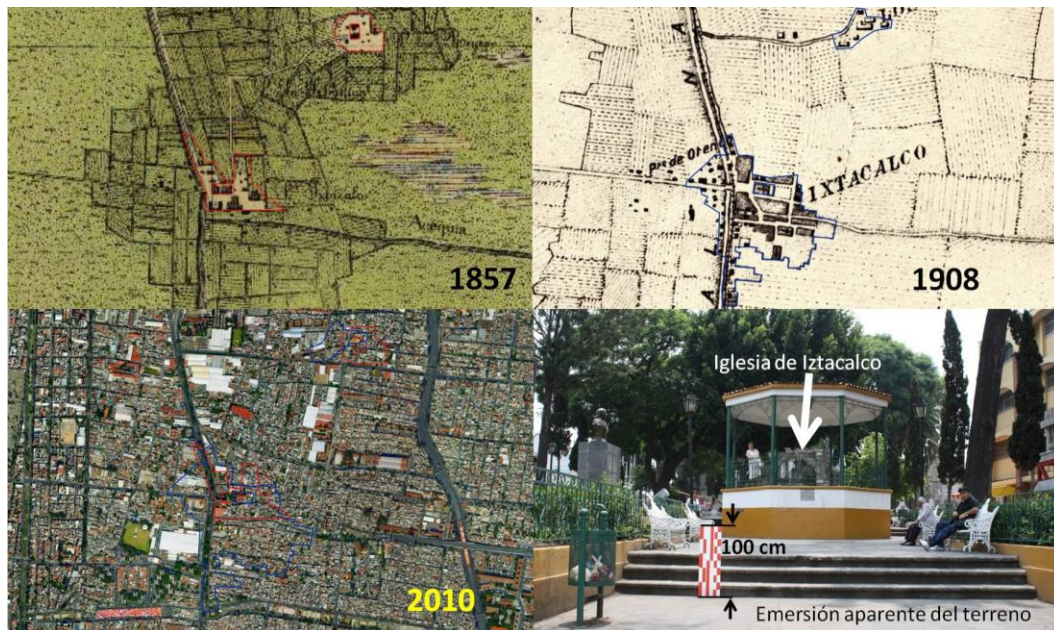


Figura 2.32. Tlatel de Iztacalco.

3. Altepétlac (Col. Peralvillo).



Figura 2.33. Evidencias del tlatel de Altepétlac.

4. Tepetlatzinco (Nativitas).

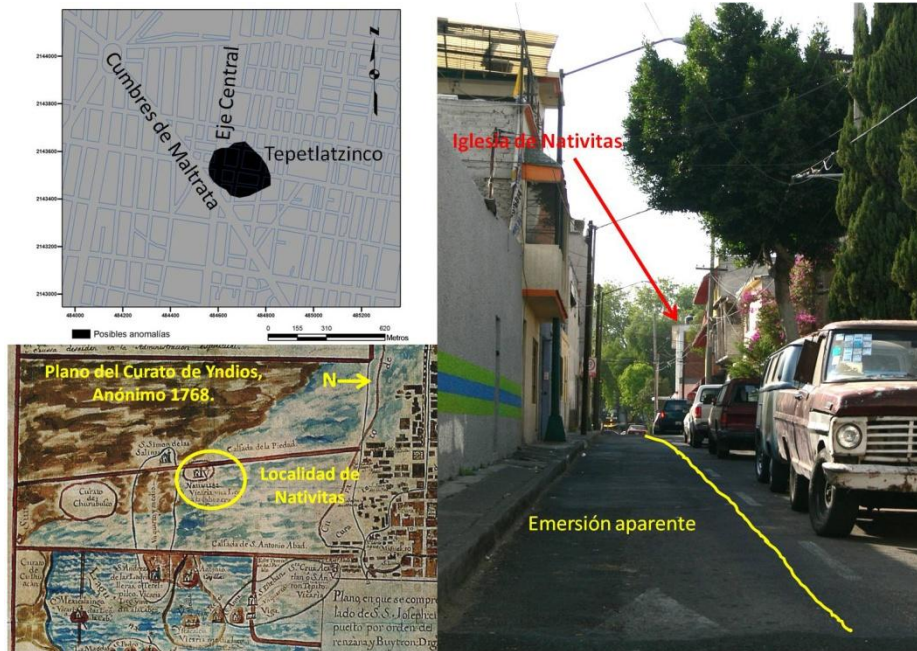


Figura 2.34. Tlattel de Tepetlatzinco.

5. Ticumac (San Simón).

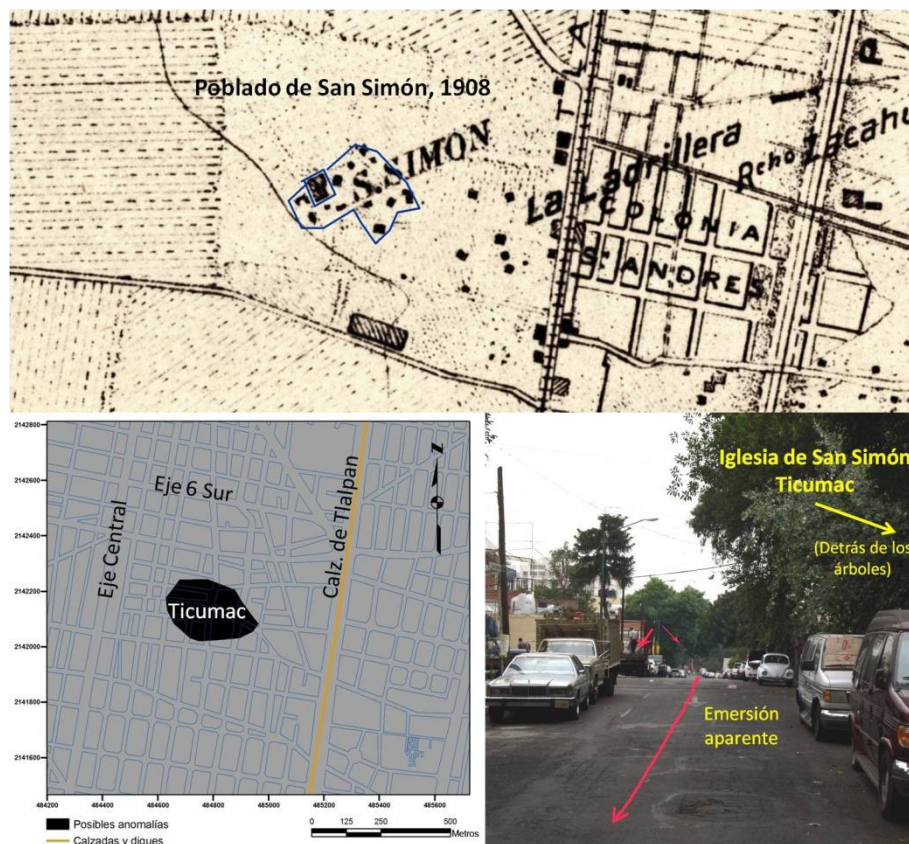


Figura 2.35. Tlattel de Ticumac.

6. Xocotitla.

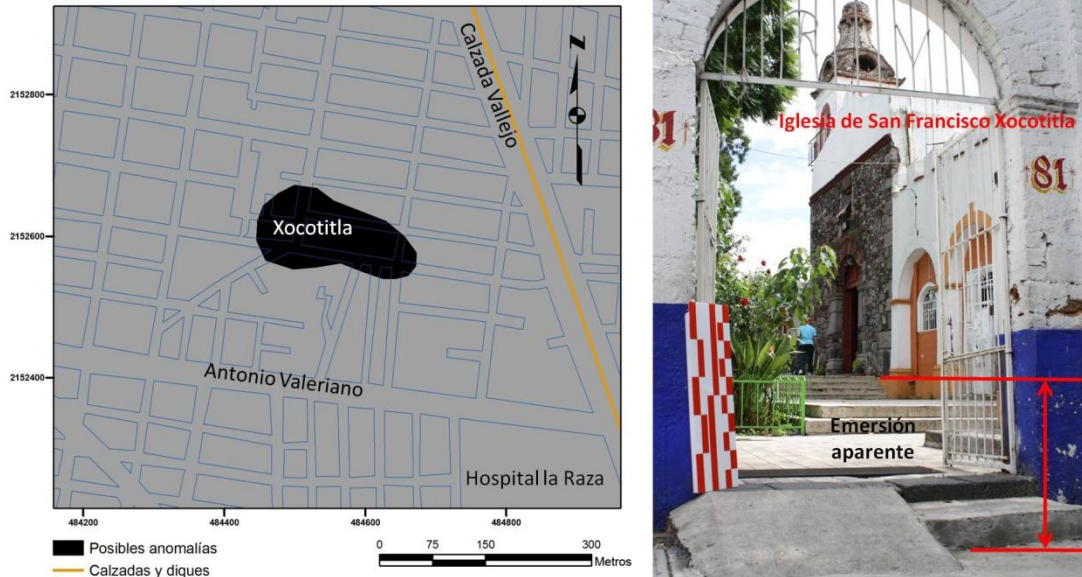
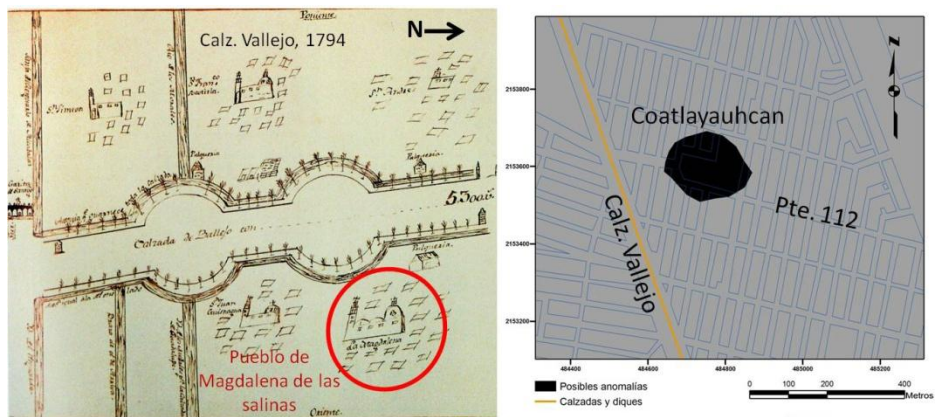


Figura 2.36. Iglesia sobre el tlattel de Xocotitla.

7. Coatlayauhcan (Magdalena de las salinas).



Atrio de la Iglesia de Magdalena de las Salinas



Figura 2.37. Tlattel de Coatlayauhcan. Plano de J. M. de la Riva, 1794.

8. Mixquic.

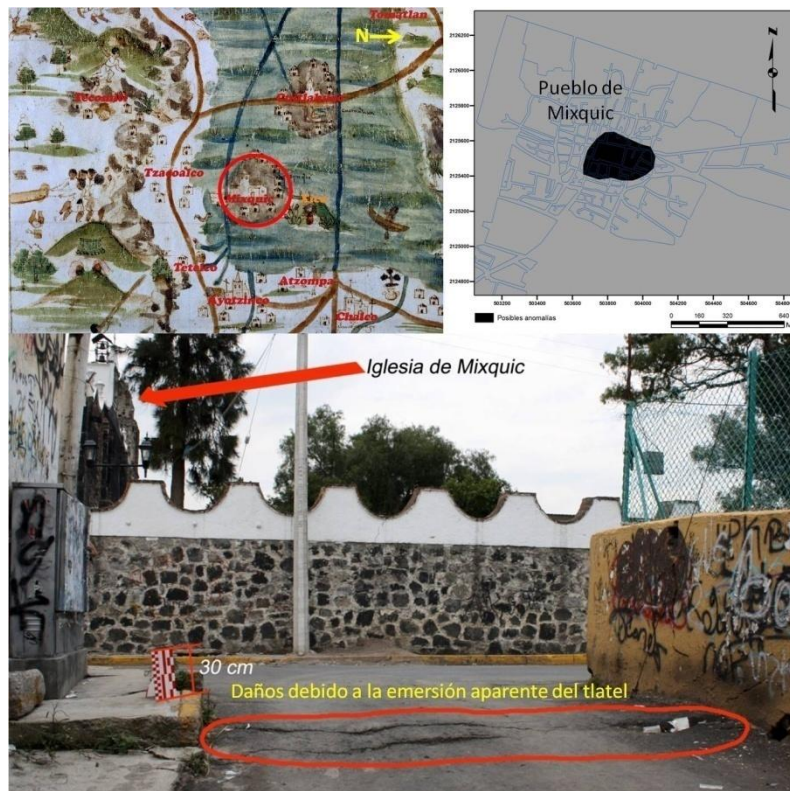


Figura 2.38. Tlatel de Mixquic. Mapa atribuido a Alonso de Santa Cruz, 1555.

9. Huacalco.



Figura 2.39. Tlatel de Huacalco. Plano de la Ciudad de México y sus alrededores, 1908.

Los restantes doce tlateles (figura 2.40), no presentaron suficientes evidencias como para indicar la existencia de anomalías geotécnicas importantes. Sin embargo, se sabe que llegaron a ser pequeños asentamientos humanos, según el INAH. Solo con nuevos sondeos geotécnicos, se tendrá la certeza de la condición de estos sitios.

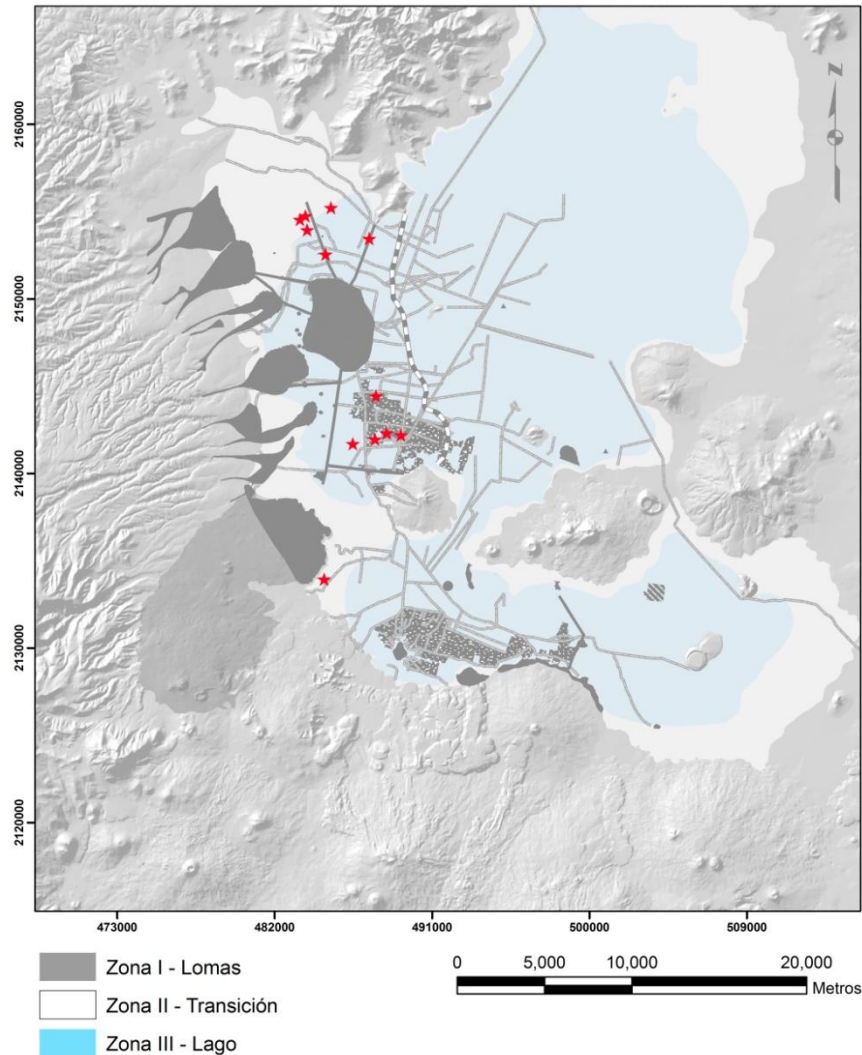


Figura 2.40. Sitios sin evidencias de tlatel.

-Calzadas y diques

La función principal de las calzadas-dique consistía en la protección y manejo de las aguas de los lagos que rodeaban los distintos islotes y chinampas. Como segunda función, permitían la comunicación entre los pobladores inmersos en el interior de los lagos con tierra firme (Carballal y Flores, 1989).

Las calzadas-dique prehispánicas eran construidas sobre el lecho de los lagos con materiales diversos, como arenas, gravas, y rocas, traídos de las zonas ribereñas. Gran número de estas anomalías, han servido de trazo para actuales avenidas en la ciudad de México. Esto se debe a que los conquistadores españoles aprovecharon la infraestructura ya existente, de estas calzadas. Los trabajos realizados por M. Carballal (1989), sirvieron de base para evidenciar estas anomalías.

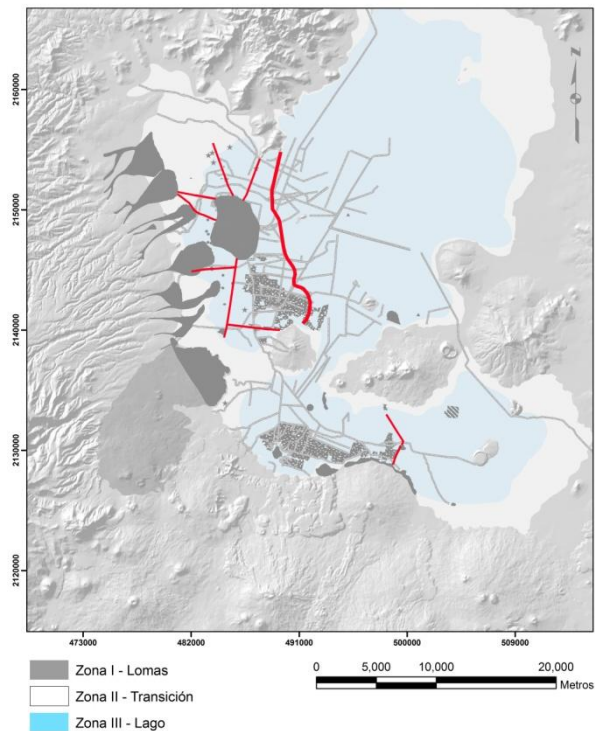


Figura 2.41. Calzadas-dique estudiadas.

Las calzadas-dique estudiadas son: Calzada Tepeyac, actualmente Calz. de los Misterios (figura 2.42); Calzada Tenayuca, actualmente Calzada Vallejo; Calzada Nonoalco, actualmente Ferrocarriles Nacionales (Figura 2.43); Calzada Ixtapalapa, actualmente Calzada de Tlalpan; Calzada Mexicaltzingo, sección de la actual Calzada Ermita-Iztapalapa; Calzada México-Tacuba; Calzada Cuitlahuac, sección de la actual Av. Tlahuac; Calzada Xola, actual Av. Obrero Mundial; y la albarrada de Nezahualcóyotl.

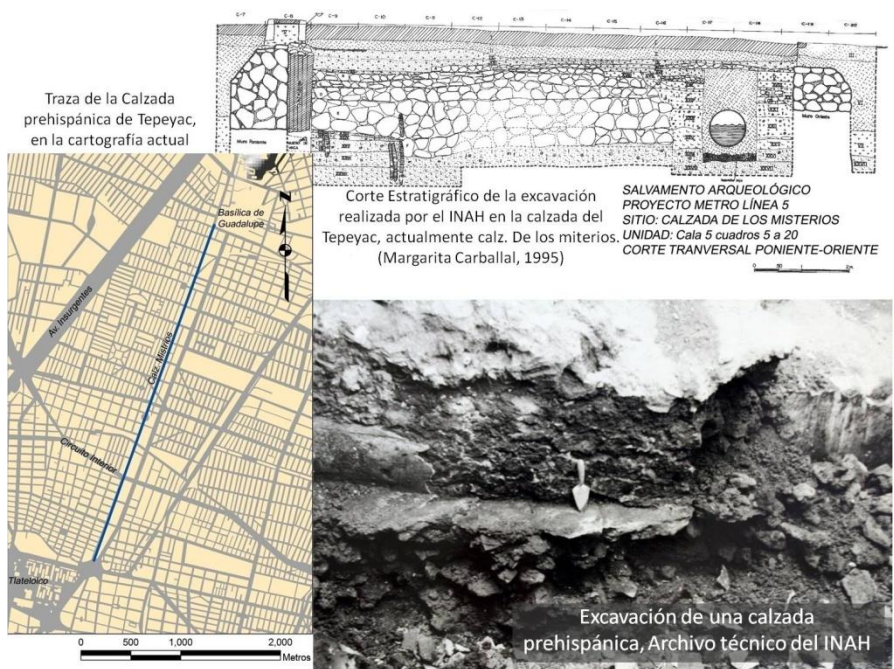


Figura 2.42. Calzada-dique de Tepeyac, actualmente Calz. de los Misterios.

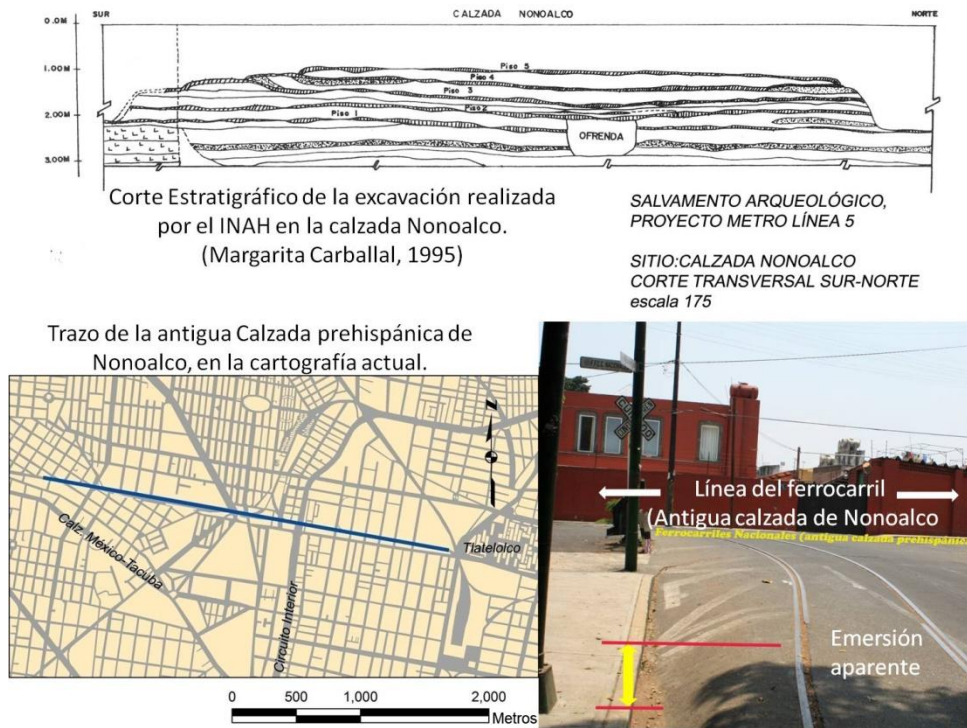


Figura 2.43. Calzada-dique de Nonoalco.

La Calzada México-Tacuba es un caso especial, ya que durante muchos años fue una de las principales avenidas que llegaban a la ciudad de México. A finales de la década de 1960, se llevó a cabo la primera etapa del Metro, con la construcción de la línea 2 (solución cajón) que sigue el trazo de la calzada prehispánica, lo que destruyó gran parte de los restos arqueológicos de esta calzada.

En algunas calzadas-dique, como Calzada Vallejo y Calzada de Tlalpan, el ancho de la calzada-dique era menor que la actual avenida, por lo que es fácil apreciar la emersión debida al hundimiento regional y a la presencia de la antigua calzada prehispánica (Figura 2.44).



Figura 2.44. Calzada Vallejo, en donde se observa la emersión de los rellenos de la calzada prehispánica.

No fue posible definir de manera precisa el trazo de la antigua albarrada construida por Nezahualcóyotl; sólo se cuenta con trazos aproximados (por ejemplo los propuestos por Tito Rosas, 1869 y L. G. Aparicio, 1968) y una sección transversal. Después de la caída del “imperio” Mexica, la albarrada fue abandonada, y durante muchos años sirvió como banco de materiales. Cabe señalar que dos sondeos geotécnicos ubicados cerca del trazo aproximado, reportan espesores importantes de limo que se pueden asociar a materiales que se azolvieron por la presencia de la albarrada.



Figura 2.45. Plano en el que se marca la antigua albarrada de los Indios, Tito Rosas, 1862.

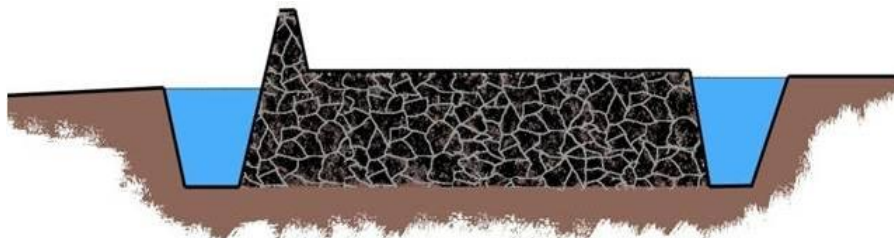


Figura 2.46. Sección de la Albarrada de Nezahualcóyotl según Tito Rosas, 1869.

-Chinampas

Las chinampas son segmentos de tierra y materiales diversos contruidos artificialmente en las zonas lacustres, cuya función consistía en extender las áreas de cultivo y aumentar la productividad a manera de tierras con riego. Estos segmentos conforman actualmente estratos de suelo con gran cantidad de materia orgánica sobre el lecho de los antiguos lagos, que difieren del modelo estratigráfico de Marsal y Mazari. Existen dos sub-zonas de anomalías tipo chinampas, la primera comprende Mixiuhca, Iztacalco e Iztapalapa y la segunda a Xochimilco y Tlahuac (figura 2.47). Actualmente, las chinampas sólo se encuentran en zonas específicas de las delegaciones Xochimilco y Tlahuac, tendiendo a desaparecer.

Los métodos constructivos de chinampas es por muchos, bien conocido, que incluso hoy en día persiste esta técnica en algunos lugares al sur de la ciudad de México. El primer paso a realizar es la colocación de estacas de madera marcando el perímetro de la chinampa. Una vez marcado el perímetro se tomaban materiales de las orillas de los lagos y se llevaban en canoa para depositarlos en las “zanjas” de estacas, para formar así el cuerpo de la isla. Una vez alcanzado cierto nivel se completaba el relleno con lodos y sedimentos del fondo de los lagos para finalizar el terraplén. Posteriormente se sembraban un tipo de arboles llamados Ahuejotes, los cuales cuentan con raíces profundas que sujetan el suelo, mejorando la estabilidad de las chinampas.

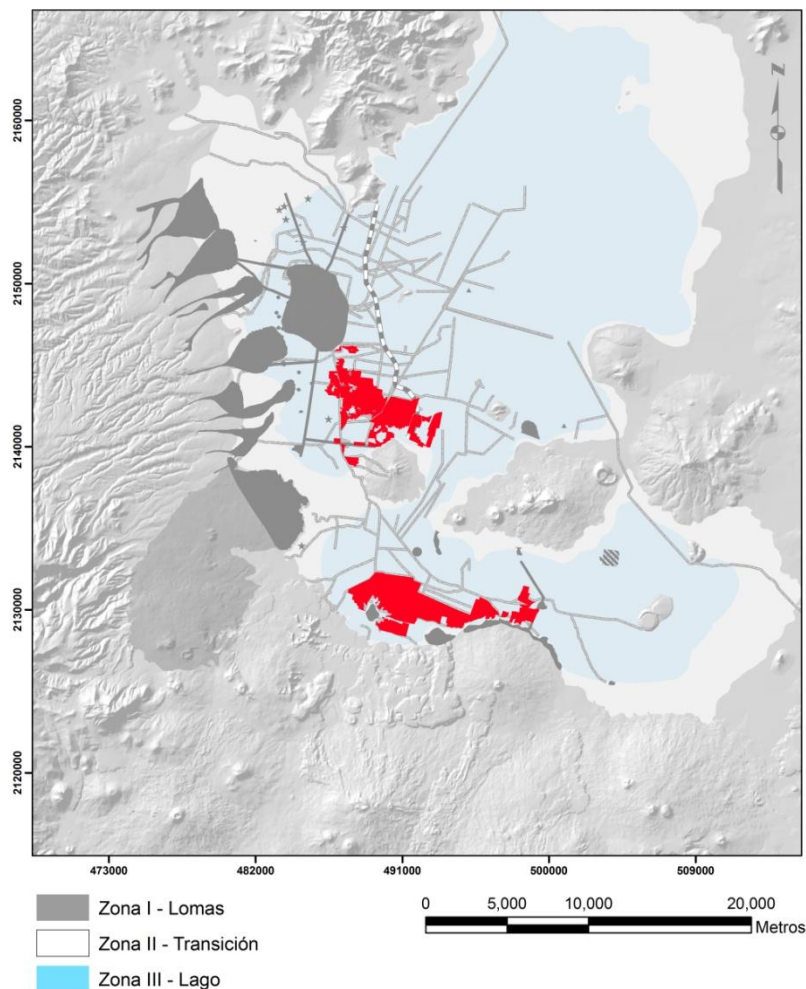
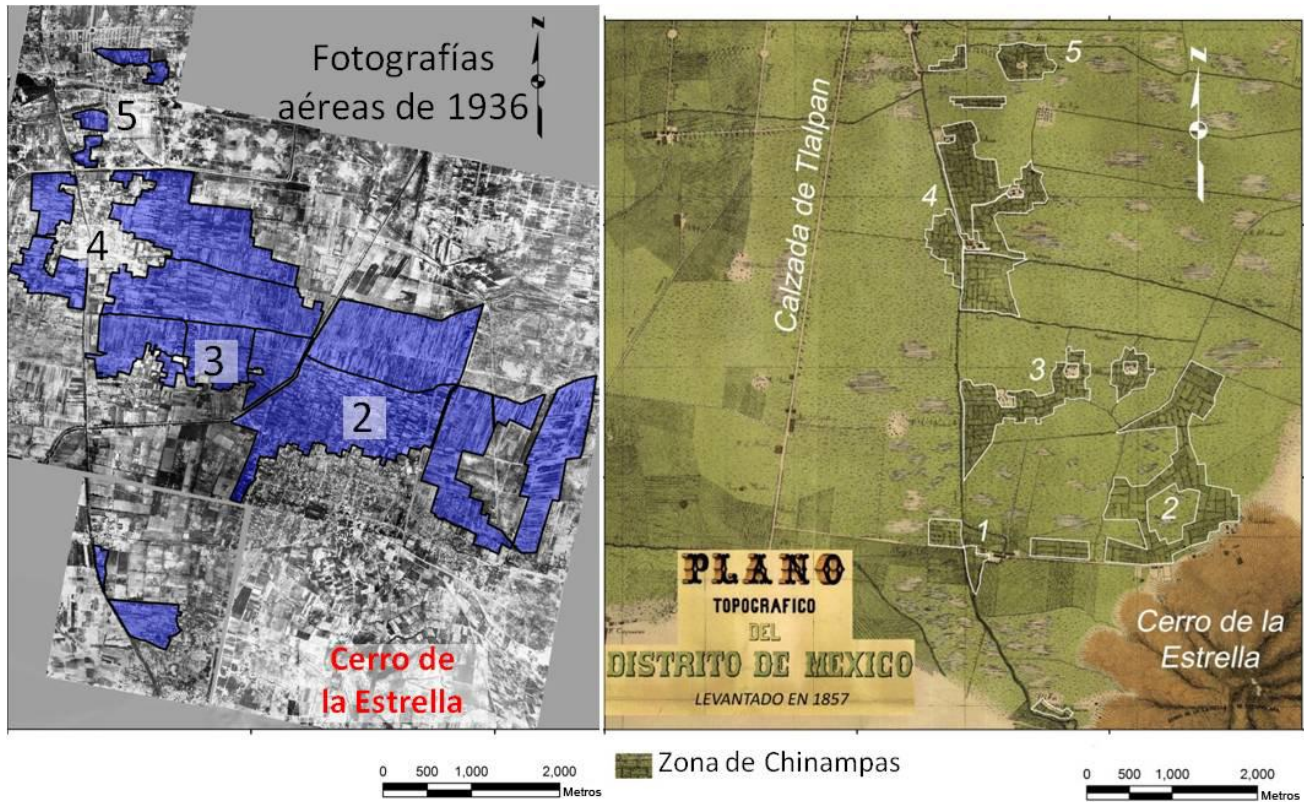


Figura 2.47. Distribución espacial de Chinampas

Este grupo de anomalías no se encuentra mencionado en el trabajo de L. González, pero su distribución espacial quedó plasmada en los mapas antiguos, tal y como se ilustra en las figuras 2.48 y 2.49.



1	Chinampas de Mexicaltzingo	5	Chinampas de Magdalena Mixiuhca
2	Chinampas de Iztapalapa	6	Chinampas de Xochimilco
3	Chinampas de Tetepilco, San Juanico y Aculco	7	Chinampas de Tlahuac
4	Chinampas de Iztacalco		

Figura 2.48. Fotografías áreas de la Cia. Aerofoto, 1936. Plano Topográfico de la Ciudad de México, 1857.

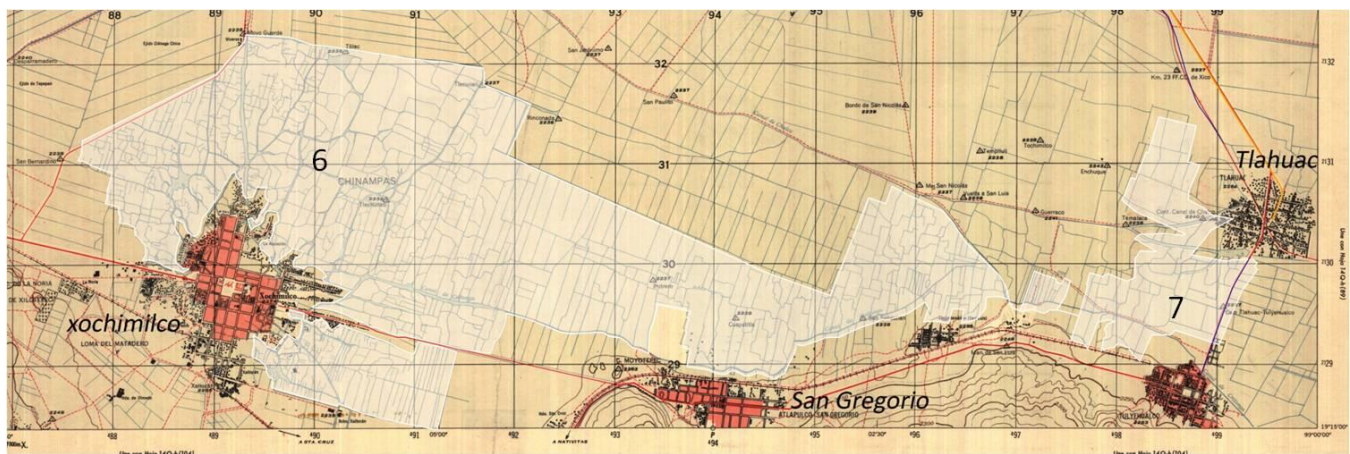


Figura 2.49. Zona de chinampas Xochimilco-Tlahuac, “Estudio preliminar para la restauración de las chinampas”, 1973.

Anomalías coloniales y recientes

-Otros tlateles

No todos los tlateles presentes en el valle de México fueron construidos por los pueblos prehispánicos, el grupo del Laboratorio de Geoinformática ha identificado otros tres tlateles: Tepozan, Los Barcos y uno moderno al que se le ha dado el nombre de “Cartolandia”.

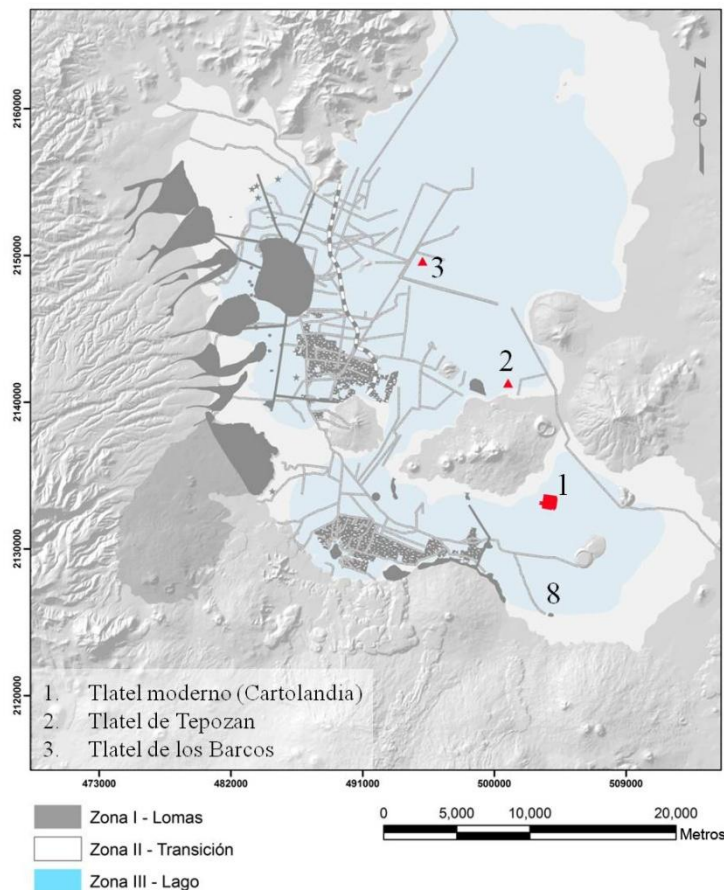


Figura 2.50. Tlateles no prehispánicos

En el ex lago de Texcoco se identificaron dos tlateles de origen desconocido, que fueron empleados como mojoneras desde mediados del siglo XIX, para delimitar el Distrito Federal del Estado de México (figura 2.51).

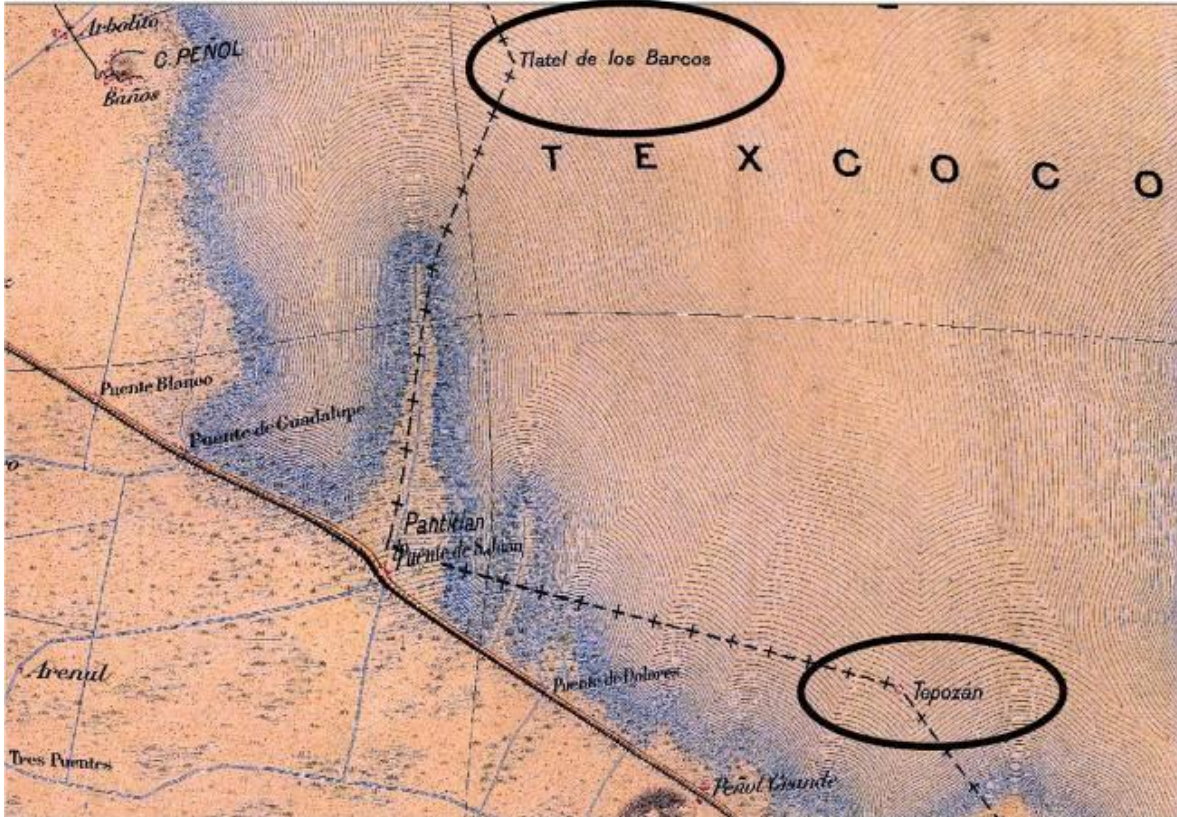


Figura 2.51. Tlatel de los barcos y Tepozán en la Carta Corográfica del Distrito Federal, Fernández Leal, 1899.

En el tlatal de Tepozán, que se ubica sobre la avenida Texcoco, se generan grietas de transición abrupta, las cuales son de las más dañinas para las edificaciones en general, tal como se muestra en las fotografías de la figura 2.52.



Figura 2.52. Grietas en los alrededores del tlatal de Tepozán

Recientemente se ha identificado el surgimiento de un relleno no controlado conformado por materiales de cascajo y basura, que constituye un tlattel moderno, en el que se desplantan progresivamente viviendas hasta conformar una colonia perdida. Este tlattel se ubica en la colonia Ampliación San Miguel Tlahuac en el límite del Distrito Federal y el Estado de México y que el grupo del Laboratorio de Geoinformática le ha denominado “tlattel Cartolandia”. En la lámina de la figura 2.53 se observa que aún continúa el crecimiento desordenado de la ciudad y de los municipios conurbados del Estado de México.

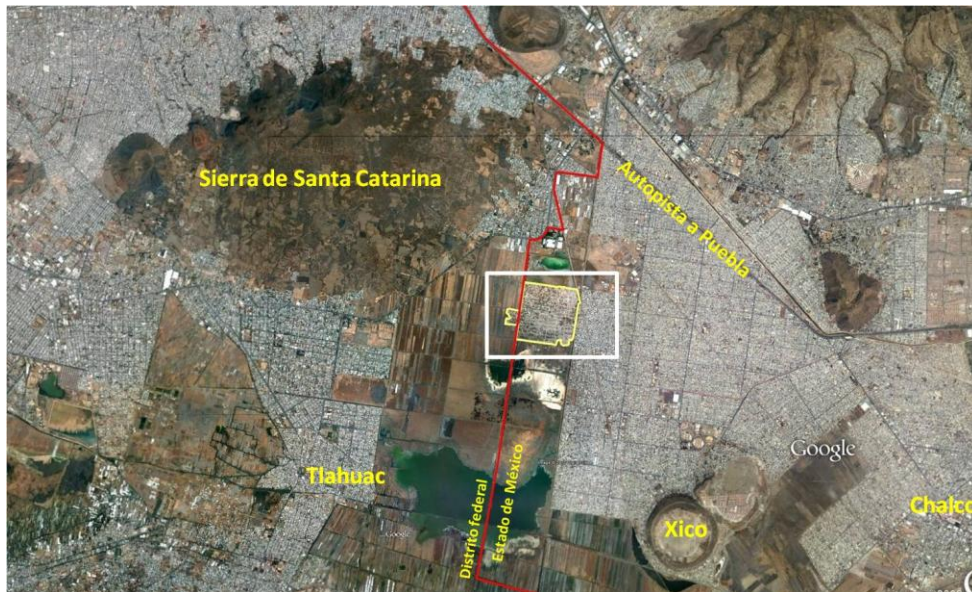


Figura 2.53. Crecimiento desordenado de la ciudad en zonas de Tlahuac y Chalco.

En la figura 2.54, se presenta un acercamiento que ilustra el surgimiento de un relleno no controlado en la colonia Ampliación San Miguel Tlahuac.

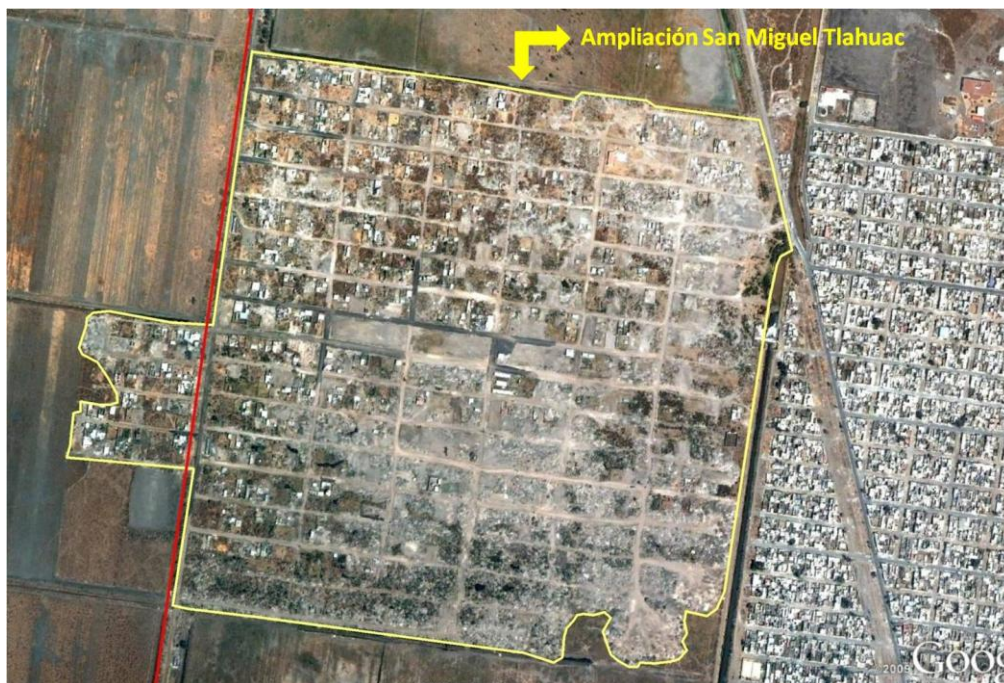


Figura 2.54. Surgimiento de un relleno no controlado en la colonia Ampliación San Miguel Tlahuac.

En la figura 2.55, se observa la construcción del tlattel moderno, que consiste en el vaciado a volteo de materiales de desecho no controlados, formando un extenso relleno.



Figura 2.55. Camiones de volteo que dan lugar al tlattel moderno.

-Canales

Los pobladores del periodo prehispánico construían canales para poder cruzar la zona de los lagos en época de estiaje. Existen evidencias de este tipo de canales como los que se aprecian en el mapa de 1555 atribuido a Alonso de Santa Cruz que se encuentra en la Universidad de Upsala, Suecia (figura 2.56).



Figura 2.56. Sección del mapa de Upsala mostrando antiguos canales en la zona del lago.

Durante la colonia y en los siglos XIX y XX, debido al proceso de desecación de los lagos que rodeaban a la ciudad de México, fue necesaria la construcción de canales para conducir el agua proveniente de las laderas de las montañosas que circundan la Cuenca de México, hacia el lago de Texcoco, que era la zona más baja de la cuenca.

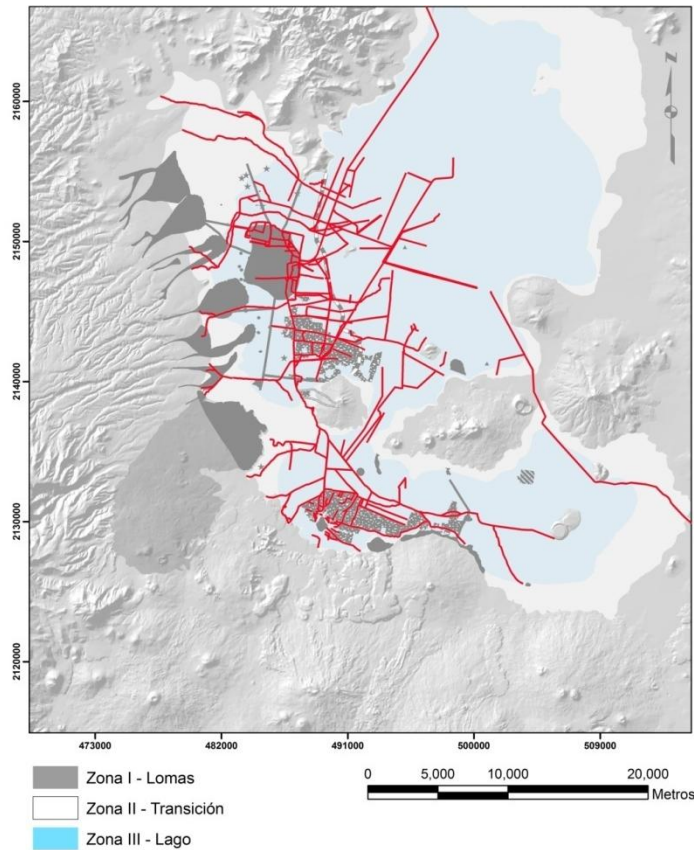


Figura 2.57. Distribución espacial de los principales canales.

Los antiguos cauces de canales construyen por tanto otras de las anomalías frecuentemente encontradas en el subsuelo de la ciudad. En el fondo de los cauces de los canales se depositaron azolves constituidos por materiales limosos con espesores variables sobre el lecho de los antiguos lagos, que difieren del modelo estratigráfico de Marsal y Mazari, tal y como ocurre en las presas. Además, con la explosión demográfica en la ciudad a mediados del siglo XX, se inició el relleno y/o entubamiento de cauces en la zona urbana con el propósito de mejorar las condiciones sanitarias aprovechando en muchas ocasiones estos espacios para dar alojamiento a grandes vialidades y con ello mejorar la estética urbana de la ciudad (figuras 2.58 y 2.59).



Figura 2.58. Relleno y entubamiento de canales a mediados del siglo XX.

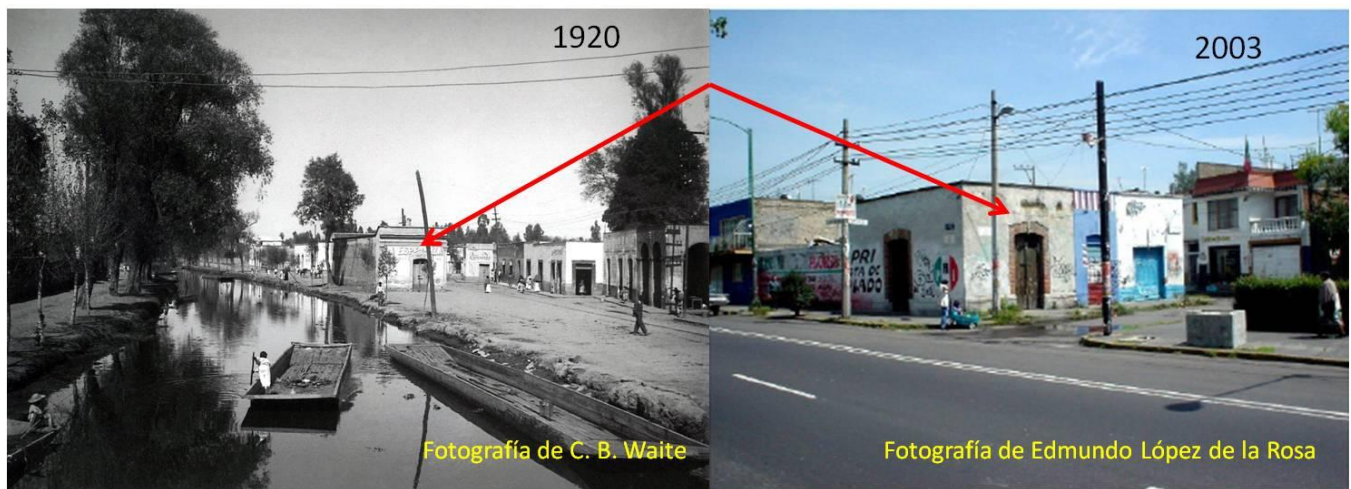


Figura 2.59. Canal de la Vega a la altura del pueblo de Iztacalco en la década de 1920 y en 2003.

-Cimentaciones abandonadas

En toda la ciudad existen predios en los que se encuentran cimentaciones abandonadas después de la demolición de construcciones originales que tienen implicaciones importantes en el diseño de la cimentación de edificaciones nuevas construidas en el mismo sitio.

Así, en la delegación Cuauhtémoc, es posible encontrar vestigios sepultados de instalaciones sanitarias, cimentaciones y construcciones pertenecientes al periodo colonial. El propio Palacio de Bellas Artes fue construido sobre los restos de la cimentación del Convento de Santa Isabel. En la figura 2.60 se muestran las estacas encontradas durante la excavación.



Figura 2.60. Construcción del Palacio de Bellas Artes en donde se encontraron los vestigios de una cimentación colonial, 1904.

Durante los sismos del 28 de julio de 1957 y del 19 de septiembre de 1985 un número importante de edificios colapsaron o fueron derrumbados posteriormente. La mayoría de los predios, que alguna vez ocuparon estos edificios, han sido utilizados como parques, estacionamientos y construcciones ligeras de un nivel (figuras 2.61 y 2.62). Sin embargo, también se han construido edificios nuevos en algunos de estos predios. En este caso las cimentaciones de los edificios anteriores que han quedado en el subsuelo plantean dificultades técnicas y económicas por el alto costo que representa retirarlas.

En la investigación realizada para el presente trabajo se identificaron 71 predios con cimentaciones abandonadas de edificios caídos durante los sismos del 28 de julio de 1957 y del 19 de septiembre de 1985 o derrumbados posteriormente (figura 2.61), a partir de los trabajos: “Estudio estadístico de daños ocasionados por el sismo del 28 de julio de 1957”, Departamento del Distrito Federal (1960) y “Evaluación de los efectos de los sismos de septiembre de 1985 en los edificios de la ciudad de México”, Meli, Miranda y Rigaud (1986).

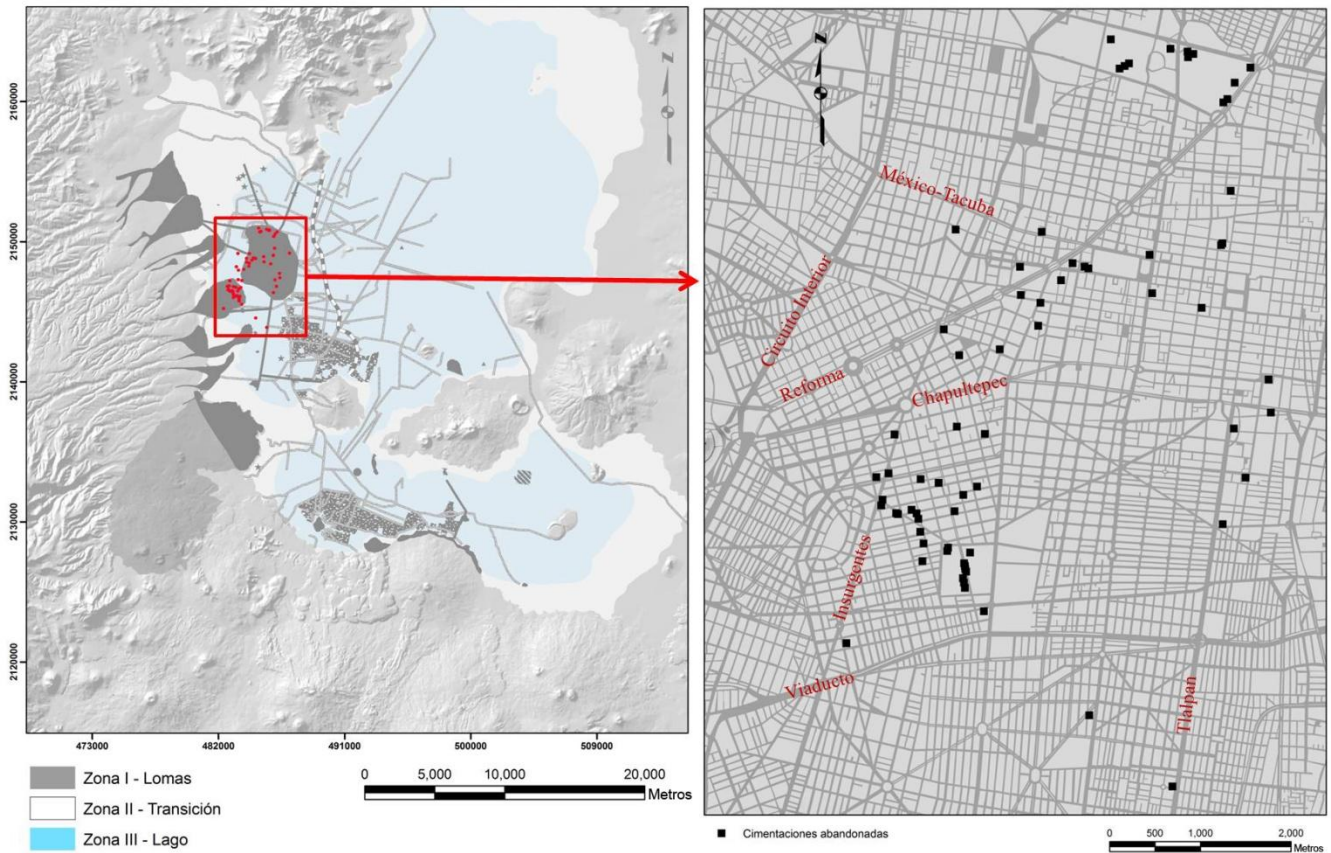


Figura 2.61. Cimentaciones abandonadas.



Figura 2.62. Emersión aparente de una cimentación abandonada en el cruce de Insurgentes y Yucatán.



Figura 2.63. Emersión aparente de la cimentación del antiguo Hotel Regis.

En el Anexo F se presenta más información relacionada con los 71 predios con cimentaciones abandonadas.

2.3. Implicaciones en la ingeniería geotécnica

2.3.1. Importancia de las anomalías en el diseño geotécnico

Las características excepcionales de los suelos blandos del Valle de México siempre han dificultado la labor de los constructores. La presencia de anomalías introduce dificultades adicionales en los diseños geotécnicos. En efecto las anomalías pueden afectar de manera negativa al comportamiento de las estructuras, debido a que éstas modifican sustancialmente las características del subsuelo.

La presencia de anomalías puede tener diferentes efectos:

- Agrietamiento asociado al hundimiento regional en zonas de transición abrupta entre anomalías y suelos blandos. Esto se puede observar a lo largo de la cara poniente de la Loma de San Luis, también se observan los daños ocasionados a lo largo del tiempo a las estructuras de la Ex Hacienda de San Nicolás Tolentino (figura 2.64).

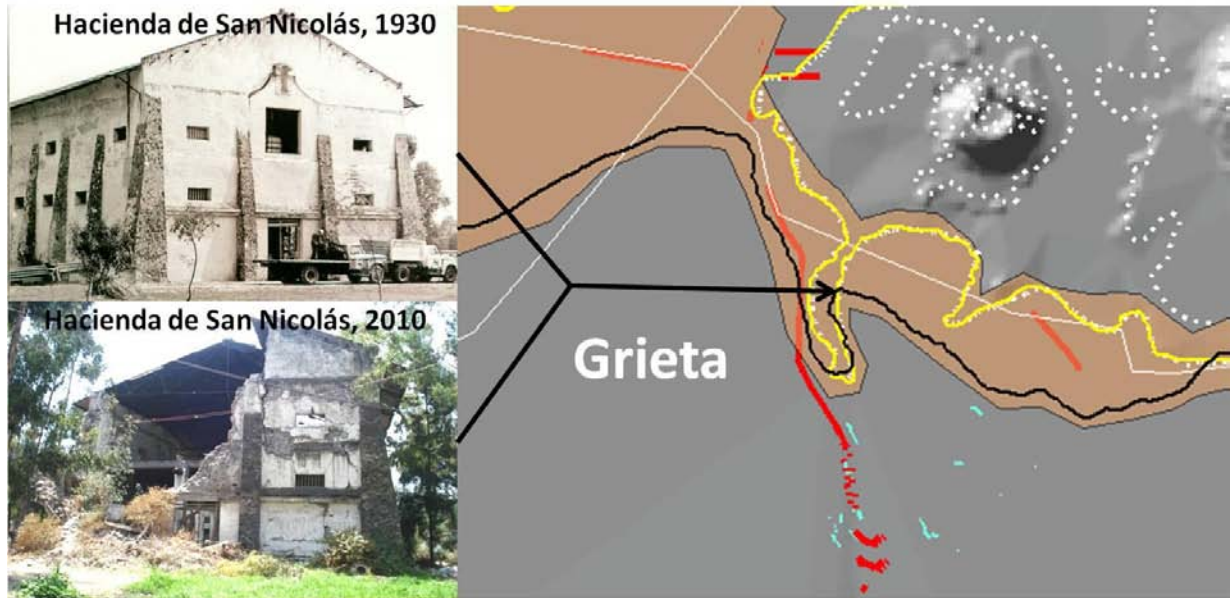


Figura 2.64. Daños ocasionados por la generación de una grieta en la Loma de San Luis.

- Asentamientos diferenciales de construcciones desplantadas parcialmente en ellas y en suelos blandos. Lo anterior se ilustra con la figura 2.65, donde se observa el fuerte desplomo del antiguo convento de Churubusco que quedo desplantado parte sobre los rellenos del tlatal de Huitzilopochco y parte sobre los suelos blandos.

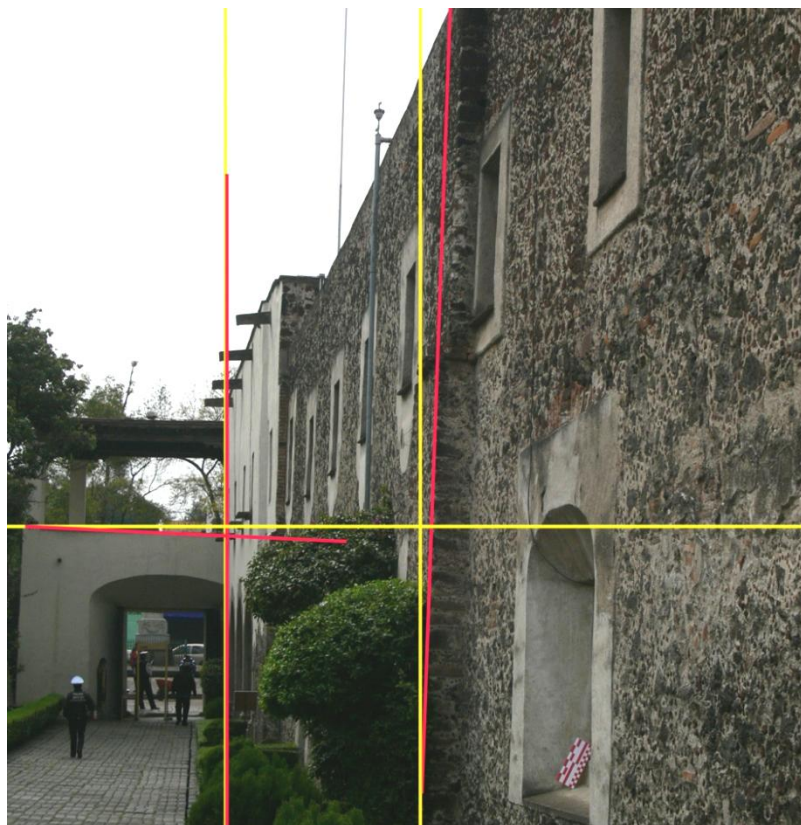


Figura 2.65. Desplome del Museo Nacional de las Intervenciones, antiguo convento de Churubusco.

- Emersión aparente de algunas anomalías donde el terreno que la circunda se hunde con mayor celeridad que los suelos debajo de la anomalía (fuertemente consolidados), como se ilustra en la figura 2.66. que muestra la emersión del tlatel de Ahuehuetlan ubicado en el cruce de Av. Cuauhtémoc y Obrero Mundial.



Figura 2.66. Emersión aparente del terreno en el tlatel prehispánico de Ahuehuetlan.

- Alteración de la respuesta sísmica del terreno por variaciones en el perfil estratigráfico y en las velocidades de transmisión de ondas.
- Emersión de cimentaciones abandonadas como en el caso de la figura 2.67 que muestra la emersión de una cimentación abandonada en la esquina de Isabel la Católica y 16 de septiembre. La presencia de cimentaciones abandonadas induce además desplomos en las edificaciones vecinas.



Figura 2.67. Emersión aparente de una cimentación abandonada en el centro de la ciudad.

El conocimiento de la existencia de las anomalías geotécnicas, es de gran relevancia y valor para los diseñadores y constructores, debido a:

La presencia de anomalías ha sido causa de múltiples problemas de comportamiento de cimentaciones que por ende ocasionan daños estructurales en las edificaciones. Como ejemplo, se puede mencionar el caso del centro histórico, donde la existencia de rellenos prehispánicos de gran espesor (anomalía), que ocasiona un comportamiento no uniforme del subsuelo en el que se apoyan las cimentaciones.

El conocimiento de la ubicación y características de las anomalías geotécnicas, permitirá a los diseñadores y constructores a tomar previsiones necesarias para el diseño geotécnico, así como para la selección de los sistemas, equipos y procedimientos constructivos y con ello evitar los problemas que puedan presentarse durante la vida útil.

También el conocimiento de la ubicación y característica de las anomalías puede ser empleado como elemento de juicio para entender las posibles causas del mal comportamiento de estructuras antiguas y recientes desplantadas sobre anomalías.

2.3.2. Propuesta para las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones (NTCDCC) del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal

Consideración de las anomalías geotécnicas en los estudios de ingeniería geotécnica

En la versión actual de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones (NTCDCC) del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal se presta una atención especial al problema de las cimentaciones abandonadas en su párrafo 9 donde se indica lo siguiente:

“Al demoler edificios dañados por sismo o cuya vida útil haya concluido, se tomarán las precauciones necesarias para que los elementos de cimentación dejados en el suelo no causen daños a las construcciones vecinas, a los servicios públicos o a las edificaciones que se construirán en el futuro en el mismo predio. Se tomará en cuenta que la presencia de una cimentación abandonada en un subsuelo sometido a consolidación regional tiende a generar una emersión aparente del terreno muy prolongada en el tiempo, similar a la inducida por cimentaciones sobre- compensadas, que puede causar deformaciones inaceptables en la periferia de la misma. Deberá demostrarse, a satisfacción de la Administración, que las precauciones tomadas garantizan que estos elementos de cimentación no tendrán efectos indeseables. En caso contrario, deberá procederse a su extracción y a la restitución de condiciones análogas a las del suelo natural.”

Es evidente la necesidad de llamar en la misma forma la atención respecto a otras anomalías de tipo natural o antropogénico, se considera que sería de utilidad una advertencia como la siguiente:

“En los estudios geotécnicos en las zonas II y III se prestará especial atención a la posible existencia de anomalías geotécnicas que puedan tener una incidencia sobre el comportamiento de las edificaciones y la respuesta sísmica del terreno. Serán de particular importancia las zonas de islotes antiguos del lago (tlateles), los cauces de los antiguos canales que hayan sido rellenados de forma no controlada, las zonas que alguna vez fueron utilizadas para cultivo en chinampas, las antiguas calzadas prehispánicas, etc. También se tomará en cuenta que dentro de la zona lacustre existen anomalías naturales correspondientes a estructuras geológicas sepultadas o a secuencias atípicas de materiales producidas por erupciones recientes. Para una localización a priori de estas anomalías se podrá recurrir al mapa anexo a las presentes normas. Sin embargo la confirmación de la existencia de dichas anomalías y su caracterización deberán realizarse mediante un programa detallado de exploración directa e indirecta. En los estudios de mecánica de suelos realizados en predios afectados por anomalías deberá presentarse una exposición detallada de las precauciones tomadas para mitigar la influencia de dichas anomalías en el comportamiento de las cimentaciones.”

Mapa propuesto para su inclusión en las NTCDCC

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se definió un mapa simplificado de ubicación de anomalías geotécnicas presentes en las zonas, lacustre y aluvio-lacustre del Valle de México.

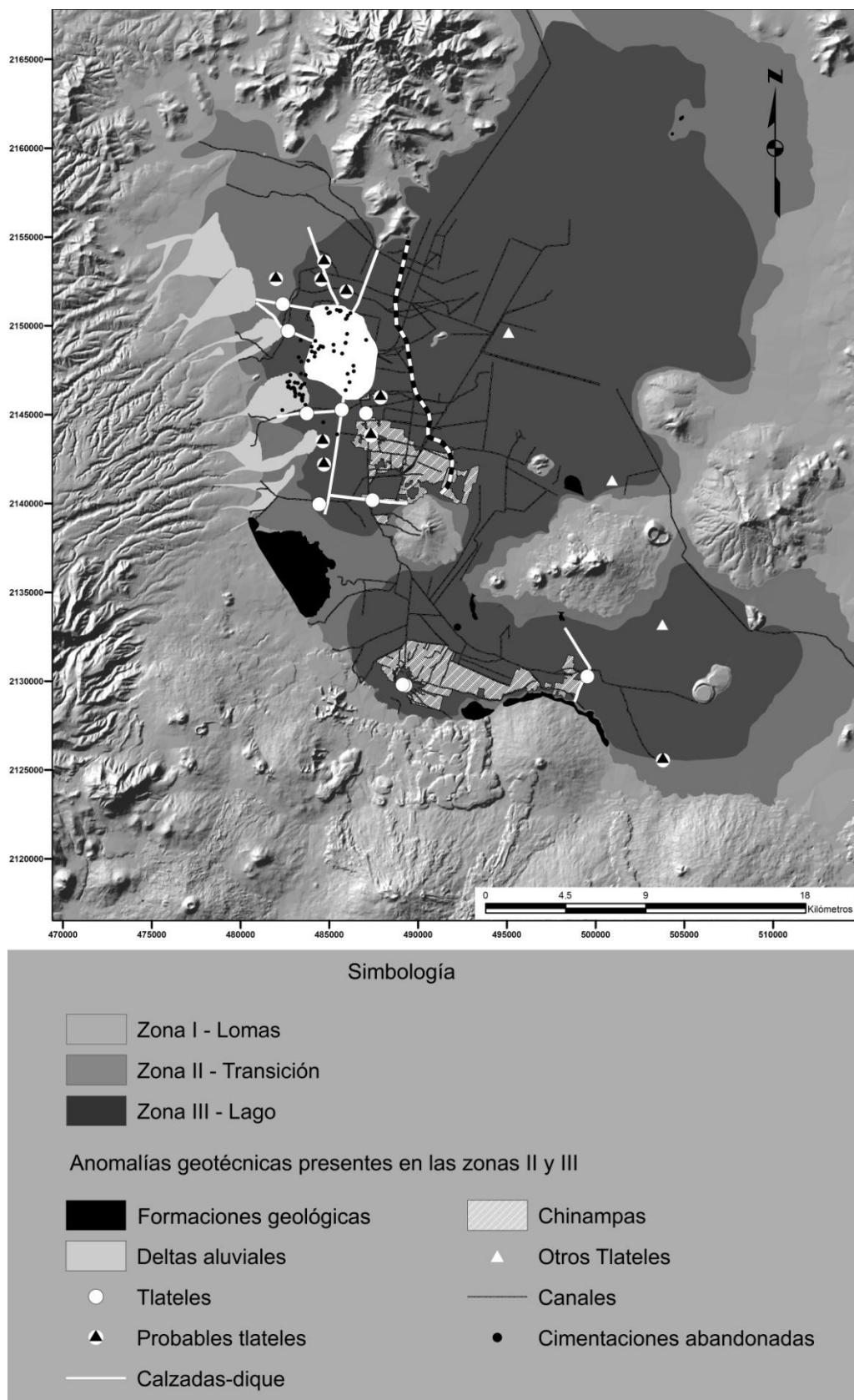


Figura 2.68. Propuesta de mapa indicativo de ubicación posible de anomalías geotécnicas.

3. Conclusiones

La actual zonificación geotécnica del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF) señala la existencia de tres zonas geotécnicas, Zona I (Lomas), Zona II (Transición) y Zona III (Lago). Pero no señala la existencia de sitios y sub-zonas particulares que difieren de la estratigrafía de cada zona.

En la zona lacustre de la cuenca de México (zonas I y II de la zonificación geotécnica), existen numerosas anomalías geotécnicas que pueden originarse por factores naturales o antropogénicas.

Se contabilizaron 227 anomalías geotécnicas en las zonas, lacustre y aluvio-lacustre de la Ciudad de México. De éste número 20 pertenecen a anomalías originadas por procesos naturales (7 cerros en zona lacustre, 3 anomalías geomorfológicas, 4 asociadas a eventos geológicos recientes y 6 deltas aluviales); y 207 a proceso antropogénicos (31 tlateles, 6 calzadas-dique, 7 áreas de chinampas, 89 canales, 71 cimentaciones abandonadas y 3 otros tlateles).

La ciudad de México ha sido habitado durante siglos. Y durante este largo periodo, diversos grupos humanos han dejado rastro de su paso en la región, sobre todo en la zona lacustre de la cuenca de México. Por otra parte, el conocimiento acerca de los procesos históricos ocurridos en la zona de estudio, es de gran utilidad para ubicar las anomalías geotécnicas en la ciudad de México, originadas por la acción humana.

Los sistemas de Información Geográfica (SIG), son una herramienta de la informática que permite organizar, almacenar, consultar e interpretar con gran eficiencia la información geotécnica disponible.

La información geotécnica empleada fue obtenida de 73 sondeos geotécnicos almacenados en el Sistema de Información Geotécnica de Sondeos Geotécnicos (SIG-SG) realizado durante décadas por el grupo del Laboratorio de Geoinformática.

No se contaron con exploraciones geotécnicas en algunos de los sitios estudiados, lo que da lugar a una incertidumbre en la condición de dichos sitios. Solo con nuevas campañas de exploración geotécnica se tendrá la certeza de la existencia de anomalías.

La presencia de las anomalías tiene gran relevancia en a ingeniería geotécnica, debido a los efectos negativos que pueden ocasionar en las estructuras, tales como:

Agrietamiento asociado al hundimiento regional en zonas de transición abrupta.

Asentamientos diferenciales.

Emersión aparente de las anomalías.

Alteración de la respuesta sísmica.

El conocimiento de la existencia y ubicación de las anomalías puede, advertir a constructores y diseñadores para que tomen previsiones necesarias en el diseño geotécnico y emplearse como un elemento de juicio para entender posibles causas de mal comportamiento en las estructuras.

Se cuenta con una caracterización geotécnica geométrica y geotécnica cada vez más precisa de estas anomalías

Se presenta un mapa simplificado de ubicación de anomalías geotécnicas para su inclusión en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (GDF 2004b).

Anexo A

Historia de la Cuenca de México

“Para quienes habitan la ciudad de México, como para quienes la visitan, resulta difícil imaginarse que este espacio, ahora ocupado por una interminable capa de asfalto, hace solo unos cientos de años se encontraba un extenso lago –en realidad varios- , a cuya vera nuestros más antiguos ancestros transitaron hace decenas de miles de años, ocupados en la caza y recolección de animales y plantas. Hace alrededor de 4000 años –gracias a la adopción de la agricultura como medio de subsistencia principal- surgieron las primeras aldeas; desde entonces la zona fue habitada ininterrumpidamente por grupos que rápidamente alcanzaron elevados niveles de complejidad y construyeron ciudades que se contaron entre las más grandes y renombradas de su época. Los pobladores de la Cuenca de México fueron capaces no sólo de explotar con eficiencia el lago y las montañas que lo rodeaban, también aprovecharon manantiales y ríos y desarrollaron ingeniosos sistemas de cultivo. Asimismo, fueron capaces de realizar obras de ingeniería que les permitían controlar las aguas del lago y abastecer de agua dulce a sus ciudades.

Del enorme legado producto de esta larga historia es poco lo que queda a la vista. La expansión de la metrópoli no solo ha dado al traste con aquel extraordinario medio ambiental, también ha provocado la destrucción de los vestigios prehispánicos. Por fortuna, la región, también ha provocado un importante cúmulo de datos que nos permiten ahora entender su evolución histórica y cultural. A pesar del ambiente urbano, aún es posible visitar varias zonas arqueológicas en distintos puntos de la ciudad y sus alrededores”. (Arqueología Mexicana, 2007)

La Cuenca de México ha sido siempre un lugar atrayente para el establecimiento de asentamientos humanos, debido en gran medida, a las condiciones geográficas y gran cantidad de recursos naturales que ofrece la región. Es por esto, que los primeros pobladores vieron las grandes ventajas de establecerse en la cuenca.

Los primeros asentamientos humanos en la cuenca datan del 5500 a.C. pero se sabe que mucho antes existían grupos sedimentarios de humanos que rondaban la región desde el 30000 a.C. Después de la aparición de la agricultura en la cuenca de México, alrededor del 2500 a.C., el crecimiento de la población se incremento drásticamente. Se crearon comunidades más grandes y con rasgos de una cultura organizada, lo que permitió el desarrollo de incipientes tecnologías para la modificación del ambiente a su favor.

En el 1200 a.C. comenzó el desarrollo de la primera gran ciudad de la cuenca, Cuicuilco, la cual alcanzó una población de 20000 habitantes, alrededor del 200 a.C. Ésta ciudad tuvo una gran influencia en lo que los antropólogos llaman Mesoamérica, demostrando el papel preponderante que desde entonces la región tuvo en la zona centro de lo que hoy es México.



Figura 1. Mapa de recursos y explotación de la región de los lagos de la cuenca de México, Arqueología Mexicana, 2007.

Entre los años 200 a.C. y 200 d.C., la erupción del volcán Xitle, evento del cual no se tiene fecha exacta, destruyó Cuicuilco, lo que permitió la consolidación de Teotihuacán al norte de la cuenca, como gran centro urbano, misma que llegó a contar con más de 100000 habitantes en el año 500 d.C. Dicha ciudad ejerció un control total en la cuenca y en grandes zonas del centro de Mesoamérica. Poco más tarde, en el 550 d.C. y debido a la sobre explotación de los recursos de la región, la ciudad entró en un periodo de crisis que terminó con el colapso y total desaparición de su civilización en el 650 d.C.

Tras la desaparición de Teotihuacán y como un símil a lo sucedido en Europa durante la Edad Media, la cuenca entro en una edad “oscura”. Con la desaparición de un centro rector, la población se disperso en pequeños grupos a lo largo de la cuenca y la región dejó de ser una potencia Mesoamericana. Esto dio pie a que grupos sedentarios de la región conocida como Aridoamérica, al norte del México actual, incursionaran la zona, dando inicio a una mezcla e integración de los pueblos originarios de la región y los nuevos “invasores”. El grupo más grande de pobladores que llegaron a la cuenca fue el de los Chichimecas, quienes empezaron a ocupar zonas ribereñas de los lagos y a establecer centros políticos y sociales, tomando el control de la región y dando comienzo a un nuevo desarrollo poblacional de la zona. Los centros Chichimecas más importantes que se desarrollaron fueron Tenayuca, Azcapotzalco, Texcoco, Xochimilco, Tlahuac y Chalco.

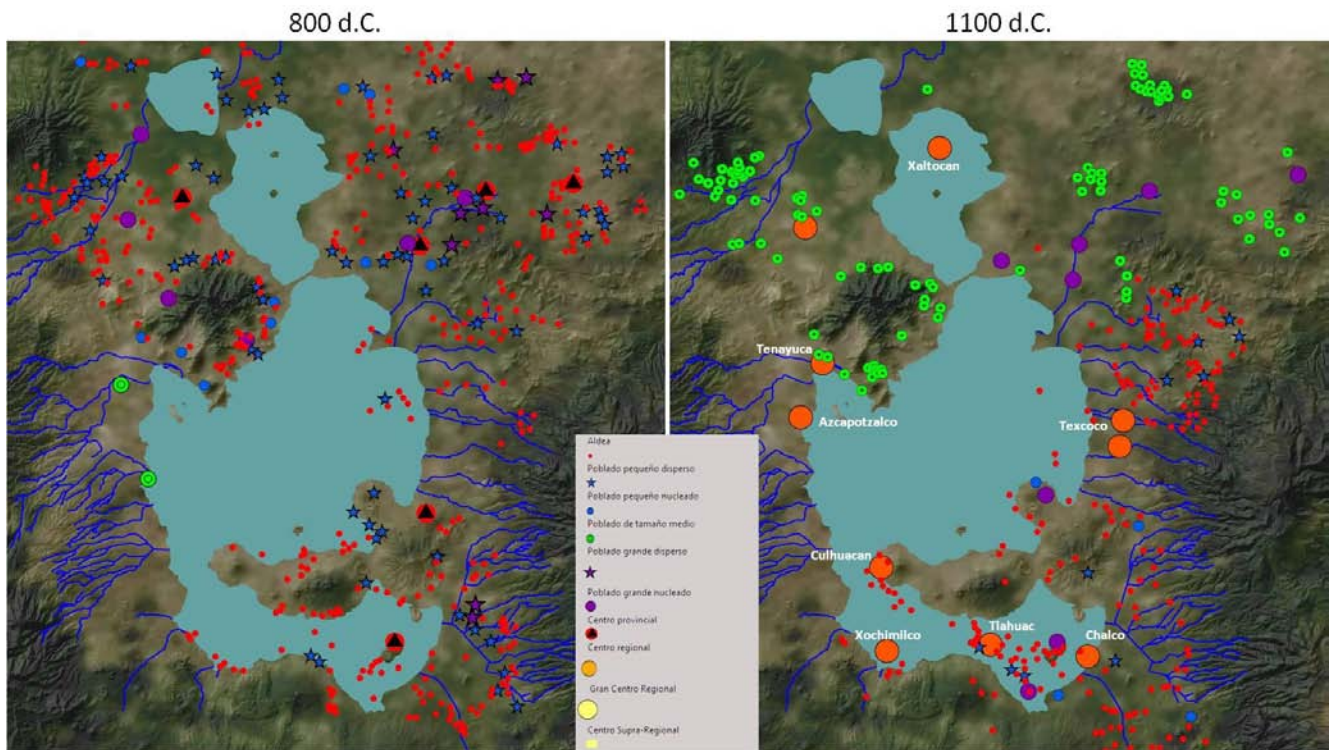


Figura 2. Poblaciones de la cuenca de México alrededor de los años 800 d.C. y 1100 d.C., W. T. Sanders et al, 1979.

Cuando el pueblo azteca llegó a la región de la cuenca de México, alrededor del 1300 d.C., la “edad oscura” había sido superada, la cuenca se encontraba sobre poblada y solo escasos sitios existían para el establecimiento de los recién llegados. Así, los aztecas fueron obligados a establecerse en una pequeña isla en interior del lago de Texcoco, la cual pertenecía al señorío de Azcapotzalco.

Durante años, los aztecas fueron tributarios del pueblo Tecpaneca, gobernado por el señorío de Azcapotzalco. En el año de 1431, se inició la guerra entre Tecpanecas y Texcocanos, que para el momento representaban las potencias en la región. Los aztecas aprovecharon la situación y se aliaron con Texcoco. Entre ambos vencieron al tirano rey Maxtla de Azcapotzalco y los mexicas obtuvieron su independencia. Tras la derrota de Maxtla, el pueblo azteca junto con sus aliados de Texcoco y Tlacopan, iniciaron grandes campañas militares en la cuenca y más allá de ella, conquistando a diferentes poblaciones del centro del país, creando un gran sistema de pueblos tributarios, que con el tiempo generaron gran rencor hacia sus opresores, factor que emplearon los conquistadores españoles en la derrota de México–Tenochtitlán.

Los aztecas desarrollaron una serie de tecnologías que les permitieron la construcción de grandes obras para el control de los lagos. Con ayuda de Netzahualcóyotl, se construyó una albarrada que separó las aguas saladas del lago de Texcoco y previno a la ciudad de Tenochtitlán de inundaciones. También se construyeron calzadas, diques y canales en puntos estratégicos para el control de las aguas así como para la comunicación de la isla con tierra firme.

A su llegada, los españoles quedaron maravillados con las edificaciones y ciudades que encontraron camino a Tenochtitlán, sobre todo de aquellas que se encontraban sobre el agua. Las siguientes son algunas descripciones de Bernal Díaz del Castillo y de Hernán Cortés a su llegada a Tenochtitlán:

“Y desde que vimos tantas ciudades y villas pobladas en el agua y en tierra firme otras grande poblaciones, y aquella calzada tan derecha y por nivel como iba a México, nos quedamos admirados, y decíamos que parecía a las cosas de encantamiento que cuentan en el libro de Amadis, por las grandes torres y cúes y edificios que tenían dentro en el agua, y todos de cal y canto, y aun algunos de nuestros soldados decían que si aquello que veían era entre sueños, y no es de maravillar que yo escribía aquí de esta manera, porque hay mucho que ponderar en ello que no se como lo cuente: ver cosas nunca oídas, ni aun soñadas, como veíamos.” (Bernal Díaz del Castillo, 2004)

“Otro día después que a esta ciudad llegue (Iztapalapa), me partí, y a media legua andada entré por una calzada que va por medio desta dicha laguna de dos leguas, fasta llegar a la gran ciudad de Temixtitán (Tenochtitlán), que está fundada en medio de la dicha laguna; la cual calzada es tan ancha como dos lanzas, y muy bien obrada, que puede ir por toda ella ocho de caballo a la par, y en estas dos leguas de la una parte y de la otra de la dicha calzada están tres ciudades, y de la una dellas, que se dice Mesicalcingo, está fundada la mayor parte della dentro de la dicha laguna, y las otras dos, que se llaman la una Niciaca (¿Ticomán? Hoy parte de lo que es la colonia Portales, sobre calz de Tlalpan) y la otra Huchilohuchico (hoy Churubusco), están en la costa della, y muchas casas dellas dentro en el agua. La primera ciudad destas terná tres mil vecinos, y la segunda más de seis mil, y la tercera otra cuatro mil o cinco mil vecinos, y en todas muy buenos edificios de casas y torres, en especial las casas de los señores y personas principales y de las de sus mezquitas u oratorios donde ellos tienen sus ídolos. En estas ciudades hay mucho trato de sal, que hacen del agua de la dicha laguna, y de la superficie que está en la tierra que baña la laguna, la cual cuecen en cierta manera y hacen panes de la dicha sal, que venden para los naturales y para fuera de la comarca. E así seguí la dicha calzada y a media legua antes de llegar al cuerpo de la ciudad de Temixtitán, a la entrada de otra calzada que viene a dar de la Tierra Firme a esta otra, está un muy fuerte baluarte con dos torres (Acachinanco, actualmente el cruce entre Viaducto y Tlalpan), cercado de muro de dos estados, con su pretil almenado por toda la cerca que toma con ambas calzadas, y no tiene más que dos puertas, una por do entran y otra por do salen...” (Cortés, 1975)

Durante la guerra de conquista, muchas de las grandes obras y construcciones que habían realizado los pueblos prehispánicos quedaron destruidas. Cortés, muy a su pesar, destruyó la ciudad de México – Tenochtitlán, como última alternativa para derrotar al ejército mexica.

Tras la derrota azteca por parte de los españoles, la población indígena decayó bruscamente. Se calcula que en el año de 1519, la población en el centro de México era aproximadamente de 8 millones y en

Yucatán se calculan otros 6 millones más (Mendizábal, 1964). Para 1521 la población había disminuido a 9 millones de habitantes y durante mediados del siglo XVI, las epidemias redujeron aun más la población, llegando a una crisis poblacional a principios del siglo XVII. Se calcula que para 1595 la población apenas alcanzaba los 2 millones de habitantes en toda la Nueva España. La economía se contrajo y las autoridades Españolas olvidaron el problema del control de los lagos. Así, después de la conquista, toda la infraestructura y desarrollo tecnológico para el manejo y aprovechamiento de los lagos, desapareció casi en su totalidad.

Por otra parte, la visión de los pueblos indígenas de una ciudad que conviviera con el agua, no coincidió con la visión española, de aprovechar grandes extensiones de tierra firme, que traían de Europa. Según el Fray Toribio de Benavente, mejor conocido como Motolinía, en el año de 1524 los lagos iniciaron un descenso continuo en el nivel de las aguas, que continuó hasta la desecación total de los lagos en el siglo XX. Esto se explica por el continuo incremento de azolves, el descuido de las acequias y albarradas para el control de las aguas y en la construcción del desagüe general de la cuenca en años posteriores.

En los primeros años de la colonia de la Nueva España, se iniciaron varios procesos de transición y mezcla entre las culturas prehispánica y europea. Se inició la evangelización de los pueblos indígenas, la repartición de territorios, la construcción de iglesias y monasterios, la organización de Cabildos, entre otros aspectos. Pero nada de esto logró evitar la mayor cantidad de muertes indígenas, causadas en gran medida a las epidemias provenientes de Europa y de las condiciones precarias en las que vivían los indígenas. Gran número de poblaciones indígenas fueron abandonadas debido a las epidemias.

No fue, sino hasta principios del siglo XVII, en que la Nueva España entró en una etapa de crecimiento, impulsado principalmente por la exportación de materias primas al continente europeo. Se incrementó la actividad en el comercio de la cuenca y las poblaciones cercanas a la ciudad de México iniciaron un proceso de desarrollo, que les permitió el mejoramiento de calles plazas públicas y la construcción de edificaciones religiosas.

Debido a la política de la corona española de establecer restricciones económicas y tecnológicas a la colonia, el crecimiento poblacional que presentó la cuenca en la época colonial no fue de grandes dimensiones y para el final de la dominación española, la ciudad apenas había triplicado su población, después de 300 años.

Con la fundación de la capital de la Nueva España sobre la antigua ciudad de Tenochtitlán–Tlatelolco, los españoles se enfrentaron a la problemática de las inundaciones, producto de las crecientes del lago de Texcoco. Hay que recordar que la Albarrada construida por Netzahualcōyotl, había sido destruida por Cortés, para el paso de sus Bergantines en la guerra de conquista, y en los primeros años de la colonia, no se vio la necesidad de reconstruirla. También se habían descuidado las acequias y compuertas para el control del agua. En el año de 1555 se presentó la primera gran inundación, después de la conquista y la Ciudad de México se vio fuertemente afectada. Una de las primeras soluciones presentadas fue la de trasladar la capital de la Nueva España a tierra firme. Cortés ya había pensado construir la nueva ciudad en Coyoacan, pero decidió asentarla sobre las ruinas de Tenochtitlán, ya que de esta forma se demostraba el triunfo sobre los pueblos indígenas, además de que quedaba destruido el símbolo imperial de los aztecas. Esta propuesta, pronto fue olvidada, debido al alto costo que representaba y el Virrey Luis de Velasco ordenó la reconstrucción de una albarrada, más pequeña que la construida por Netzahualcōyotl, que iniciaba en la calzada de Guadalupe y terminaba en el inicio de la calzada Ixtapala (hoy calz. de Tlalpan).



Figura 3. Plano que describe la Comarca de México y Obras del Desagüe de la Laguna, Enrico Martínez, 1608.

La siguiente gran inundación se dio en el año de 1580, debido a una serie de fuertes lluvias que iniciaron en 1579. En esta época se planteó la idea de la construcción de un desagüe general que drenara los lagos. Pero debido a los altos costos de la construcción, se decidió únicamente a reparar y ampliar los diques, albarradas y calzadas, así como la desarenación de ríos.

No fue sino hasta el siglo XVII, después de otra gran inundación en el año de 1604, en que se vio la gran necesidad de encontrar una solución permanente al problema de las inundaciones en la Ciudad de México. Con la llegada del Virrey don Luis de Velasco, por segunda ocasión, en el año de 1607, se ordenó la construcción del desagüe general. Para esto se estudiaron varios proyectos y propuestas, de los cuales fue elegido el del cosmógrafo alemán Enrico Martínez quien proponía la construcción de un túnel al norte de la cuenca, pasando cerca del poblado de Huehueteca para llevar las aguas al río Tula, mismo que se conecta con el río Panuco y desemboca en el Golfo de México. Enrico Martínez pretendía desecar los lagos a través de esta magna obra, pero las autoridades, únicamente decidieron desviar el río Cuauhtitlan, que para entonces era el río más caudaloso y que tenía como afluentes los ríos Tepotzotlan, Guadalupe y el Grande. Enrico Martínez dedico más de 29 años a esta magna obra.



Figura 4. Plan del Real Desagüe de Gueguetoca, Joseph de Páez 1753.

En el año de 1621 llegó como nuevo gobernador de la Nueva España el Virrey Marqués de Gelves, quien decía no estar convencido del peligro que sufría la ciudad respecto a las inundaciones. Es por esto que para el año de 1623 el virrey ordenó el cierre del túnel de Huhuetoca, para así ver con sus propios ojos si era verdad lo que decían. Esto, obviamente, causó la peor inundación que la ciudad había tenido hasta entonces.

Para el año de 1627 se presentaron grandes lluvias, lo que ocasionó algunas inundaciones alrededor de la ciudad. Las lluvias se presentaron también en 1628 y para el año de 1629 la ciudad fue inundada nuevamente. Tras la inundación de 1629, la cual duró hasta el año de 1634, se emprendieron las obras para la ampliación del desagüe de Huhuetoca, en donde se decidió que el túnel existente fuese transformado en un tajo abierto. Las obras del desagüe continuaron en el siglo XVII y no fueron terminadas sino hasta 1789, teniendo etapas de gran actividad y otros en los que se abandonaban las obras. Durante este periodo continuaron las inundaciones, pero de menor intensidad a las presentadas anteriormente. Debido al crecimiento, tanto de la ciudad, como de las poblaciones asentadas alrededor de los lagos, así también como del incremento en los niveles de azolvamiento, las superficies de los lagos fueron perdiendo extensión, alejándose cada vez más de las orillas de la ciudad de México.



Figura 5. Lagos del norte de la cuenca de México, Joaquín Velázquez de León y José Burgaleta, 1774.

Tras la guerra de independencia, se inició el arduo trabajo de organizar la nueva nación. Dentro de los principales planes que se incluían en la nueva organización, se encontraba la ampliación del desagüe. Desafortunadamente el tema fue olvidado rápidamente debido a las continuas intervenciones extranjeras y a la falta de recursos. En los primeros años del México independiente, la región de la cuenca no presentó grandes incrementos en su población, debido principalmente a la falta de desarrollo económico y a las periódicas intervenciones militares del siglo XIX.

A mediados del siglo XIX, y tras los constantes riesgos de una inundación, se iniciaron planes para la construcción de un segundo drenaje. Entre los principales promotores para el desarrollo del desagüe general estaban los ingenieros Francisco de Garay y Smith, quienes proponían un sistema de vasos comunicantes entre los lagos de la cuenca, iniciando en el lago de Chalco y terminando en el lago de Zumpango, para de ahí descargar las aguas sobre el río Tula, pero no por Huhuetoca, sino con la construcción de un nuevo túnel que pasara cerca de Tequisquiác. Desafortunadamente y por falta de recursos los planes no se llevaron a cabo.

En 1856 se construyó en muy poco tiempo el canal de San Lorenzo, conocido hoy en día como canal de Garay. Éste comunicaba el lago de Xochimilco con el lago de Texcoco cruzando por el valle de San Lorenzo. Lo que permitió que las aguas de los lagos de Xochimilco y Chalco descargaran sus aguas en el de Texcoco, evitando el riesgo de inundación por el sur de la ciudad.

Anexo A

En el año de 1865, durante el liderazgo de Maximiliano de Habsburgo, se autorizó la construcción del proyecto del desagüe de Garay, pero las obras iniciaron hasta 1866. En 1867 la intervención francesa llegó a su fin y el partido conservador fue derrotado finalmente, por lo que los trabajos del desagüe general se vieron interrumpidos durante el proceso de cambio de gobiernos. No paso mucho tiempo, en que el nuevo gobierno decidió retomar el proyecto de Garay, reorganizando la zona de obra. Pero nuevamente, las obras se vieron interrumpidas debido a los problemas económicos y políticos que enfrentaba el país.

Con la llegada de Porfirio Díaz al poder, México entró en una etapa de estabilidad política y económica que generó un gran desarrollo en el país. La gran apertura a la inversión extranjera, la creación de industrias y empresas en la ciudad y la construcción de miles de kilómetros de ferrocarril, derivaron en una primera explosión demográfica que provocó la expansión de la ciudad hacia el occidente de la cuenca, alcanzando poblaciones que anteriormente se encontraban en apartadas de la ciudad, tales como Tacuba, Popotla y Chapultepec. En este periodo, se lograron reanudar las obras del gran canal de desagüe y el túnel de Tequisquiac. El gobierno de Porfirio Díaz asignó ambas obras a compañías extranjeras, quienes presentaron grandes problemas desde sus inicios. En las obras del túnel, la empresa inglesa encargada, tuvo grandes dificultades en la construcción, que llegó al extremo de detener las obras y pedir la cancelación del contrato al gobierno de México. Las obras fueron terminadas por el gobierno mexicano, realizándose en poco tiempo y demostrando la gran capacidad de la ingeniería mexicana. Las obras del gran canal fueron las que más dificultades presentaron y las que demoraron más en concluirse. Finalmente el 17 de Marzo de 1900, se llevó a cabo la gran inauguración del sistema de desagüe del Valle de México, galardonada con una gran celebración presidida por el Presidente de la República.

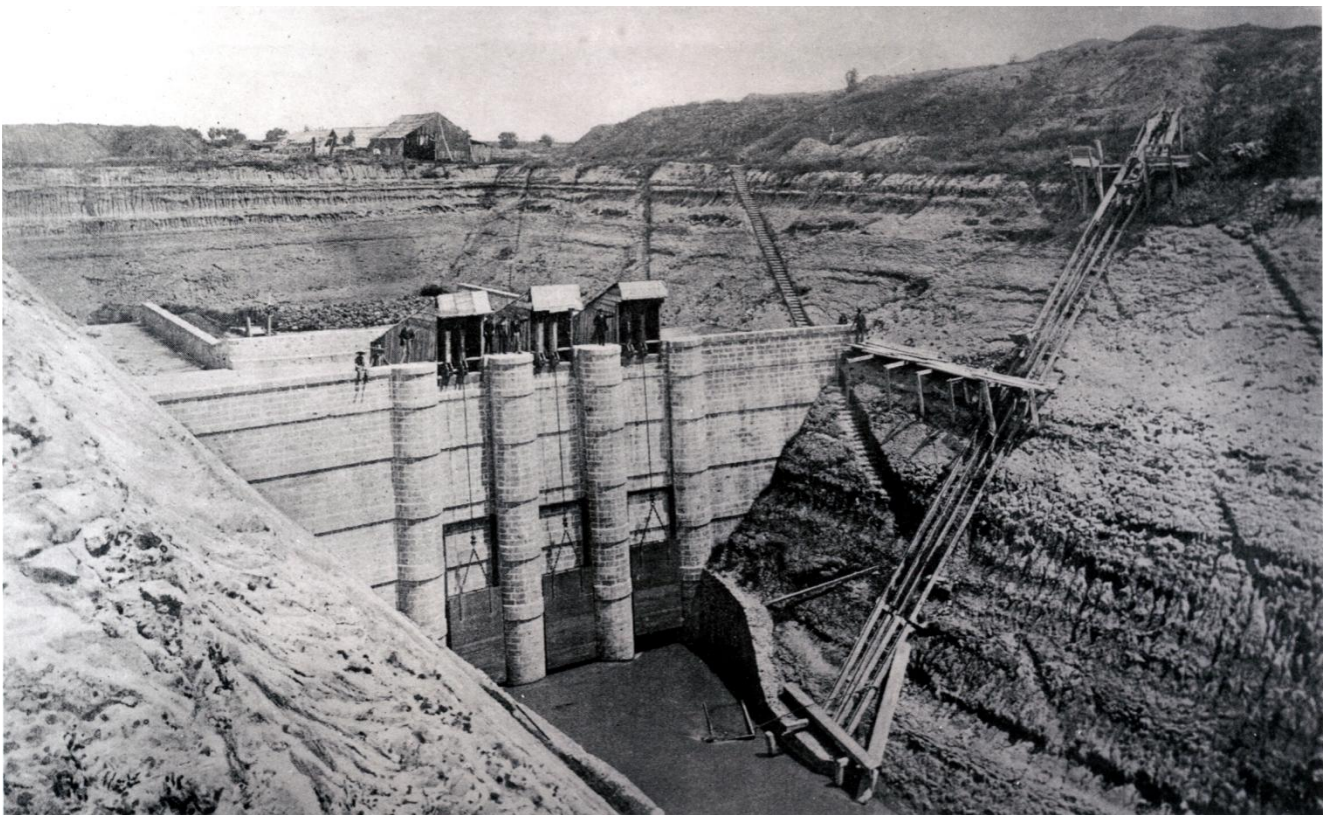


Figura 2.20 Presa y compuertas del Gran Canal de Desagüe, 1897.

Tras la Revolución Mexicana, en la década de 1930, una segunda explosión demográfica, que continuo en las siguientes décadas, convirtió a la ciudad de México en una de las más grandes del mundo. Al expandirse el área urbana, se poblaron áreas de los antiguos lagos, llegando a alcanzar a poblaciones, antiguamente alejadas de la ciudad, como Coyoacan, Santa Fe o Iztapala y para finales del siglo XX alcanzando a Xochimilco, Tlalpan y Tlahuac. Este rápido crecimiento, dificulto la planificación de la ciudad, ocasionando la construcción de edificaciones en lugares inapropiados o sin contar con estudios previos sobre el subsuelo.

En 1937 se inició la construcción de un segundo túnel de Tequisquiac, el cual fue terminado hasta 1954. Aun así la obra no fue suficiente y las inundaciones continuaron. Por otra parte, el crecimiento desmedido de la ciudad, provoco una gran demanda de agua potable en la ciudad, que solo pudo ser surtida del subsuelo, pero esta solución acarreo un nuevo problema, el hundimiento de la ciudad.

El área urbana alcanzó zonas que antes habían sido utilizadas para la agricultura, por lo que en la década de 1940 se dio inicio al entubamiento de ríos, canales de riego y arroyos y que continuó hasta la década de 1970. En este periodo se entubaron los ríos Churubusco, de la Magdalena, San Ángel, Tequilazco, Barranca del Muerto, Mixcoac, de la Piedad, Becerra, Tacubaya, Consulado, San Joaquín y Miramontes, aprovechando la superficie de éstos, para la construcción de avenidas.

En la década de 1950 se intensificó la ampliación del drenaje de la ciudad con la construcción de 520 km de colectores, 2900 km de atarjeas y con la entubación de más de 80 km de causas (Memorias del drenaje profundo 1975). Aun así, la ciudad continuo sufriendo inundaciones y grandes problemas sanitarios debido a la acumulación de aguas negras en distintos puntos de la ciudad, por lo que en 1953 se creó la Dirección General de Obras Hidráulicas, misma que desarrolló en 1954 el “Plan general para resolver los problemas del hundimiento, las inundaciones y el abastecimiento de agua potable de la ciudad de México”, el cual consideraba las siguientes acciones:

1. Utilizar hasta donde sea admisible, el alcantarillado existente, aliviando su trabajo en la época de lluvias por medio de conductos interconectores que limiten las áreas tributarias de cada colector a valores compatibles con sus dimensiones.
2. Instalar una planta de bombeo con capacidad de 80 m³/s y construir un túnel para el mismo caudal, que descargaría las aguas negras y de lluvia en el Gran Canal del Desagüe, a la altura de San Cristóbal Ecatepec.
3. Entubar el primer tramo del Gran Canal y la totalidad de la Prolongación Sur, ya que su existencia es un serio problema sanitario para la población.
4. Ampliar la red de colectores hacia las regiones del Distrito que no la poseen.

(Memoria de las obras del Sistema de drenaje profundo del Distrito Federal, 1975)

En el transcurso de los años siguientes el plan fue modificado durante el transcurso de la construcción de las obras tabuladas, hasta proponer una solución final que satisficiera los problemas de inundaciones y de drenaje en la ciudad de México. En 1967 fue aprobado el Proyecto del Drenaje Profundo de la ciudad de México el cual fue inaugurado hasta el año de 1975, pronosticando, como en la era porfiriana, el fin a la problemática de las inundaciones en la ciudad. Dicho sistema de túneles consiste en un emisor central de 8 km y un emisor oriente de 10 km los cuales se unen para formar un enorme emisor de 50 km, sumando una longitud total de 68 km.

Como consecuencia en la incesante actividad en la ampliación del sistema de desagüe de la cuenca, durante la segunda mitad del siglo XX y al crecimiento desmedido en las décadas de 1960, 1970 y 1980 de la ciudad, el nivel de los lagos de la cuenca fue afectado al grado de desaparecerlos casi en su totalidad. En el año de 1951 tuvo que ser desviado el cauce del río Churubusco para rescatar la zona chinampera de Xochimilco y Tlahuac. El lago de Texcoco llegó en la década de 1970 a su desaparición total, teniéndose que construir series de lagos artificiales para el rescate ecológico de la región. Por otro lado los lagos de San Cristóbal y Xaltocan han desaparecido completamente, para dar lugar a desarrollos habitacionales modernos.

El drenaje profundo de la ciudad de México ha ayudado en gran medida en el control de las inundaciones en la ciudad, además de servir como un gran alcantarillado de la misma. Pero a pesar de esto, se han presentado grandes inundaciones, como la sucedida en el municipio de Chalco en el año 2000, y desbordamientos de canales en distintos puntos de la ciudad

Actualmente se encuentra en construcción el túnel de la Compañía en el oriente de la cuenca, así como la construcción de un nuevo emisor, y la instalación de nuevas plantas de bombeo en el actual sistema de desagüe. Así también se han desarrollado proyectos para el desarrollo de una zona lacustre en la zona de Texcoco y el rescate ecológico de los canales de Xochimilco y Tlahuac.

Hoy en día podemos ver las consecuencias del crecimiento no planificado, que ha generado grandes problemas en la ciudad, como la falta de agua, el hundimiento regional, la contaminación entre muchos otros.

Anexo B

Construcciones prehispánicas

Un buen indicador en el nivel de desarrollo alcanzado por una civilización, es el que muestra el grado de complejidad alcanzado en la infraestructura de una sociedad. Los restos que los pueblos prehispánicos Mesoamericanos dejaron como prueba de su ingenio, dan evidencia de los altos niveles de complejidad logrados en sus sociedades. Hoy en día nos sorprenden los eficientes sistemas para el control de inundaciones construidos en la cuenca de México, las intrincadas redes de comunicación, tanto de canales como de caminos, las islas artificiales construidas en el interior de los lagos, las pirámides y edificios religiosos, los sistemas de cultivo y los acueductos para el abastecimiento de agua potable. Todas estas grandes obras, fueron posible gracias a una organización social compleja, en la que se establecieron jerarquías, actividades específicas y un estricto control sobre una gran cantidad de individuos.

En la cuenca de México, las personas encargadas del diseño y supervisión de las construcciones en la época azteca, se llamaban *tlachihuani*, que en náhuatl significa “el que con su ingenio hace algo” (Loria A., 2004). Estos ingenieros prehispánicos, muy preparados, conocían tanto de religión, matemáticas, dibujo y administración y eran quienes cargaban con la responsabilidad de realizar los diseños, así como de llevar a cabo la construcción de las mismas.

Las tecnologías con las que contaban los pueblos prehispánicos, pueden hoy parecer sencillas y precarias, pero a pesar de ello, lograron construir obras de las cuales los españoles quedaron asombrados por su gran belleza y por la buena realización de las mismas. La principal herramienta con la que contaban los pueblos prehispánicos para la construcción de grandes estructuras, era la mano de obra en gran número. Siempre existía una buena organización y disciplina en su realización, un control estricto sobre las actividades que se realizaban y grandes fuentes de alimento. Pero se debe mencionar que la realización de estas magnas obras, representaba un elevado costo hacia la sociedad, como la pérdida de vidas humanas, gran consumo de materia prima y escasez de alimentos. Es por esto que en gran número de ocasiones, las obras eran realizadas por los pueblos sometidos a los grandes conquistadores, que obligaban a estos últimos a construir dichas obras. Como ejemplo se puede mencionar la construcción de la calzada de Nonoalco, llevada a cabo por mexicas pobladores de México-Tlatelolco, bajo órdenes de dirigentes Tecpanecas de Azcapotzalco, con el propósito de imponer el dominio Tecpaneca sobre el pueblo mexicana (González, 1968).



Figura 1 Ubicación de la calz. Nonoalco en la traza actual de la ciudad.

Por otra parte, se sabe por registros de los conquistadores españoles, que el trabajo colectivo prehispánico, podía ser para los trabajadores una actividad de la que obtenían verdadera satisfacción y que incluso acompañaban de júbilo y cantos, visión que contrastaba con el concepto europeo de trabajo que, para los recién llegados, tenía por lo común en el mejor de los casos una connotación de mal necesario.

A pesar de la falta de una tecnología metalúrgica, los pueblos prehispánicos lograron desarrollar grandes obras de infraestructura a partir de ingeniosos diseños y de un gran conocimiento sobre los materiales empleados en sus construcciones. Otra, de las carencias que afectaban los procesos de construcción en la época precolombina, era la rueda, por lo que no se contaban con mecanismos para el transporte de gran cantidad de materiales en forma rápida y eficiente, como los que se tenían para ese tiempo en Europa o Asia; todo el transporte era realizado con fuerza humana o en canoas, por lo que se puede considerar a esta como una de las razones por la que se construyeron poblaciones en el interior de los lagos, donde se tenía una mayor facilidad en el transporte de materiales (Palerm, 1973). Los métodos que se empleaban para contrarrestar esta carencia en el transporte de los materiales, era la construcción de las estructuras a corta distancia de las fuentes de abastecimiento. Así también se construían las obras cerca de canales, ríos o lagos, en donde el transporte de cargas pesadas era más eficiente.

Los materiales utilizados en la construcción durante la época precolombina eran gran variedad de tipos de piedras labradas, gravas, madera, fibras naturales, vegetación, adobe y distintos tipos de tierra y arena, principalmente. Las estructuras de mayor importancia para las ciudades eran las fabricadas con bloques de piedra, unidas por una mezcla de cal y un tipo de arcilla negra, a la cual se le podía agregar arena y fibras naturales, claras de huevo y/o baba de nopal; dentro de las estructuras de este tipo, podemos mencionar las viviendas de sacerdotes, gobernantes y personajes importantes, así como de templos, acueductos, y en algunos casos a diques y calzadas. Las edificaciones de tierra o adobe, comprendían estructuras como las chinampas, diques, calzadas, casas medianas y terraplenes. Las de madera, las cuales era el grupo de estructuras más numeroso, se empleaban en casas, edificios administrativos pequeños, techos, empalizadas, puentes, entre otros. La mayoría de las estructuras existentes en las ciudades y poblaciones prehispánicas no superaban los dos niveles de altura. Solo en las ciudades grandes se contaba con estructuras de más de dos niveles, las cuales podían llegar a ser grandes templos para ritos y celebraciones religiosas, edificios administrativos, o grandes palacios.

Gran parte de estas estructuras no necesitaban de cimentaciones especiales cuando eran construidas en terreno firme. Bastaba con nivelar el suelo y en ciertas ocasiones colocar un relleno de arena o grava

antes de desplantar la estructura. Por otra parte, la construcción de cimentaciones en suelos blandos, fue algo que únicamente se realizaba para aquellas edificaciones que realmente las requerían, debido al peso de la estructura. Se es sabido que el pueblo mexicana tenía ideas muy claras sobre la consolidación de los suelos, lo que permitió realizar obras de infraestructuras de considerable magnitud sobre las difíciles condiciones que presenta el suelo (Mazari *et al* 1994). De las excavaciones realizadas, se ha encontrado que los habitantes prehispánicos de la cuenca, empleaban técnicas como la sustitución de suelo con materiales ligeros, como el tezontle; la cimentación por medio de estacas de madera empleadas como pilotes pequeños; pre compactación del suelo o la distribución de grandes cargas en superficies grandes.

Una de las estructuras que mejor ejemplifica lo anterior es el Templo Mayor de Tenochtitlán, en donde los ingenieros mexicas, lograron construir una estructura que parece desafiar las leyes de la física, al haber sido construida sobre un suelo con baja capacidad de carga.

Anexo C

Toponimia y Geotecnia en el Valle de México

Gabriel Auvinet, Edgar Méndez y Ulises Matus, Laboratorio de Geoinformática, Instituto de Ingeniería, UNAM

La mayor parte de los habitantes del valle de México no atribuye un significado particular a los nombres, muchos de ellos típicos, de las distintas delegaciones políticas, colonias o barrios de la zona urbana del Distrito Federal y del Estado de México. En numerosos casos, estos nombres corresponden a los de antiguas poblaciones que fueron incorporadas progresivamente a la gran ciudad. Sin embargo, detrás de nombres como *Iztapalapa*, *Xochimilco*, *Tlalpan*, etc., existe una referencia explícita a cierto rasgo característico físico, histórico, religioso o de cualquier otra índole, del sitio de interés. En un buen número de casos, este nombre constituye una descripción sucinta de la topografía, de la geología o del tipo de suelo encontrado en el sitio. Este significado reviste por tanto un evidente interés para los ingenieros civiles y en particular para los geotecnistas.

El estudio del origen y significación de los nombres de las localidades ha recibido el nombre de toponimia o de onomástica geográfica.

A pesar de la convivencia en Mesoamérica durante numerosos siglos de muchos grupos étnicos, la toponimia de la región tiene principalmente raíces *nahoas*, lo que parece confirmar la idea de que la presencia de este grupo en la zona es muy anterior a lo que se considera en la historia comúnmente aceptada, elaborada principalmente en el siglo XIX. La hipótesis de que los nombres *nahoas* que se encuentran por ejemplo en el estado de Tabasco, hayan sido atribuidos tardíamente a estos lugares por los aztecas en los siglos XIV o XV o inclusive durante el inicio de la colonia parece poco realista. De hecho, algunos investigadores consideran actualmente que la llegada del grupo nómada de los *Nahoas* y el inicio de su simbiosis con civilizaciones de agricultores sedentarios preexistentes, remontan probablemente a más de 1200 años antes de Cristo (Duverger, 1999). De acuerdo con esta interpretación, la influencia nahoas a través de los siglos le dio cierta unidad lingüística y cultural a Mesoamérica desde México hasta lo que es actualmente Costa Rica.

La interpretación que debe darse a los nombres indígenas puede consultarse en referencias como el diccionario de la lengua *Nahuatl* de Siméon (1885), el diccionario de “*aztequismos*” de Cabrera (1992), y otros trabajos mencionados en la bibliografía. Esta interpretación es delicada y no escapa a cierta subjetividad. Debe tomarse en cuenta que no existe una equivalencia biunívoca entre los vocablos europeos y los de la lengua *nahoa*. Se sabe que, en este último idioma, una determinada palabra no puede aislarse de su contexto y puede tener una dimensión poética o hasta cosmogónica difícilmente traducible. Es frecuente por tanto que diversos autores propongan interpretaciones diferentes para un mismo nombre. Además, en las interpretaciones dadas por las propias autoridades locales, es común que exista el deseo de presentar determinado lugar bajo un ángulo más favorable que lo que parece indicar una interpretación menos imaginativa pero más verosímil.

El tipo de confusión al que puede conducir una interpretación superficial y tendenciosa puede ilustrarse con el caso del barrio de *Copilco*, próximo al *campus* de la Universidad Nacional Autónoma de México, al que un humorista atribuyó maliciosamente el significado, ampliamente confirmado por evidencias de campo, de *copi* (copia) y *co* (lugar), es decir... lugar donde se sacan copias!

Para la Cuenca de México, el trabajo de toponimia más conocido es probablemente el de González Aparicio (1980) (Figura 1).

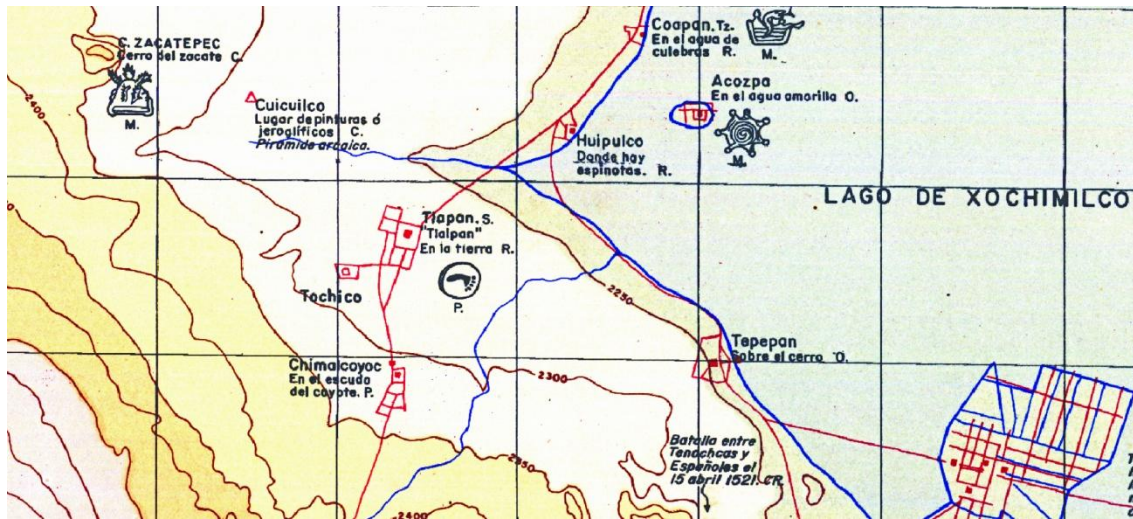


Figura 1. Parte sur poniente del Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán de González Aparicio (1980).

En su *Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán*, este autor asocia a un gran número de localidades su interpretación toponímica y el glifo correspondiente. Aun cuando este trabajo no parece totalmente exento de algunos de los defectos mencionados en los incisos anteriores, constituye una excelente base de información para los fines del presente trabajo, es decir para tratar de discernir, entre los diferentes nombres de lugares, los que tienen un carácter claramente asociado a la Geotecnia y potencialmente útil al ingeniero civil.

Antes de examinar los nombres de los diferentes lugares del Valle de México, es necesario mencionar algunos vocablos prehispánicos o términos actuales derivados de ellos (aztequismos) relacionados con el suelo.

Una palabra común, como en cualquier idioma, es el agua: *atl* que puede combinarse con otros términos para dar otros conceptos. Así, *atl tlatzacutli inic maconneuz* es una represa (literalmente: agua estancada para que se eleve, Siméon), *atl yotlatocayan*, es un arroyo. El mar es el agua grande: *ueil atl*.

Se sabe que *tlalli* significa tierra. Siméon atribuye también a *tlallotl* el significado de tierra, barro y a *tlalpantli* el de suelo. Este mismo autor indica que *tlalmanaliztli*: es el aplanamiento del suelo, la acción de nivelar la tierra. Para Cabrera, *zoquite*, barro o lodo, es un aztequismo derivado de *zoquitl*.

La palabra *tlatelli*, montículo de tierra o elevación, se ha empleado para referirse a los islotes que sobresalían de los lagos del valle de México. Entre los más conocidos puede mencionarse el “*tlatel* de los barcos” que se encontraba en el sitio correspondiente a la esquina sureste del predio del aeropuerto internacional actual y donde se instaló una de las mojoneras topográficas que definen la división entre el Distrito Federal y el Estado de México (Figura 2).

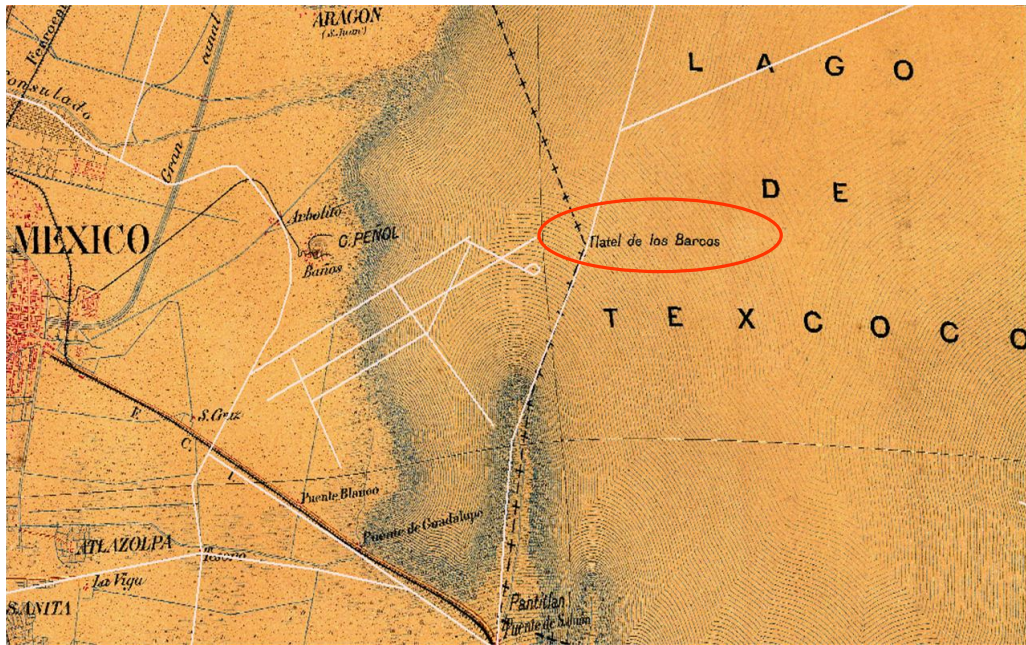


Figura 2. Islote del “Isla de los barcos” en el Lago de Texcoco (Carta corográfica de Fernández Leal, 1899).

En relación con la palabra *tlalli*, debe mencionarse que la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos adoptó en 1957, por sugerencia de F. Zamora Millán, un escudo inspirado en un monolito prehispánico. Se escogió un motivo escultural de dicho monolito alusivo al segundo sol de los *Nahoa*s, o sol de tierra, correspondiente a la segunda edad del mundo (Clavijero): *tlaltonatiuh*, de *tlalli*, tierra, y *tonatiuh*, sol. El monolito, de dos metros de altura, cincuenta centímetros de ancho y veinte de espesor se puede observar en el museo del monumental sitio arqueológico denominado *Teotenango* (lugar de la muralla sagrada de *tenamitl*, muro o fortificación y *teotl*, dios) ubicado al poniente de la población de Tenango, 25 km al sur de la ciudad de Toluca en el Estado de México.

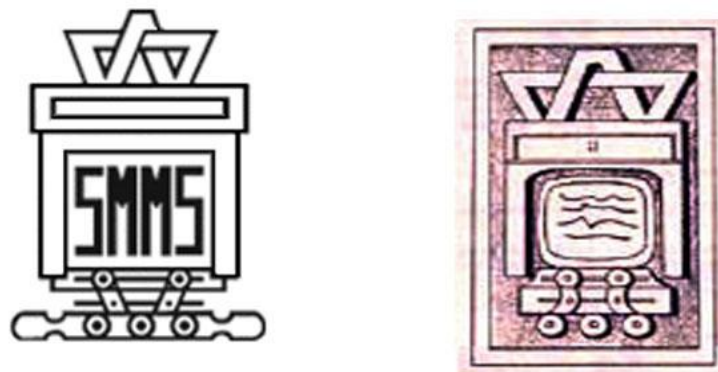


Figura 3. Escudo de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos y representación prehispánica de *tlaltonatiuh*.

Las civilizaciones prehispánicas del valle de México ya tenían sus geotecnistas como lo muestra el detalle del Código Mendocino reproducido en la figura 4, que muestra un funcionario *tenochca* encargado de la conservación y limpieza de calzadas y acequias y una representación de una calzada con una cortadura que es atravesada por un puente levadizo de madera.

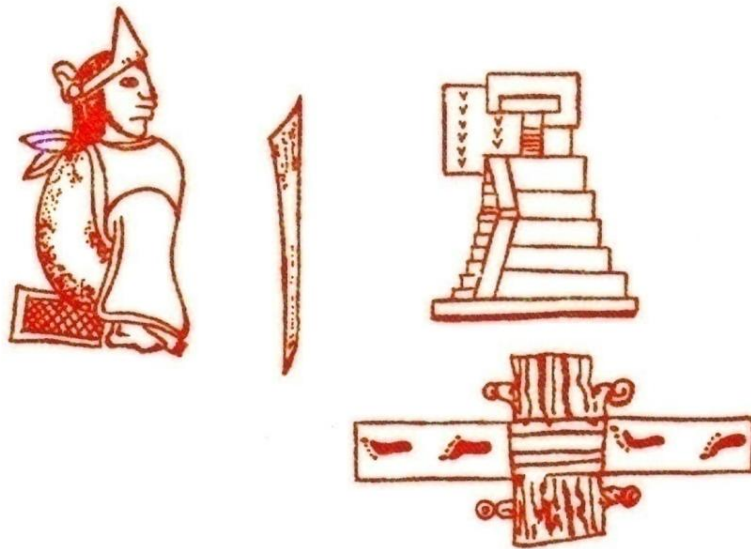


Figura 4. Geotecnista *tenochca* (Código Mendocino p. 64, citado en Memoria de las obras del Sistema de drenaje Profundo del Distrito Federal, 1975).

La piedra, *tetl*, no debe confundirse con el fuego *tletl*. Combinando *tetl*, piedra, con la palabra *zoquitl*, se obtiene *tezoquitl*, la tierra arcillosa que sirve para hacer alfarería (Sahagun). *Tepetl* o *tepepan* es la montaña, el cerro. *Tepetlalli* es una ladera, un declive, es decir, en términos geotécnicos actuales, un talud. *Tetla* es un lugar pedregoso. El aztequismo *tenexte* corresponde a la roca de que se hace la cal (de *tenextli*, cal y *tetl*). La tiza es una especie de yeso o gis blanco, de *tizatli*: barniz o tierra blanca (Molina).

Oztoil es una caverna como las que abundan en el poniente de la ciudad de México. Se le dio mucho crédito en el pasado a la leyenda de la existencia de un sumidero en el lago de *Texcoco*, al que se le daba el nombre de *Aoztoc* (cueva en el agua), ubicado cerca de la estación del metro actual de *Pantitlán*.

El popular aztequismo *tepetate* se refiere a una especie de toba volcánica o conglomerado limo-arenoso muy resistente que cortado en bloques se usa en vez de piedra para la fabricación de muros. La interpretación etimológica más directa es la de cama dura, de *tetl*, piedra, y *petlatl*, petate o cama (Cabrera). *Tlalmana* significa allanar, aplanar, apisonar el terreno para levantar un muro (Siméon).

Es bien sabido por otra parte que el tezontle es la escoria volcánica porosa de color rojizo que por su ligereza, resistencia y aspecto (“*el tezontle tiene color de sangre seca*” escribió Octavio Paz”), se usa mucho como material de construcción en el valle de México. Según Cabrera, la etimología sería: cabellos de piedra, de *tetl* piedra y *tzontli*, cabellera. *Tezontlale* es el *tezontle* triturado, hecho arena.

Los jaliscienses saben que *Xalli* significa arena. En esta palabra, la *X* debe pronunciarse como *sh* en inglés, aun cuando en el caso de Jalisco la *X* se haya transformado en *J*. Los jales, plural castellano de jal, derivado de *Xalli*, son arenas pero también residuos mineros con los que se forman las presas de jales (Orozco, 2004).

Iztatl es la sal común, de *Iztac*, blanco. El *tequesquite* es una sal natural compuesta de sesquicarbonato de sosa y cloruro de sodio que aparece en forma de eflorescencia al evaporarse el agua de los lagos

salobres. La composición puede variar según la naturaleza de las aguas que lo tienen en solución. Espumilla, confitillo, cacarilla y polvillo son diversas clases de *tequesquite* según la finura de la sal. Etimología: *tequizquitl*, piedra eflorescente, de *tel*, piedra y *quizquitl*, brotante, de *quizca*, salir o brotar espontáneamente, (Cabrera).

La palabra *tlalollin* que asocia *tlalli*, tierra, con *ollin*, movimiento, significa lógicamente sismo (Fig. 5).

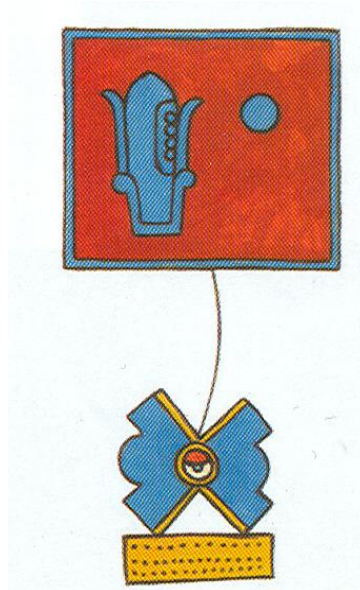


Figura 5. Glifo indicando que en el año uno pedernal hubo un temblor: *tlalollin* (Códice Telleriano Remensis, citado por Lomnitz, 2005).

En un trabajo como el presente, sólo es posible incluir una pequeña muestra de la toponimia de las localidades del valle de México cuyo nombre está relacionado con la geotecnia y la ingeniería civil:

-*Ajusco*: lugar donde brota el agua (Cabrera)

-*Atemoaya*: en la bajada del agua (González Aparicio).

-*Atenco*: a la orilla del agua, de *atl*. agua, *tentli*, orilla y *co*, lugar (Cabrera).

-*Atlapulco*: donde comienza la barranca (González Aparicio)

-*Atlazolpa*: en el agua sucia (González Aparicio). Colonia actual de la ciudad, muy cerca del metro Aculco.

-*Chiconautla*: Nueve aguas, de *chiconahui*, nueve y *atl*, agua (Cabrera). Este nombre resulta muy apropiado puesto que en este lugar existió una de las fuentes importantes de abastecimiento de agua de la Ciudad de México (El sistema de aprovisionamiento del agua de Chiconautla, se terminó de construir en 1957 aportando un gasto del orden de 3 m³/s; DDF, 1957). González Aparicio prefiere sin embargo la interpretación: nueve tierras.

-*Cuauhtlan*: sobre la tierra donde hay árboles (González Aparicio)

-*Iztapalapa*: en el río de las lajas blancas, de iztapalli, una piedra lisa, blanca y apan, río (Cabrera).

-*Iztapalocan*: en el camino de lajas (González Aparicio)

-*Iztacalco*: lugar de las casas blancas o casas de la sal, de *Iztatl*, sal, *calli*, casa, y, *co*, lugar.

-*Jaltepec*: cerro de arena, de *xalli*, arena, y *tepetl*, cerro. Para el geotecnista, un cerro con este nombre constituye un potencial banco de préstamo de material granular, aún cuando en nuestra época se le da legítimamente cada vez más importancia a la protección de los paisajes.

-*Nextlalpan*: en la tierra de ceniza (González Aparicio) de *nextli*, ceniza y *tlalli* tierra.

-*Tepexpan*: sobre los peñascos (González Aparicio).

-*Tetelpan*: tierra fragosa (González Aparicio).

-*Tezonco y Tezoyucan*: lugar del *tezontle* (González Aparicio).

-*Tezompa*: sobre el *tezontle* (González Aparicio).

-*Tizayuca*: de *tizayocan*, lugar de los que tienen tiza, de *tizatl*, cierta tierra blanca, *yo*, posesivo, y *can*, lugar de” (Cabrera).

-*Tizapan*: sobre el tizar (González Aparicio).

-*Tlahuac*: de *cuitlahuac*, suciedad seca: de *cuitla*, suciedad y *huaqui* o *uaqui* secado por evaporación (Siméon). Antigua isla en el límite entre los lagos de *Xochimilo* y *Chalco*, unida a la orilla por una angosta calzada por donde pasará la línea 12 del metro actualmente en construcción. (González Aparicio propone diplomáticamente una interpretación menos controversial: donde está el que cuida el agua).

-*Tlalpan*: encima de la tierra, de *tlalli*, tierra y *pan*, encima (Cabrera). Según el museo de Historia de Tlalpan: Lugar de tierra firme.

-*Tlaltenco*: tierra a la orilla del agua: de *tlalli*, tierra, y *atenco*, a la orilla del agua. Futura estación de la línea 12 del metro. Pueblo que se encontraba antiguamente a la orilla del lago de *Xochimilco*.

-*Tecamachalco*: en las quijadas de piedra, de *tetl*, piedra y *camachalli* quijada, (Cabrera).

-*Tepepan*: sobre el cerro (González Aparicio).

-*Tepetlapan*: sobre el tepetate (González Aparicio).

-*Tepeyac*: la nariz (punta) de la montaña, de *tepetl* cerro y *yácatl*, nariz. Esta “nariz” rocosa, parcialmente sepultada, explica los grandes asentamientos diferenciales que han presentado la basílica de Guadalupe y el contiguo convento de Capuchinas.

-*Tepetzingo*: en el cerrillo (González Aparicio). Nombre de un pequeño cerro del lago de *Texcoco* en el cual los antiguos mexicanos tenían la costumbre de inmolar a los niños lactantes a principio de todos los años (Siméon). La presencia de este cerro causó algunos dolores de cabeza a los diseñadores de lo que iba a ser el nuevo aeropuerto de la ciudad de México ya que se encontraba cerca de una de las pistas.

-*Tlacopaque*: tierra alta (González Aparicio). Encima de las jarillas de *tlacotl*, jarilla e *icpac* encima de (Cabrera). Un barrio de la Villa de San Angel, D.F.

-*Tlalmimilolpan*: Sobre la tierra rolada (González Aparicio).

-*Tlalnepantla*: en medio de la tierra (Siméon).

-*Tlaltenango*: en la muralla de tierra de *tlalli*, tierra, y *tenamitl*, muro o fortificación.

-*Tlaltenco*: tierra en la orilla del agua de *tlalli*, tierra, y *atenco*, playa o, a la inversa, lugar cercano a la tierra (estación de la línea 12 del metro).

-*Tlatelolco*: En el islote, de *tlalli*, tierra.

-*Tlilhuacan*: donde hay tierra negra (Actualmente colonia *San Juan Tlilhuaca* en la Delegación *Azcapotzalco*) (González Aparicio).

-*Xalostoc*: Cuevas en la arena, de *xalli*, arena y *oztotl*, caverna.

-*Xalpan* o *Xaxalpán*: sobre la arena (González Aparicio).

-*Xaltenco*: a la orilla del arenal de *xalli* arena y *atenco*, a la orilla (González Aparicio).

-*Xaltepec*: en el cerro de arena (véase *Jaltepec*).

-*Xaltocan*: pequeño pueblo en forma de montículo que se levantaba en el centro del lago del mismo nombre, lago salado al norte del de San Cristóbal. Cabrera dice: “La etimología de Pimentel parece la más lógica: siembra en la arena: de *xalli*, arena y *tocani*, sembraron”.

-*Xitle*: cono volcánico al sur del valle de México en las estribaciones del *Ajusco* en el Distrito Federal del cual proviene la capa de lava que se extiende al norte de San Ángel, Coyoacán y Tlalpan. Etimología: *xictli*, ombligo (por la forma del volcán).

Con el inicio de la colonia española, el valle de México entró en una nueva etapa política, económica y social. Por muchos años, en la zona del valle de México, los españoles sólo desarrollaron localidades en sitios en los que habían existido asentamientos prehispánicos. Esto era lógico, ya que se contaba con una infraestructura urbana que solo necesitaba cierta remodelación. Así también la zona de la cuenca se encontraba prácticamente poblada por lo que no era necesario el desarrollo de nuevas localidades en otras áreas en donde la nueva autoridad emprendió una campaña de re-nombramiento de poblaciones y localidades, sustituyendo los nombres originales por nombres de origen europeo. Este intento de borrar la cultura prehispánica, no dio los resultados que las autoridades esperaban. Los nombres originales, en muchos de los casos, conservaron la designación original, que hoy día podemos identificar en muchos sitios. Fue común la combinación de nombres prehispánicos con otros castellanos, generalmente religiosos, como en el caso de *Santa Marta Acatitla*, de *San Juan Ixtayopan* o de *San Lorenzo Tezonco* para citar solamente unos cuantos ejemplos. En algunas ocasiones los dos nombres se libraron un duelo a muerte, con un solo vencedor. Así fue como desapareció *San Agustín de las Cuevas* para dejar su lugar al nombre original de *Tlalpan* que, en el siglo XIX, se escribía *Tlalpam*. Se observa que en el proceso se perdió la referencia a las “cuevas” es decir a los tubos lávicos de la colada basáltica del volcán *Xitle*.

Con la revolución industrial de los siglos XIX y XX y la explosión demográfica que se origino de ésta, la ciudad y las poblaciones del valle de México iniciaron un proceso de crecimiento, el cual ocasionó la ocupación de territorios de condiciones difíciles y que nunca habían sido habitados antes. A estos lugares se les nombró empleando, como en la época prehispánica, rasgos característicos del lugar. Al escoger estos nombres, los desarrolladores modernos no han demostrado la misma imaginación que sus antecesores. Abundan las *Lomas* como las de *Chapultepec*, de *Santa Fe* o de *Vista Hermosa*. De hecho, a la palabra *Lomas* se le da actualmente, además de su significado topográfico, la acepción de lugar elegante que ha llevado a introducir variantes como *Bosques de las Lomas*, *Cumbres de Reforma* y hasta el feo *Interlomas*. Una situación semejante ha sucedido con la palabra *Pedregal* que, paradójicamente, de lugar pedroso desolado pasó a significar lugar exclusivo después del desarrollo de los *Pedregales de San Ángel* y de *San Francisco*. Las *Cañadas* son también populares como en el caso de la de *San Andrés*.

Otros lugares tienen un nombre más interesante y hasta misterioso. La *Lagunilla* corresponde efectivamente a un lugar en el que en el pasado existió un pequeño lago (Figura 6), pero existe una controversia respecto a quién fue el difunto que dio su nombre a la *Barranca del Muerto*. Tampoco se sabe a qué crisis debe atribuirse la ruina de la *Peña Pobre*.

Desgraciadamente, también se ha caído en cierta pérdida de coherencia geotécnica al atribuir nombres como *El Arenal* o hasta *Tepetates*, a colonias de la zona lacustre en las que el subsuelo es francamente arcilloso.

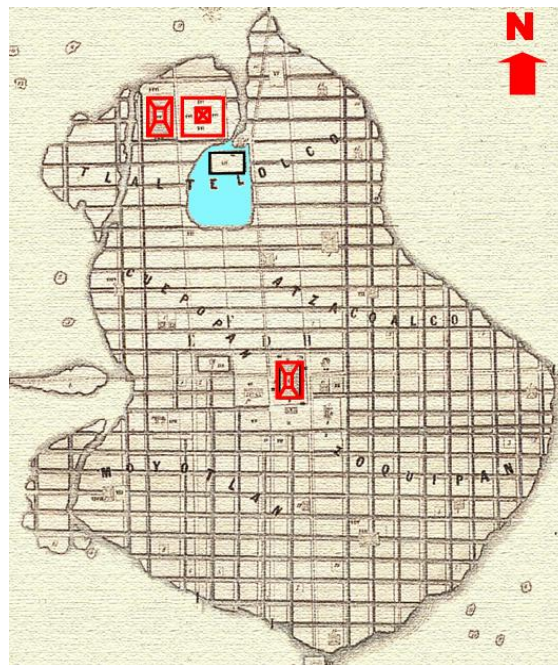


Figura 6. Ubicación de la “Lagunilla” en la traza de la ciudad azteca.

La toponimia constituye una fuente de datos importante que no conviene ignorar en los estudios geotécnicos. En este aspecto, el valle de México es particularmente rico en nombres relevantes desde el punto de vista de la caracterización de los suelos, la presencia actual o pasada del agua, la topografía etc. Es recomendable que este conocimiento, actualmente poco difundido, forme parte de la cultura del ingeniero geotecnista.

Anexo D

Caracterización detallada de 30 tlatales prehispánicos

1- Acachinanco

Significado náhuatl: Cercado de Carrizos

Nombre castellano: -

Coordenadas: 485705.31, 2145266.72

Sondeos: 4

Delegación: Benito Juárez

Colonia: Álamos

Fecha de la Visita: 10 de Febrero de 2009

-Descripción Histórica

No se tiene gran documentación histórica del sitio. Según González Aparicio, Acachinanco sirvió de baluarte para la protección de la ciudad de Tenochtitlán en el periodo de la dominación mexicana. Durante la colonia el sitio fue destruido, abandonado y únicamente sirvió de paso entre la ciudad de México y las poblaciones del sur del valle. Con la desecación del lago de México, se construyó el canal de la Piedad, actual trazo de la avenida Viaducto. La urbanización de la ciudad alcanzó el sitio a finales de la década de 1920.

-Observaciones

En la visita se observó una marcada emersión aparente del terreno. Esto en gran medida a la presencia del canal entubado de Viaducto y al paso a desnivel de Tlalpan y Viaducto. Pero también puede deberse a la presencia de los rellenos prehispánicos.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

2- Acoxa

Significado náhuatl: En el agua amarilla

Nombre castellano: -

Coordenadas: 485705.31, 2145266.72

Sondeos: 1

Delegación: Coyoacán

Colonia: Vergel del Sur

Fecha de la Visita: 20 de Febrero de 2009

-Descripción Histórica

El poblado de Acoxa, solo es mencionado en la cartografía a partir del siglo XIX. Luis González lo menciona en su plano, pero no da ninguna descripción del sitio. Al parecer el lugar fue poblado en tiempos prehispánicos por unas cuantas casas y algunas llegaron a perdurar durante la colonia. A mediados del siglo XIX, Acoxa colindaba con la Hacienda de Coapa, la cual fue urbanizada hasta mediados del siglo XX.

Anexo D

-Observaciones

El sitio de Acoxpa se encuentra en la zona II (Transición), muy cerca de la zona de I (Lomas). El sondeo muestra espesores muy pequeños de arcilla y no se observó ninguna evidencia de la existencia de la anomalía.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano reestructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano reestructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

3- Aculco

Significado náhuatl: Donde da vuelta el agua

Delegación:

Iztapalapa

Nombre castellano: -

Colonia:

Pueblo de Aculco

Coordenadas: 489234.129, 2142192.06

Fecha de la Visita:

7 de agosto de 2010

Sondeos: No

-Descripción Histórica

No se cuenta con gran información histórica del sitio. Se sabe que la iglesia del lugar data del año de 1697, lo que da a suponer que la antigüedad de la localidad puede ser anterior a la conquista. A finales del siglo XVII, se construyeron áreas de chinampas que llegaron a rodear el poblado de Aculco. A inicios del siglo XX, el área de chinampas abarcaba una gran área que cubría desde Mixiuhca hasta Iztapalapa pasando por el poblado de Aculco, el cual contaba con un par de casa. Hasta mediados de la década de 1960 se inició la urbanización de la zona.

-Observaciones

Es evidente que la existencia de asentamientos humanos en el lugar es muy antigua, pero su tamaño nunca fue relevante. La visita al sitio no mostro ninguna evidencia de la existencia de anomalías, así como tampoco se encontró sondeo que lo demostrara.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciuda de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

Anexo D

“*Carta hidrográfica del Valle de México*”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“*Ferrocarril de México a Chalco*”, Anónimo (1866).

“*Plano Topográfico de las calzadas de la capital*”, F. de P. Herrera (1869).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

4- Ahuehuetepanco

Significado náhuatl: En las paredes de los ahuehetes

Nombre castellano: San Andrés de las Salinas las

Coordenadas: 483766.045, 2154728.642

Sondeos: 4

Delegación:

Colonia:

Fecha de la Visita:

Azcapotzalco

Barrio San Andrés de Salinas

22 de agosto de 2010

-Descripción Histórica

Las referencias históricas del sitio son pocas y contradictorias. Según Pablo Moctezuma Barragán el sitio data del año 1230. Durante la época prehispánica el lugar funcionó para la extracción de sal y en la colonia solo se tienen registros del lugar hasta mediados del siglo XVII, época en la que se construyó la capilla de San Andrés de las Salinas. Dicho poblado aparece en varios mapas de los siglos XIX.

-Observaciones

Se cuenta con 4 sondeos de los alrededores, pero dichos sondeos no muestran la presencia de grandes espesores de rellenos. Así también las visitas de campo no mostraron evidencias o afectaciones por la presencia del tlattel. Esto puede atribuirse a que el sitio se ubica en la zona II (Transición) de la zonificación geotécnica en donde los espesores de arcilla no son importantes.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

Plano de la Calzada Vallejo, J. M. de la Riva (1794).

“*Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte*”, J. Almonte (1852).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

“*Carta hidrográfica del Valle de México*”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“*Plano Topográfico de las calzadas de la capital*”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

5- Ahuhuetlan

Significado náhuatl: Junto a los sabinos
Nombre castellano: La Piedad
Coordenadas: 483735.734, 2145041.283
Sondeos: 5

Delegación: Azcapotzalco
Colonia: Piedad Narvarte
Fecha de la Visita: 10 de febrero de 2009

-Descripción Histórica

No existe mucha información a cerca del pueblo prehispánico de Ahuehuetlan. Con la llegada de los españoles, se construyó una iglesia inaugurada en 1652. Con la desecación de los lagos y la extensión de canales hacia el lago de Texcoco, el pueblo quedó a las orillas del Río de la Piedad. En la década de 1950's el pueblo de la Piedad fue destruido para la construcción de la Calzada Cuauhtémoc. A mediados de la década de 1940 la zona fue urbanizada.

-Observaciones

Se obtuvieron 5 sondeos en los alrededores del sitio y se observaron estratos de rellenos entre los 7 y 9 m de espesor. En las visitas de campo se observó una importante emersión aparente, con un desnivel de 2 m aproximadamente.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciuda de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisée et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigée et corrigée en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.” L. Martín (1807).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

Anexo D

“*Ferrocarril de México a Chalco*”, Anónimo (1866).

“*Plano Topográfico de las calzadas de la capital*”, F. de P. Herrera (1869).

“*Croquis del Municipio de Tacubaya*”, M. Cabrera y L. G. Rodríguez (1897).

“*Municipalidad de México. Según decerto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón*”, I Gutiérrez (1899).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

6- Altepetlac

Significado náhuatl: En las tierras comunales

Nombre castellano: -

Coordenadas: 485972.677, 2151915.792

Sondeos: No

Delegación:	Cuauhtémoc
Colonia:	Peralvillo
Fecha de la Visita:	21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

Altepetlac es mencionado en el plano de L. González, pero las primeras referencias en las que aparece datan de la época colonial. Se es muestra en los mapas de los siglos XVIII y XIX, pero a finales de este último el pueblo fue abandonado. A finales del siglo XIX se construyó el hipódromo de Peralvillo mismo que fue destruido para dar paso al rápido crecimiento de la ciudad a mediados de la década de 1910.

-Observaciones

Se ubicó un sondeo, pero no lo suficientemente cerca del sitio, por lo que fue descartado. En la visita de campo se observó emersión aparente del terreno y daños en 2 estructuras. Al no contar con exploración geotécnica del sitio, únicamente se da la observación de la posible existencia de anomalía geotécnica.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“*Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte*”, J. Almonte (1852).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“*Carta hidrográfica del Valle de México*”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

Anexo D

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

7- Atepehuacan

Significado náhuatl: Cerro donde abunda el agua
Nombre castellano: San Bartolo

Delegación: Gustavo A. Madero
Colonia: San Bartolo
Atepehuacan

Coordenadas: 485227.03, 2155225.741
Sondeos: No

Fecha de la Visita: 21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

Según las referencias consultadas, Atepehuacan fue una pequeña isla artificial en las cercanías de la sierra de Guadalupe, en la cual se obtenía sal del lago de México. En la colonia se mandó construir una iglesia a mediados del siglo XVII y el pueblo fue alcanzado por la ciudad de México en la década de 1940.

-Observaciones

Es evidente que la existencia de asentamientos humanos en el lugar es muy antigua, y aunque la iglesia construida en el lugar muestra que el poblado llegó a tener un tamaño considerable para la época, la visita al sitio no mostro ninguna evidencia de anomalía, así como tampoco se encontró sondeo que mostrara lo contrario. Esto es posible a que el sitio se ubica en la zona II (Transición).

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

Plano de la Calzada Vallejo, J. M. de la Riva (1794).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

Anexo D

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

8- Atlazolpa

Significado náhuatl: En el agua sucia

Nombre castellano: Magdalena
Magdalena

Coordenadas: 488406.131, 2142304.635

Sondeos: No

Delegación:	Iztapalapa
Colonia:	Pueblo de la Atlazolpa
Fecha de la Visita:	24 de febrero de 2009

-Descripción Histórica

No se encontraron referencias históricas que mencionen a Atlazolpa en la época prehispánica, pero la presencia de una iglesia del siglo XVII, hace suponer que el poblado existía antes de la conquista española. El poblado es nombrado en diversos documentos cartográficos de los siglos XVIII, XIX y XX. El sitio no fue de gran importancia y en sus alrededores fueron construidas chinampas que permanecieron hasta la década de 1950's, cuando el crecimiento de la ciudad alcanzó la región.

-Observaciones

En las visitas de campo no se observaron evidencias que mostraran la existencia de anomalías, así como tampoco se obtuvieron sondeos.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

Anexo D

“*Carta hidrográfica del Valle de México*”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

9- Calpotitlan

Significado náhuatl: Entre gente noble

Nombre castellano: Santa María

Coordenadas: -

Sondeos: No

Delegación: Gustavo A. Madero

Colonia: Industrial

Fecha de la Visita: 21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

No se cuenta con información o referencia histórica del sitio. Únicamente se señala en mapas de finales del siglo XIX y principios del XX.

-Observaciones

No fue posible corroborar la ubicación que plantea González Aparicio, debido a la falta de información. Actualmente, una colonia lleva el nombre del sitio, pero se ubica a poco más de un kilómetro de la ubicación que plantea L. González A. En ninguno de los dos sitios se observaron evidencias de la existencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

“*Plano Topográfico de las calzadas de la capital*”, F. de P. Herrera (1869).

“*Municipalidad de Azcapotzalco*”, I Gutiérrez (1899).

“*Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón*”, I Gutiérrez (1899).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

Anexo D

10- Coatlayauhcan

Significado náhuatl: Lugar donde se ven serpientes

Nombre castellano: Magdalena de las salinas salinas

Coordenadas: 484711, 2153599

Sondeos: No

Delegación:

Gustavo A. Madero

Colonia:

Magdalena de las

Fecha de la Visita:

21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

Se sabe que durante el periodo prehispánico, el sitio se dedicó a la extracción de sal. Coatlayauhcan es mencionado en el código Mendocino Lámina 17, como una localidad “*Calpixqui*” (localidad de los recaudadores de tributo). El islote de Coatlayauhcan presenta evidencias de haber sido ampliado artificialmente e inclusive parecen existir indicios de un posible piloteado, que tal vez tuviera relación con los diferentes ampliaciones del islote realizadas en época prehispánica. La importancia del sitio continuó durante los primeros siglos de la colonia. En 1654 fue construida una Ermita en la que se pueden observar lajas y piedras que dan la impresión de haber sido re usadas. La iglesia de encuentra en la parte alta del terreno. En los años 30’s, el área fue utilizada como campos de cultivo y en los años 40’s la zona fue urbanizada.

-Observaciones

En la visita al sitio se observó una pequeña emersión aparente de unos 40 cm aproximadamente en el área correspondiente al atrio de la iglesia. Así también se observó un aro de piedra perteneciente a un juego de pelota prehispánico que decora la cruz atrial de la iglesia. No se cuenta con exploración geotécnica del sitio, pero existen evidencias que muestran la posibilidad de que existan anomalías geotécnicas.

Excavaciones realizadas por la Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH localizaron una estructura en la cual se detectaron cuatro épocas constructivas dispuestas en superposición con un sistema constructivo común a base de lajas. También descubrieron restos de estuco sobre el talud, la cual se piensa tuvo la función de Templo.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

Plano de la Calzada Vallejo, J. M. de la Riva (1794).

“*Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisée et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigée et corrigée en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.*” L. Martín (1807).

“*Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte*”, J. Almonte (1852).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

Anexo D

“*Carta hidrográfica del Valle de México*”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“*Plano Topográfico de las calzadas de la capital*”, F. de P. Herrera (1869).

“*Municipalidad de Azcapotzalco*”, I Gutiérrez (1899).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

11- Colhuacatzinco

Significado náhuatl: En el Culhuacan chico

Nombre castellano: Las salinas

Coordenadas: 483447.803, 2154538.965

Sondeos: No

Delegación:

Azcapotzalco

Colonia:

Pueblo de las Salinas

Fecha de la Visita:

21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

No existe ninguna referencia prehispánica del sitio, únicamente se menciona que pudo haber sido una estación para la extracción de sal. El Poblado de Colhuacatzinco aparece en la cartografía de finales del siglo XIX.

-Observaciones

Actualmente no existe ningún indicio del antiguo poblado de Colhuacatzinco, así como tampoco evidencia de la presencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

“*Municipalidad de Azcapotzalco*”, I Gutiérrez (1899).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

12- Coltonco

Significado náhuatl: Lugar de Coltzin

Nombre castellano: -

Coordenadas: 484711.388, 2153602.228

Delegación:

Azcapotzalco

Colonia:

Barrio Coltonco

Fecha de la Visita:

21 de Mayo de 2009

Anexo D

Sondeos: 1

-Descripción Histórica

Durante el virreinato, se erigió en este lugar una capilla, dedicada a Jesús Nazareno. La capilla data del Siglo XVIII, y aun se conservan restos de las bóvedas y los muros de tepetate originales, aunque ha sido re-modelada en épocas recientes.

-Observaciones

La iglesia de Jesús de Nazareno presenta un pequeño hundimiento respecto al nivel del terreno. El sondeo del sitio no muestra la presencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

13- Cuitláhuac

Significado náhuatl: Suciedad seco

Nombre castellano: San Pedro

Coordenadas: 499577.081, 2130378.03

Sondeos: 5

Delegación: Tlahuac

Colonia: Barrio San Miguel

Fecha de la Visita: 19 de julio de 2010

-Descripción Histórica

Existen evidencias de que la isla de Cuitláhuac fue ocupada por aldeas agrícolas en una época contemporánea al desarrollo de Cuicuilco. En lo que fue la isla de Cuitláhuac se han encontrado materiales que corresponden a las diversas culturas arqueológicas que se desarrollaron en el valle de México, incluyendo la tolteca y la mexica. La fundación de Cuitláhuac ocurrió en el año de 1222, de acuerdo con los *Anales de Cuautitlán*. Los fundadores fueron Cuauhtlotlin Tecuhtli, Huitzin, Tlicoatzin, Chalchiuhtzin y Chahuaquetzin, señores chichimecas. En 1230, la alianza Chalco-Atenco conquistó Cuitláhuac, de modo que pasó a ser sujeto de los chalcas. Los mexicas sojuzgaron a los cuitlahuacas en 1393, por lo que a partir de ese año el pueblo se convirtió en tributario de Azcapotzalco, dado que los guerreros mexicas eran mercenarios de esta ciudad. Cuando México-Tenochtitlan se libró del dominio tepaneca, Cuitláhuac tributó directamente a los mexicas.

Cuitláhuac estaba dividida en cuatro calpullis llamados Tizic, Atenchincalcan, Teopancalcan y Tecpancalco. Las fuentes del siglo XVI indican que su territorio comprendía también Zapotitlán, Tlaltenco y Cuauhtli-Itlacuayan. Los cuitlahuacas se consideraban como descendientes de los xochimilcas, que mantenían el control sobre Ixtayopan.

Anexo D

Después de la conquista, Cuitláhuac fue designado como parte de la jurisdicción de México, aunque terminaría constituyéndose como encomiendas particulares desde el siglo XVI hasta el siglo XVII. Cuitláhuac conservó la categoría de cabecera regional. En 1531, los franciscanos introdujeron el cultivo del olivo por primera vez en México.

La evangelización de Cuitláhuac fue hecha por franciscanos pero en 1554, San Pedro Tláhuac, el nuevo nombre adoptado, se convirtió en parroquia administrada por los dominicos.

-Observaciones

La zona centro de Tláhuac presenta áreas de hundimientos diferenciales. De los cinco sondeos encontrados, solo uno se ubica en la zona que perteneció al antiguo tlattel de Cuitláhuac y el cual muestra un estrato superficial considerablemente mayor a los observados en los sondeos alejados del Tlatel.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

“Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisée et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigée et corrigée en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.” L. Martín (1807).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarri de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

14- Huacalco

Significado náhuatl: Lugar de huacales

Nombre castellano: San Juan

Coordenadas: 481984.152, 2152628.328

Sondeos: No

Delegación: Azcapotzalco

Colonia: Jardín Azpetia

Fecha de la Visita: 21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

Cuentan la leyenda que en este tlattel nació el conquistador de Azcapotzalco, cuarto señor de los mexicas, Itzcóatl, hijo de Acamapichtli, Tlatoani de Tenochtitlan y de una sierva Tecpaneca del poblado de Huacalco. En este barrio se encontró alguna vez el antiguo manantial de Xancopincan, que abasteció a Tlatelolco de agua desde épocas muy remotas. A mediados del siglo XVI fue construida una pequeña capilla, que aún persiste. En la década de 1960 fue construida una nueva iglesia a pocos metros de la antigua capilla.

Anexo D

-Observaciones

Huacalco se ubica en la zona II (Transición) de la zonificación geotécnica, relativamente cerca con la zona III (Lago). No se encontró alguna exploración geotécnica del sitio pero se observó una importante sobre elevación del terreno cuyo punto más alto es la capilla de San Juan Coacalco, lo que hace suponer la presencia de alguna antigua estructura prehispánica.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

15- Huitzilopochco

Significado náhuatl: Lugar de huitzilopochtli

Nombre castellano: San Mateo Churubusco

Coordenadas: 484426.431, 2139948.356

Sondeos: 9

Delegación: Coyoacan

Colonia: San Diego Churubusco

Fecha de la Visita: 27 de Enero de 2009

-Descripción Histórica

El poblado prehispánico de Huitzilopochco data del año de 1065. No fue sino hasta la llegada de los mexicas al valle de México en que Huitzilopochco se convirtió en un poblado importante en la región sur de los lagos, logrando un crecimiento de la ciudad hacia el interior de los lagos a partir de la técnica de las chinampas. Cuentan las crónicas que en este lugar existió un templo dedicado a Huitzilopochtli el cual fue destruido por los padres españoles quienes construyeron una capilla bajo la orden religiosa de los Franciscanos, pocos años después de la caída de Tenochtitlán. Esta capilla fue sitio importante para la evangelización de los indígenas de la región, llegándose a construir un convento en el año de 1587 que fue modificado y ampliado en varias ocasiones durante el transcurso de la Nueva España. El actual convento se encuentra integrado por una capilla, un área de habitaciones y un claustro, protegidos al norte con una huerta con árboles frutales. Actualmente el convento alberga el Museo Nacional de las Intervenciones.

-Observaciones

Varios edificios del convento presentan asentamientos diferenciales debido a la presencia de restos arqueológicos. Varios de los sondeos encontrados, presentan espesores de relleno importantes que alcanzan hasta los 11 m de profundidad. En la década de 1980 el INAH realizó excavaciones en el sitio donde se encontraron varias estructuras prehispánicas.

Anexo D

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Plano de Culhuacán y sus alrededores, Iniasta I. (1747).

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, esquissée et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigée et corrigée en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.” L. Martín (1807).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

16- Huitznahuac

Significado náhuatl:

Nombre castellano: San Juan

Coordenadas: 484923.406, 2152528.933

Sondeos: 1

Delegación:

Gustavo A. Madero

Colonia:

Héroe de Nacozari

Fecha de la Visita:

21 de Mayo de 2009

-Descripción Histórica

No se encontraron referencias históricas del sitio de Huitznahuac, además de la de L. González. Pero la existencia de posiblemente los siglos XVII o XVIII hace suponer que el sitio estuvo habitado antes de 1519. Huitznahuac aparece en cartografía de finales del siglo XVIII.

-Observaciones

El sondeo geotécnico encontrado no presenta evidencias de la existencia de anomalías, pero se ubica a unos 300 m del sitio de Huitznahuac, por lo que no fue tomado en cuenta. En la visita al sitio de observo que la iglesia de San Juan Huitznahuac se ha hundido algunos centímetros respecto al nivel del terreno natural. No se observaron evidencias de la presencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Plano de la Calzada Vallejo, J. M. de la Riva (1794).

Anexo D

“*Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte*”, J. Almonte (1852).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“*Municipalidad de Azcapotzalco*”, I Gutiérrez (1899).

“*Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón*”, I Gutiérrez (1899).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

17- Iztacalco

Significado náhuatl: En la casa de la sal

Nombre castellano: San Matías

Coordenadas: 487337.287, 2143796.365

Sondeos: 3

Delegación: Iztacalco

Colonia: Barrio la Asunción

Fecha de la Visita: 24 de febrero de 2009

-Descripción Histórica

Debido a su ubicación en medio de la antigua laguna de Texcoco, el tlatal de Iztacalco fue ocupado tardíamente. Sus habitantes estaban relacionados con las tareas de extracción de sal de las aguas saladas de Texcoco. En el código Mendocino, Iztacalco es representado por una casa con un filtro para la separación del agua y el mineral. Se supone que fue uno de los puntos finales que tocó la peregrinación de los mexica en su camino a Tenochtitlán.

Iztacalco fue un pueblo sometido al poder del señor de Texcoco, uno de los aliados de los aztecas en la Triple Alianza. Tras la caída de Tenochtitlán, el pueblo de Iztacalco fue ocupado por misioneros franciscanos que fundaron el convento dedicado a San Matías. Debido a la escasa población del lugar, el número de religiosos en el convento era demasiado reducido. Por esa época, la población del pueblo de Iztacalco no llegaba a las trescientas personas.

El poblado de Iztacalco se encontraba a las orillas del canal de la Viga, que ya existía desde tiempos prehispánicos. Se llamaba canal de la Viga, debido a la viga que se colocaba bajo el puente y no permitía el paso a los productores si no pagaban la alcabala. En 1850 se introdujo el primer barco de vapor en el valle de México, el cual realizaba su recorrido a través del canal desde la ciudad de México hasta Xochimilco. Por esa misma época, Iztacalco y sus pueblos chinamperos se convirtieron en uno de los principales paseos para los habitantes de la ciudad. En 1940, el canal fue cerrado y rellenado para dar paso a la actual calzada de la Viga.

Anexo D

-Observaciones

En las excavaciones realizadas por la Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH se hallaron restos de casa recubiertas con estuco, entierros y tepalcates. La excavación permitió detectar estructuras prehispánicas en dos niveles de ocupación, 1.60 m y 2.40m. Las estructuras en ambos niveles se proyectan hacia debajo de los cimientos de la casa de cultura de Iztacalco y de la iglesia de San Matías Iztacalco. La presencia de estuco en todos los niveles y claro arquitectónico sugiere la posible presencia de un basamento en algún punto cercano a la excavación.

Los sondeos geotécnicos encontrados en Iztacalco no se encuentran en las cercanías del antiguo tlattel, por lo que no muestran espesores de relleno importante. Por otra parte la iglesia de San Matías Iztacalco presenta una importante emersión, lo que hace suponer que fue construido sobre algún basamento prehispánico. Así también las excavaciones arqueológicas dan muestra de la existencia de restos prehispánicos.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisée et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigée et corrigée en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.” L. Martín (1807).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

18- Mazantzintamalco

Significado náhuatl: Donde el Señor dio alimentos

Nombre castellano: Santo Tomás

Coordenadas: 482665.718, 2149703.273

Sondeos: 6

Delegación: Miguel Hidalgo

Colonia: Tlaxpana

Fecha de la Visita: 25 de Marzo 2010

-Descripción Histórica

Después de 1521, el señorío de Tacuba otorgó a Hernán Cortés los terrenos de Mazantzintamalco, sitio donde plantó una huerta conocida como Huerta de Santo Tomás. En estos terrenos edificó una capilla y un hospital, dedicados a San Lázaro, para enfermos de lepra.

De los acueductos que venían de los manantiales de Chapultepec, uno terminaba en el Salto del Agua. El otro iba a Tacuba y terminaba en la Fuente de los Músicos y pasaba por la Huerta de Santo Tomás. Durante la Primera Audiencia, Nuño de Guzmán, enemigo de Cortés, argumentó que el agua, al pasar por el leprosario se contaminaba, y bajo este pretexto destruyó la capilla y el hospital, adjudicándose la huerta para construir una casa campestre.

Después de la Independencia, durante el liberalismo, se dispuso la creación de la primera Escuela de Agricultura en los terrenos de la huerta denominados de San Jacinto. Ahí mismo, en 1857, se construyó el primer edificio de la Escuela Nacional de Artes y Oficios, destruida el año siguiente por un voraz incendio.

Los restos de la huerta se transformaron en hacienda particular, en una pequeña comunidad llamada Santo Tomás de los Tepetates.

-Observaciones

Al llegar al sitio se observa una importante sobre elevación del terreno cuyo punto más alto se encuentra justo en el cruce de Circuito Interior y la calzada México-Tacuba. Tres de los sondeos muestran importantes espesores de rellenos. En la esquina de Circuito Interior y la calzada México Tacuba se encuentra una pequeña capilla que fue construida en el siglo XIX.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

. “Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

Anexo D

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

19- Mexicaltzingo

Significado náhuatl: México pequeño

Nombre castellano: San Marcos

Coordenadas: 487450.881, 2140161.345

Sondeos: 11

Delegación:

Iztapalapa

Colonia:

Mexicaltzingo

Fecha de la Visita:

27 de Enero de 2009

-Descripción Histórica

La población de Mexicaltzingo data de al menos un siglo antes de la llegada de los aztecas a la región. Durante el poderío mexica, Mexicaltzingo perteneció a los Nauhtecutli (cuatro señoríos), agrupación integrados además por Churubusco, Culhuacan e Iztapalapa. Debido a la carencia de todo tipo de yacimientos pétreos, los habitantes de Mexicaltzingo importaban de pueblos vecinos así como del Cerro de la Estrella. Por esta misma razón, los españoles se vieron obligados a reutilizar materiales prehispánicos. En las excavaciones arqueológicas, se han encontrado rellenos de tierra utilizados para elevar el terreno y estructuras con plataformas de acceso que se sucedieron continuamente, construidas con densos rellenos de rocas y gruesos pisos de estuco, con pequeñas escalinatas que comunicaban los diferentes niveles y superposiciones de estructuras que marcan cada una de las etapas.

A la llegada de los españoles, se calcula que Mexicaltzingo contaba con una población de 1108 habitantes.

A mediados del siglo XVI fue construido el actual convento de San Marcos Mexicaltzingo.

-Observaciones

Desde la década de 1950 la iglesia y claustro se encuentran en problemas de cimentación que han puesto en peligro la estabilidad de toda la construcción. A partir de este tiempo a la fecha se han realizado trabajos con el fin de evitar la destrucción de los edificios correspondientes a la iglesia y claustro, que si bien han evitado la destrucción total, no la evitan en forma parcial. En 1967 la Dirección General de Urbanismo de la Secretaría del Patrimonio Nacional, durante las obras de re cimentación encontró en el costado norte de la iglesia, restos de una construcción prehispánica. En las excavaciones se han encontrado estructuras hasta los 7.7 m de profundidad.

Es claro que las excavaciones arqueológicas y los sondeos geotécnicos del sitio muestran la presencia de anomalías en este sitio.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Plano de Culhuacán y sus alrededores, Iniesta I. (1747).

Anexo D

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisee et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigee et corrigee en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.” L. Martín (1807).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano general del terreno que comprende las obras sel Desagüe ejecutadas en el Sur del Valle de México, por disposición del Señor Ingeniero Director de las Aguas Don Francisco de Garay; bajo la Dirección del Ingeniero encargado de las Obras en dicha sección, Téllez Pizarro.” T. Pizarro (1866).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

20- Mixiuhca

Significado náhuatl: En el paridero

Nombre castellano: Magdalena

Coordenadas: 487891.059, 2145954.658

Sondeos: 1

Delegación:

Venustiano Carranza

Colonia:

Magdalena Mixhuca

Fecha de la Visita:

25 de Marzo de 2009

-Descripción Histórica

Según las crónicas aztecas, Mixiuhca fue el último sitio en el que se detuvieron antes de fundar la ciudad de Tenochtitlán en el años de 1325. Tras la conquista, se construyó una primera capilla en el año de 1528 que posteriormente fue modificada y ampliada.

-Observaciones

El sondeo encontrado en el sitio presenta una costra superficial ligeramente mayor a la típica de la zona. La iglesia presenta un pequeño hundimiento, pero a unos pocos metros al oriente de la iglesia se observa una zona alta que hace suponer la presencia de rellenos.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

Anexo D

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

21- Mixquic

Significado náhuatl: En el mezquital

Nombre castellano: San Andrés

Delegación:

Tláhuac

Colonia:

Pueblo San Andrés

Mixquic

Coordenadas: 503822.671, 2125507.671

Fecha de la Visita:

19 de julio de 2010

Sondeos: No

-Descripción Histórica

El poblado de Mixquic ha sido habitado desde mediados del siglo XI y en el periodo prehispánico fueron sometidos por los Xochimilcas, Chalcas, Tecpanecas y finalmente en el año de 1382, por lo mexicas, pero no fue sino hasta 1430 en la que los aztecas tuvieron un verdadero control de la región. A la llegada de los españoles, Mixquic fue llamado Venezuela, en semejanza a la ciudad de Venecia, en Italia. Tras la conquista, en el año de 1534, Mixquic pasó a formar parte del curato de Ocuituco. En esos años fue construido un convento agustino con elementos prehispánicos como sillares y claros y donde fueron utilizados materiales prehispánicos para la construcción del convento. En el prelude de la colonia, Mixquic fue asignado como tributario de la corona, más adelante se convirtió en encomienda permaneciendo así hasta mediados del siglo XVII. En la segunda mitad del siglo XIX, se inició la desecación del lago de Chalco. En la década de 1940, se iniciaron las obras hidráulicas para entubar el manantial que abastecía de agua la zona chinampera.

-Observaciones

El sitio de Mixquic presenta grandes daños, posiblemente asociados a la presencia de restos arqueológicos. Grandes grietas y emersión aparente del terreno, se observan en los alrededores de la iglesia de San Andrés, provocando ya problemas en las calles del pueblo. No se obtuvieron sondeos para confirmar la existencia de la anomalía.

Anexo D

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

“*Croquis de la Municipalidad de Tláhuac*”, Anónimo (1788).

“*Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisee et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigee et corrigee en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.*” L. Martín (1807).

“*Carta hidrográfica del Valle de México*”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“*Ferrocarril de México a Chalco*”, Anónimo (1866).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

22- Nextipan

Significado náhuatl: Sobre las cenizas

Nombre castellano: San Juanico

Coordenadas: 487749.066, 2141922.058

Sondeos: No

Delegación:	Iztapalapa
Colonia:	San Juanico Nextipac
Fecha de la Visita:	24 de Febrero de 2009

-Descripción Histórica

No se tienen referencias prehispánicas del sitio, solo en el trabajo de L. González (1968).

-Observaciones

No se observaron evidencias de presencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Plano de Culhuacán y sus alrededores, Iniesta I. (1747).

“*Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana*”, Anónimo (1768).

“*Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte*”, J. Almonte (1852).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“*Ferrocarril de México a Chalco*”, Anónimo (1866).

Anexo D

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reestructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

23- Nextitlan

Significado náhuatl: Entre cenizas

Nombre castellano: -

Coordenadas: 481957.750, 2150702.105

Sondeos: 2

Delegación: Miguel Hidalgo

Colonia: Santo Tomás

Fecha de la Visita: 22 de agosto de 2010

-Descripción Histórica

No se encontró información acerca del sitio. Únicamente Luis González lo menciona en su trabajo. En el sitio se ubica una iglesia que data de finales del siglo XVIII.

-Observaciones

Los sondeos encontrados no evidencian la existencia de anomalías, así tampoco la visita de campo.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano reestructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

24- Tepetlatzinco

Significado náhuatl: Pequeño sepulcro

Nombre castellano: Nuestra señora de la Natividad

Coordenadas: 484635.427, 2143495.74

Sondeos: No

Delegación: Benito Juárez

Colonia: Niños Héroes de Chapultepec

Fecha de la Visita: 10 de Febrero de 2009

Anexo D

-Descripción Histórica

Durante la época prehispánica, el poblado de Tepetlatzinco se dedicaba al cultivo de maíz, a la producción de pulque y a la siembra de árboles frutales. A la llegada de los evangelizadores españoles, después de la conquista, se construyó una pequeña iglesia sobre las ruinas prehispánicas en el año de 1585. Para el año de 1890 el pueblo apenas contaba con 251 habitantes y en 1910 las bombas de agua de Nativitas empezaron a funcionar. En el año de 1927 la mancha urbana alcanzó al pueblo de Nativitas fraccionando las zonas circundantes al pueblo.

-Observaciones

En la visita al sitio se observó una sobre elevación en la zona de la Iglesia de Nativitas, cuya cúpide se ubica a pocas decenas de metros al oriente de la iglesia. A pesar de la falta de sondeos geotécnicos se puede suponer la presencia de anomalías geotécnicas en el sitio.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Plano de Culhuacán y sus alrededores, Iniesta I. (1747).

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

25- Tetepilco

Significado náhuatl: Lugar de maíz temprano

Nombre castellano: San Andrés

Coordenadas: 486480.448, 2141692.651

Sondeos: No

Delegación:

Colonia:

Fecha de la Visita:

Iztapalapa

San Andrés

Tetepilco

24 de febrero de 2009

Anexo D

-Descripción Histórica

No existen registros de Tetepilco anteriores a la conquista, pero la presencia de un convento que originalmente fue de los Franciscanos quienes iniciaron su construcción en 1566 y la continuaron los agustinos, hace suponer la presencia de asentamientos prehispánicos en el sitio. Dicho convento fue construido a base de adobes, del cual no quedan restos de dicha construcción. Actualmente existe una iglesia que data de mediados del Siglo XVII.

-Observaciones

No se obtuvieron sondeos del sitio. La iglesia presenta cierto hundimiento respecto al nivel natural del suelo. No se observaron evidencias que pudieran suponer la presencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Plano de Culhuacán y sus alrededores, Iniasta I. (1747).

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph cituado en esta ciuda de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

26- Ticumac

Significado náhuatl: Lugar del Ticomecatl

Nombre castellano: San Simón

Coordenadas: 484707.311, 2142177.867

Sondeos: No

Delegación: Benito Juárez

Colonia: San Simón Ticumac

Fecha de la Visita: 10 de Febrero de 2009

-Descripción Histórica

El tlatal de Ticumac se construyó a la par de la Calzada Iztapalapa, hoy Calzada de Tlalpan, para servir de contrafuerte para el terraplén de dicha calzada. Según las cartas de relación al Rey de España de Cortés, la población de Ticumac contaba con alrededor de 5000 habitantes en 1519, pero se cree que es un valor exagerado. La construcción de la actual iglesia data del siglo XVI, pero se desconoce la fecha exacta.

Anexo D

-Observaciones

En el sitio existe emersión aparente del terreno cuya cúspide se halla bajo la iglesia de San Simón Ticumac. Esta sobre elevación del terreno se extiende en forma de círculo hasta dos cuadras de la iglesia. No se encontraron exploraciones geotécnicas del sitio, pero es fácil suponer la existencia de anomalías.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciuda de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarri de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

27- Xochimanca

Significado náhuatl: Donde se ofrecen flores

Nombre castellano: San Salvador

Coordenadas: 482359.102, 2151205.292

Sondeos: 1

Delegación: Azcapotzalco

Colonia: San Salvador

Xochimanca

Fecha de la Visita: 22 de agosto de 2010

-Descripción Histórica

Según las fuentes históricas, Xochimanca se encontraba en una gran isla que abarcaba los poblados de Huitznahuac, Coatlayauhcan, Coltonco y Ahuehuetepanco. En el año de 1428 fue sometido por Tlatelolco. Después de la conquista no se tiene ninguna mención de Xochimanca, sino hasta mediados del siglo XVII.

Anexo D

-Observaciones

El sondeo del sitio muestra importantes rellenos arqueológicos. En el sitio se observa una sobre elevación del terreno en cuya parte más alta se encuentra una iglesia que perteneció al pueblo de San Salvador Xochimanca.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de Azcapotzalco”, I Gutiérrez (1899).

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

28- Xochimilco

Significado náhuatl: Lugar donde se cultiva flores

Nombre castellano: San Bernardino

Coordenadas: 489277.931, 2129741.945

Sondeos: 1

Delegación: Xochmilco

Colonia: Barrio San Diego

Fecha de la Visita: 2 de agosto de 2010

-Descripción Histórica

Las evidencias más antiguas de la ocupación humana en el territorio del actual Xochimilco datan del 100 d.C. A los xochimilcas se atribuye la invención de las chinampas, De acuerdo con el *Códice Mendocino*, Xochimilco fue derrotado por los mexicas en el año de 1323, pero cuando estos últimos servían de mercenarios a los de Culhuacán. En 1376, el señorío de Xochimilco fue conquistado nuevamente por los mexicas, pero cuando se encontraban bajo dominio tepaneca. Años más tarde, Xochimilco fue el objetivo de una tercera campaña mexicana, que logró el sometimiento definitivo de ese señorío al gobierno de Tenochtitlan. Como consecuencia de ello, los xochimilcas fueron obligados a aportar mano de obra para la construcción de la capital mexicana, y de numerosas obras urbanísticas, especialmente en el acueducto de Chapultepec, la calzada de Iztapalapa y el albaradón de Nezahualcóyotl.

Anexo D

Durante la Conquista de México, Xochimilco tuvo un lugar destacado. Fue conquistada por Hernán Cortés y sus ejércitos aliados el 16 de abril de 1521. La evangelización de los habitantes de Xochimilco estuvo a cargo de misioneros franciscanos. Entre 1534 y 1579 fue construido un convento franciscano, que actualmente está asociado a la catedral de Xochimilco.

En la colonia, Xochimilco mantenía un intenso comercio con la ciudad de México, y también era el paso de las trajineras que se dirigían desde los pueblos más orientales de los lagos hacia la capital novohispana.

Después de la independencia, su actividad principal seguía siendo la agricultura, cuya producción se transportaba en trajineras desde las chinampas hasta los principales mercados de la ciudad de México. En 1850 fue inaugurada la primera línea de vapor que prestaba el servicio entre México y Xochimilco, lo que estimuló el tráfico entre ambas localidades. Hasta la introducción del tranvía eléctrico en 1908, la principal forma de trasladarse del sur al centro de la cuenca siguieron siendo las trajineras.

-Observaciones

El pueblo de Xochimilco se encuentra aun rodeado de extensas áreas de chinampas. Excavaciones realizadas por la Dirección de Salvamento Arqueológico encontraron un Teocalli debajo de la iglesia de San Bernardino. En el sitio existen varios desniveles, que pueden ser provocados por los rellenos arqueológicos. El sondeo del sitio presenta un estrato superficial mayor a los sondeos en los alrededores del centro de Xochimilco.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Mapa de los alrededores de la ciudad de México, A. Santa Cruz (1555).

Plano de los lagos de Xochimilco y Chalco, J. A. Alzate Y Ramírez (1767).

“Carte de la Valle de Mexico et des montagnes voisines, essquisée et sur les Lieux en 1804, par Don Luis Martin redigée et corrigée en d’après les observations Astronomiques et les mesures Barométriques de M. De Humboldt par Jabbo Oltmanns.” L. Martín (1807).

“Carta hidrográfica del Valle de México”, M. Iglesias, R. Almaraz, M. Santamaría y J. I. de la Peña. (1862).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

29- Xocotitla

Significado náhuatl: Entre las frutas

Nombre castellano: San Francisco

Xocotitla

Coordenadas: 484557.553, 2152601.039

Sondeos: No

Delegación:

Colonia:

Fecha de la Visita:

Azcapotzalco

San Francisco

21 de Mayo de 2009

Anexo D

-Descripción Histórica

Xocotitla es mencionado en las crónicas de la conquista de Sahagún “... *otra vez introdujeron dos bergantines en Xocotitlan cuando allí hubieron anclado se fueron hacia las casas de los que habitaban allí. Izilacatzin y algunos otros guerreros cuando vieron a los españoles, se arrojaron contra ellos, los vinieron acosando, los estrecharon tanto que los precipitaron al agua...*”. La actual iglesia de San Francisco Xocotitla se terminó de construir en 1707. A partir de la reforma, la iglesia fue abandonada y no fue hasta 1945, en la urbanización de la zona, cuando abrió nuevamente.

-Observaciones

El sitio de Xocotitla se encuentra a unos 400 m al norte del Centro Médico La Raza. Los sondeos de este último no presentaron ninguna evidencia de presencia de rellenos arqueológicos, pero no fueron tomados en cuenta debido a que su ubicación es muy alejada del sitio. La iglesia de San Francisco Xocotitla presenta una sobre elevación importante que da a suponer la existencia de alguna estructura prehispánica bajo la iglesia.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

Plano de la Calzada Vallejo, J. M. de la Riva (1794).

“*Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte*”, J. Almonte (1852).

“*Plano Topográfico del Distrito Federal*”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“*Municipalidad de Azcapotzalco*”, I Gutiérrez (1899).

“*Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón*”, I Gutiérrez (1899).

“*Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo*”, R. Ibarrola (1908).

“*Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista*”, L. González (1968).

30- Zacatlamanco

Significado náhuatl: Donde se cultiva zacate

Nombre castellano: Santa Anita

Coordenadas: 487064.505, 2145074.191

Sondeos: 1

Delegación:

Iztacalco

Colonia:

Santa Anita

Zacatlamanco

Fecha de la Visita:

24 de febrero de 2009

-Descripción Histórica

No se encontraron fuentes que mencionen el poblado de Zacatlamanca en la época prehispánica, pero la presencia de una iglesia del siglo XVII, hace suponer que la existencia de asentamientos humanos en la región existe desde antes de la conquista española. Con la desecación del lago de Texcoco y la construcción del canal de la Viga, el poblado de Santa Anita Zacatlamanca quedó a orillas del canal. En los años 40's, cuando el canal fue rellenado, el área fue urbanizada.

-Observaciones

En el sitio se observa una leve emersión de la iglesia, para la cual hay que subir un par de escalones para entrar. El sondeo del sitio presenta un estrato superficial ligeramente mayor en espesor que el espesor encontrado en la zona fuera del tlatel. Es evidente la existencia de una anomalía en el sitio, pero no ha afectado a ninguna estructura en su alrededor.

-Documentos en los que se encuentra mencionado

“Plano en el que se comprende el Curato de Yndios intitulado se S. San Joseph situado en esta ciudad de México, dispuesto por orden del Ylmo. Sr. Dn Francisco Antonio de Lorenzana y Buitrón, dignísimo arzobispo de esta Santa iglesia Metropolitana”, Anónimo (1768).

Sistema de acequias y compuertas, Anónimo (1776).

“Croquis del Plano del Distrito Federal para servir a la Guía de Forasteros de Juan N. Almonte”, J. Almonte (1852).

“Plano Topográfico del Distrito Federal”, Comisión del Valle (1857).

Plano de la Ciudad de México, Anónimo (1858).

“Ferrocarril de México a Chalco”, Anónimo (1866).

“Plano Topográfico de las calzadas de la capital”, F. de P. Herrera (1869).

“Municipalidad de México. Según decreto del 28 de julio de 1899 de división interior del Distrito Federal conforme al proyecto formado por el C. Secretario de Gobiernos, Lic. Ángel Zimbrón”, I Gutiérrez (1899).

“Plano de la ciudad de México y sus alrededores formado con los datos más recientes por la Comisión Hidrográfica de los E.U. Mexicanos. Sección de cartografía y dibujo”, R. Ibarrola (1908).

“Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán al comienzo de la conquista”, L. González (1968).

Anexo E

Exploración geotécnica

	Anomalia del sondeo	Coordenadas del sondeo		Tipo de Sondeo	Año	Empresa
		x	y			
1	Acachinango (Tlalpan y Viaducto)	485,670.38	2,145,361.45	Cono		
2	Acachinango	485,671.10	2,145,367.92	Cono		
3	Acachinango	485,635.87	2,145,331.26	Mixto		
4	Acachinango	485,657.44	2,145,352.82	Cono	1987	
5	Acoxta	484,942.63	2,133,642.68	SPT		Asesores en Cimentaciones y Mecánica de suelos
6	Aculco	489,009.29	2,142,203.89	Mixto	1999	GeoSol
7	Ahuehuetlan (La Piedad)	483,984.28	2,144,838.60	Mixto	1947	ICA
8	Ahuehuetlan	483,711.15	2,144,975.16	Tabla de fuente bibliográfica	1968	
9	Ahuehuetlan	483,685.94	2,145,164.25	Tabla de fuente bibliográfica	1968	
10	Ahuehuetlan	483,736.36	2,145,340.74	SPT	1976	Solum
11	Ahuehuetlan	483,715.35	2,145,342.84	SPT	1976	Solum
12	Ahuehuetlan	483,725.86	2,145,601.26	Continuo		
13	Altepetlac	486,007.19	2,152,089.74	Mixto	2000	GeoSol
14	Coltonco	483,842.52	2,153,803.77	Cono		
15	Huitzilopochco (Churubusco)	484,948.85	2,140,028.14	SPT (selectivo)		
16	Huitzilopochco	484,810.27	2,140,028.14	Continuo		
17	Huitzilopochco	484,822.78	2,140,034.88	Mixto		
18	Huitzilopochco	484,814.12	2,140,073.37	SPT		
19	Huitzilopochco	484,977.72	2,140,046.43	SPT		
20	Huitzilopochco	484,993.12	2,140,061.83	SPT		
21	Huitzilopochco	485,012.36	2,140,071.45	SPT		
22	Huitzilopochco	484,772.74	2,139,440.15	Tabla de fuente bibliográfica	1969	
23	Huitzilopochco	484,821.82	2,139,642.24	Tabla de fuente bibliográfica	1969	Perforaciones y Cimentaciones S.A. de C.V.
24	Huitznahuac	485,028.29	2,152,189.57	Mixto	1979	Solum
25	Iztacalco	487,164.09	2,143,481.14	Cono	1985	Perforaciones y Cimentaciones S.A. de C.V.
26	Iztacalco	487,175.46	2,143,796.26	Mixto	1985	Perforaciones y Cimentaciones S.A. de C.V.
27	Iztacalco	487,168.96	2,144,062.64	Mixto	1985	
28	Mazantzintamalco	482,382.82	2,149,321.34	Continuo	1950	ICA
29	Mazantzintamalco	482,426.67	2,149,891.41	Continuo	1951	ICA

Anexo E

30	Mazantzintamalco	483,077.52	2,149,556.76	Continuo	1967	Solum
31	Mazantzintamalco	482,844.42	2,149,630.61	Mixto	1967	Solum
32	Mazantzintamalco	482,710.55	2,149,413.66	Mixto	1990	Solum
33	Mazantzintamalco	482,634.39	2,149,713.70	Cono	1990	Solum
34	Mexicaltzinco	487,253.49	2,140,222.85	Cono	1985	Perforaciones y Cimentaciones S.A. de C.V.
35	Mexicaltzinco	487,251.83	2,140,231.72	Mixto	1985	Perforaciones y Cimentaciones S.A. de C.V.
36	Mexicaltzinco	487,328.29	2,140,058.85	Cono		
37	Mexicaltzinco	487,208.06	2,140,175.20	Tabla de fuente bibliográfica		
38	Mixuhca	487,836.45	2,145,877.52	Cono		
39	Nextitla (pendiente)	482,124.33	2,150,858.46	Mixto	1947	ICA
40	Nextitla	482,050.90	2,150,687.69	Tabla de fuente bibliográfica	1961	
41	San Andrés de las Salinas	482,928.74	2,154,871.56	Cono		
42	San Andrés de las Salinas	482,928.74	2,154,871.56	Cono		
43	San Andrés de las Salinas	483,426.70	2,154,471.14	SPT		Asesores en cimentaciones y Mecánica de suelos
44	San Andrés de las Salinas	483,863.06	2,154,466.01	Cono		
45	Tlahuac	499,357.11	2,130,726.57	Cono		
46	Tlahuac	500,802.99	2,129,904.73	Cono	1986	
47	Tlahuac	500,093.98	2,130,633.25	Mixto		Ingenieros especialistas en cimentaciones
48	Tlahuac	500,124.62	2,130,615.14	Mixto		Ingenieros especialistas en cimentaciones
49	Tlahuac	499,613.41	2,130,569.17	Tabla de fuente bibliográfica		
50	Xochimanca	482,390.97	2,151,125.95	Tabla de fuente bibliográfica	1967	
51	Xochimilco	488,969.65	2,129,821.89	Tabla de fuente bibliográfica		
52	Zacatlamanco (Santa Anita)	487,179.35	2,144,999.68	Tabla de fuente bibliográfica	1968	
53	Chinampas (Central de Abasto)	489,791.96	2,141,928.76	Cono		
54	Chinampas	491,570.47	2,142,212.50	Cono	2001	Asesores en cimentaciones y Mecánica de suelos
55	Chinampas	490,303.87	2,142,311.96	Cono	1996	Asesores en cimentaciones y Mecánica de suelos
56	Chinampas	490,292.17	2,142,630.80	Cono		
57	Chinampas	489,455.57	2,141,849.78	Cono		
58	Chinampas	489,587.20	2,141,911.21	Mixto		
59	Chinampas	490,915.23	2,141,305.69	Mixto		

Anexo E

60	Chinampas	490,979.59	2,142,627.88	Cono		
		490,736.796				
61	Chinampas	2,141,337.871	2,141,337.87	Cono		
62	Chinampas	490,186.86	2,141,846.85	Cono	1986	
63	Chinampas	489,467.27	2,142,660.05	Cono		
64	Chinampas (Iztacalco)	488,195.52	2,143,615.96	Mixto		
65	Chinampas	489,288.83	2,142,516.72	SPT		
66	Chinampas	489,382.44	2,142,847.26	Cono		
67	Chinampas	489,505.30	2,141,437.33	Cono		
68	Chinampas	488,106.73	2,143,886.03	Mixto	1999	GeoSol
69	Río Churubusco	486,902.15	2,141,174.68	Mixto	1948	ICA
70	Río Churubusco	486,834.60	2,141,196.30	Mixto	1948	ICA
71	Albarrada de Nezahualcoyotl	491,672.95	2,142,222.58	Mixto		
72	Albarrada de Nezahualcoyotl	490,028.56	2,143,246.13	Mixto		Solum
73	Albarrada de Nezahualcoyotl	489,726.53	2,145,158.98	Mixto	1978	Solum

Anexo F

Cimentaciones abandonadas conocidas

	Nombre	Dirección	Año construcción	No. de pisos	Tipo cimentación	Año del sismo
1	Unión de trabajadores de periódicos	Puente de Alvarado No. 23, esq. Zaragoza	1980	5	Probablemente cajón de cimentación	1985
2	Edificio Nuevo León	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14	Parcialmente compensada con cajón y pilotes	1985
3	Torre 20 de Noviembre	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	24		1985
4	Torre Atizapan	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	24		1985
5	Torre Oaxaca	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	24		1985
6	Torre Puebla	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	24		1985
7	Torre Jalisco	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	24		1985
8		Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14		1985
9		Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14		1985
10	Edificio Ponciano Arriaga	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14		1985
11	Edificio Ignacio Comonfort	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14		1985
12	Edificio Jesús Teran	Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14		1985
13		Conjunto Tlatelolco	1960 aprox.	14		1985
14		Belisario Domínguez entre Palma Norte y Plaza de Sto. Domingo	1950	8	Posiblemente losa corrida	1985
15	SEP	Palma norte No. 513	1950's	8		1985
16		Rep. De Paraguay 36		6		1985
17		Anillo de Circunvalación esq. Jose Joaquín Herrera	1957	5		1985
18	Suites San Jorge	Londres No. 18, col. Juárez	1970			1985
19	Hotel Continental	Reforma esq. Con Roma	1960 aprox.	11	Pilotes	1985
20		Colon No. 18, Colonia Juárez	1950's	8		1985
21	ISSSTE	Plaza de la República No. 6	1940's	7	Pilotes	1985

Anexo F

22	Reclusorios y Marina	Edison No. 176	1970's	8	Losa corrida	1985
23	FONACOT	Barcelona esq. Con Abraham González	1982	7		1985
24	Hospital Juárez	San Pablo esq. Escuela Médico Militar	1965-1967	12	Pilotes	1985
25	Sindicato ISSSTE	Tres guerras No. 9	1968	10	Probablemente parcial compensada	1985
26		Bucareli esq. Morelos	1950's	15	Pilotes de madera	1985
27	CONALEP	Iturbide (cerca de Av. Juárez, atrás oficinas de gobernación)	1940's	4		1985
28		Lázaro Cárdenas, entre 16 de sept. y Madero	1940's	5	Probablemente pilotes de madera	1985
29	Salinas y Rocha	Av. Juárez y Dr. Mora (Alameda central)	1940's	9	Probablemente pilotes de madera	1985
30	Hotel Regis	Av. Juárez entre Balderas y Dr. Mora	antes de 1957	8		1985
31		Zacatecas No. 74	Después de 1976	10		1985
32		Yucatán esq. Insurgentes	entre 1957 y 1976	7		1985
33		Insurgentes esq. Zacatecas	entre 1957 y 1976	7		1985
34		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	10	Sustitución total	1985
35		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	10	Sustitución total	1985
36		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	10	Sustitución total	1985
37		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	7		1985
38		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	7		1985
39		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	7		1985
40		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	7		1985
41		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	10		1985
42		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	10		1985
43		Centro Urbano Benito Juárez	antes de 1957	14		1985
44		Tehuantepec No. 12	Después de 1976	11		1985
45		Zacatecas No. 45	Después de 1976	5		1985
46		San Luis Potosí esq. Orizaba	entre 1957 y 1976	5		1985
47		Campeche No. 56, entre Tonalá y Monterrey	1976	8		1985
48		Tonalá esq. Coahuila	entre 1957 y 1976			1985

Anexo F

49		Yucatán No. 71	1974	8		1985
50		Yucatán No. 73	1974	3		1985
51		Chiapas No. 129	1976	6		1985
52		San Luis Potosí esq. Tonalá	entre 1957 y 1976	5		1985
53		Querétaro No. 162, esq. Tonalá	entre 1957 y 1976	5		1985
54		Querétaro No. 173	entre 1957 y 1976	8		1985
55		Insurgentes esq. Monterrey	Antes de 1957	7		1985
56		Colima 55, entre Frontera y Morelia	entre 1957 y 1976	5		1985
57		Durango esq. Mérida	1950 aprox.	7		1985
58		Insurgentes esq. Uruapan	entre 1957 y 1976	8		1985
59	Dir. Gral. de Radio, Televisión y Cinematografía	Guanajuato No. 119	1960	8		1985
60	Inmobiliaria Chihuahua	Chihuahua No. 191	1983	10		1985
61		Av. del Taller y Calz. de Tlalpan	entre 1957 y 1976	8		1985
62	SARH	San Antonio Abad No. 32	Después de 1976	16		1985
63		Lorenzo Boturini, entre Xocongo y Clavijero	entre 1957 y 1976	5		1985
64		Chimalpopoca entre Xocongo y Clavijero	entre 1957 y 1976	12		1985
65		Ahorro Postal esq. Tlalpan	1965	6		1985
66		Av. Universidad No. 13, esq. Casas Grandes	Después de 1976	8		1985
67		Chilpancingo No. 136	entre 1957 y 1976	6		1985
68		16 de Septiembre esq. Isabel la Católica				1985
69		Abraham González No. 3		10	Pilotes de madera de 4m.	1957
70	Edif. La Interamericana	Álvaro Obregón No. 223		8	Pilotes de concreto precolados	1957
71	Edif. Mariscal	Hidalgo No. 5		20	Pilotes de madera sustitución parcial	157

REFERENCIAS

- (2007). *La cuenca de México*, Arqueología mexicana, Vol. 15, No. 86, México.
- (2004). *Lagos del valle de México*, Arqueología mexicana, Vol. 12, No. 68, México.
- (1970) *V Reunión Nacional de mecánica de suelos, cimentaciones en áreas urbanas de México*. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.
- Aguayo, J., y Marín, S. y Sánchez, F. (1989). *Evolución geológica de la Cuenca de México e importancia de sus rasgos estructurales*. Simposio sobre Tópicos Geológicos de la cuenca del valle de México, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México D.F.
- Apenes, O. (1984). *Mapas Antiguos del Valle de México*, Sociedad de ex alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México.
- Apenes, O. (1943). *The tlatales of lake Texcoco*, American Antiquity Vol. 9, No. , Society for American Archeology, United states.
- Auvinet, G., Méndez, E. y Juárez M. (1997). *Geotécnia del valle de México, evolución de los conocimientos y perspectivas, Memorias del simposio 40 años de Investigación y practica en Geotécnia*, Tomo II, ICA-Instituto de Ingeniería, UNAM, México D.F.
- Auvinet G., Méndez E. y Matus U. (2009). *Toponimia y Geotécnia en el valle de México*, Gaceta del Instituto de Ingeniería, No. 51, México D.F.
- Auvinet, G. et al. (1995). *Sistema de Información Geográfica para Sondeos Geotécnicos*, Proceedings, Xth Pan-American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Guadalajara, Jalisco, México, 1: 312-324.
- Ávila, R. (1984). *Salvamento Arqueológico en la iglesia de San Marcos Mexicaltzingo*, Archivo técnico del INAH, México.
- Baños, E. (1979). *Excavaciones en la iglesia de San Francisco Xicotitla*, en Simposio de Salvamento Arqueológico, INAH, México.
- Barboa, M. (2002). *Breve relación de San Juan Huacalco*”, Archivo técnico del INAH, México.
- Beltrán, E. (1958). *El hombre y su ambiente: ensayo sobre el Valle de México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Benítez, J. (1939). *Toponimia indígena de la ciudad de México*, en Segundo Congreso de Americanistas. Actas de la sesión celebrada en México, Tomo II. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México, pp. 51 a 55.
- Beutelspacher, L. (1984). *Proyecto Arqueológico Mexicaltzingo*, Departamento de Salvamento Arqueológico, INAH, México.
- Cabrera, L. (1992). *Diccionario de aztequismos*, Edit. Colofón, México.

Referencias

- Cabrera, R. (1979). *Rescate arqueológico en la delegación Xochimilco; generalidades*, Archivo técnico del INAH, México.
- Carballal, M. (1989). *Las calzadas prehispánicas de la isla de México, algunas consideraciones acerca de sus funciones*, Arqueología, No. 1, INAH, México.
- Carballal, M., Flores M. y Miranda F. (1984). *Denuncia 84-3, Magdalena de las Salina*, Archivo técnico del INAH, México.
- Cortés, H. (1970). *Cartas de relación de la conquista de México*, Espasa-Calpe, Colección Austral, España.
- Díaz del Castillo, B. (2004). *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*, Porrúa, Colección Sepan Cuantos, México.
- De la Vega, S. E. (1992). *Propuesta de nomenclatura estratigráfica para la cuenca de México*, Revista del Instituto de Geología Vol. 10 No. 1, UNAM, México D.F.
- De León, E. (1974). *Historia de la ingeniería en México*, Secretaría de Educación Pública, Colección SEP Setentas, México.
- Departamento del Distrito Federal (1960). *Estudio estadístico de daños ocasionados por el sismo de 1957*, Tomo 1 Datos y Tabulaciones, México.
- Departamento del Distrito Federal (1960). *Estudio estadístico de daños ocasionados por el sismo de 1957*, Tomo 2 Fotografías, México.
- Filsinger, T. (2005). *Atlas y vistas de la cuenca, valle, ciudad y centro de México a través de los siglos XVI-XXI*, CD.ROM, México.
- Gobierno del Distrito Federal (2004a). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, Gaceta Oficial del D.F., 29 de enero del 2004, México, D.F.
- Gobierno del Distrito Federal (2004b). *Normas técnicas Complementarias para Diseño y construcción de Cimentaciones*, Gaceta Oficial del D.F., 6 de octubre del 2004, México, D.F.
- González, L. (1968). *Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlán*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Guerrero, J. M. (1986). *Informe del Departamento de Salvamento Arqueológico. Denuncia 84-23 San Andrés Mixquic*, Archivo técnico del INAH, México.
- Guerrero, J. M. (1991). *Denuncia 91/63, San Andrés Tetepilco*. Archivo técnico del INAH, México.
- Gurría, J. (1978). *El desagüe del valle de México durante la época novohispana*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gutiérrez, M. T. (2005). *La cuenca de México y sus cambios demográficos-espaciales*, Instituto de Geografía UNAM, México.

Referencias

- Hassing, R. (1990). *Comercio, tributo y transportes, la economía política del valle de México en el siglo XVI*, Alianza Editorial Mexicana, México.
- James, L. (1999). *Los nahuas después de la conquista: historia social y cultural de los indios del México central, del siglo XVI al XVII*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Jaime, A., Reséndiz D. y Romo M. P. (1989). *El subsuelo del Valle de México: Propiedades dinámicas y zonificación*, Revista Ingeniería de la FI, UNAM, Vol. LVIII, No. 2, México D.F.
- Juárez, M. y Auvinet G. (2000). *Avances en la Caracterización Geoestadística del Subsuelo de la Zona Lacustre del Valle de México*, Memorias técnicas de la XXI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, Querétaro, México.
- Kumate, J. y Mazari, M. (coords.) (1990). *Problemas de la Cuenca de México*, El Colegio Nacional, México.
- Lemoine, V. E. (1978). *El desagüe del valle de México durante la época independiente*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Lombardo de Ruíz, S. (1997). *Atlas Histórico de la Ciudad de México*, Cartón y Papel de México, Conaculta, INAH, Smurfit, México.
- Loria, A. J. (2004). *Historia de la construcción en México*, Universidad Autónoma de Yucatan, México.
- Marsal, R.J. y Mazari, M., (1959). *El subsuelo de la ciudad de México*, Contribución al I^{er} Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Facultad de Ingeniería, UNAM, México. Reeditado (español-inglés) en 1969.
- Mazari, M. (1993). *Algo más sobre la isla de los perros, el colegio nacional y el agrietamiento de arcillas lacustres*, El Colegio Nacional, México.
- Mazari, M., Alberro, J. y Marsal, R.J. (1989). *Deformaciones inducidas por chinampas en depósitos lacustres de la Cuenca de México*, Antropológicas No.3, pp. 107-121. México.
- Mazari, M., Alberro, J. y Santoyo, E. (1994). *Influencia de las construcciones aztecas en edificios de la colonia*, en Centro Histórico. Ayer, hoy y mañana, INAH, México.
- Mazari, M., Marsal, R.J. y Alberro, J. (1985). *Los asentamientos del Templo Mayor analizados por la mecánica de suelos*, Instituto de Ingeniería, UNAM, México.
- Medina M. (2008). *Proyecto Metro Línea 12, cartografía, fotografía aérea histórica y sitios arqueológicos registrados en el eje de trazo tramo Tláhuac-Mexicaltzingo*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Salvamento Arqueológico, México, D.F.
- Meli, R., Miranda, E. y Rigaud, N. (1986). *Evaluación de los sismos de septiembre de 1985 en los edificios de la ciudad de México*, Vol. 1 y 2, Instituto de Ingeniería UNAM, México.
- Méndez, E. (2005). *Aplicación de la geoinformática a la zonificación de la cuenca de México*, Tesis de Maestría, DEPI, UNAM, México, D.F.

Referencias

- Méndez, E. y Jaime, A. (1991) *Evolución de las propiedades de la arcilla de la ciudad de México*, Tesis que para obtener el grado de ingeniero civil, ESIA-IPN, IPN, México, D.F.
- Mendoza, M. (1990). *Problemática de la ingeniería de cimentaciones en el Valle de México. Comportamiento de cimentaciones*, Problemas de la Cuenca de México. El Colegio Nacional, México.
- Mendizábal, M. O. (1964). *Demografía mexicana. Época colonial 1519-1810. Demografía colonial del siglo XVI. 1519-1599*, en Obras Completas, México.
- Molina, A. (1571). *Vocabulario en lengua castellana y mexicana, dirigido al Don Martín Enríquez, Virrey de la Nueva España*.
- Mooser, F., Támez, E., Santoyo, E., et al (1986). *Características Geológicas y Geotécnicas del Valle de México*, Serie 100 kilómetros de metro, COVITUR, Secretaría General de Obras.
- Veytia, M., Ocampo, M. R., Olguín, M. y González, H. (1988). *Construcción de túneles para metro en zona poniente de la ciudad de México*, Serie 100 kilómetros de metro, COVITUR, Secretaría General de Obras.
- Ortiz, J. (1994). *Denuncia 93-52, Casa de la cultura de Iztacalco*, Archivo técnico del INAH, México.
- Ovando, E. y Manzanilla, L. (1997). *An Archaeological Interpretation of Geotechnical Soundings under the Metropolitan Cathedral*, Archaeometry, 39(1), pp. 221-235, Mexico.
- Ovando, E., Vieitez, O. L. y Jurado, R. M. T. (1988). *Características Geotécnicas de la cuenca del valle de México*, Estudios sobre sismicidad en el Valle de México, Departamento del Distrito Federal, Secretaría General de Obras, México D.F.
- Palerm, A. (1973). *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México*, SEP-INAH, México.
- Rivera, N. (2002). *En la casa de la sal: monografía, crónicas y leyendas de Iztacalco*, Gobierno del Distrito Federal, Delegación Iztacalco, México.
- Rojas, R. T., Strauss, K. R. y Lameiras, J. (1974). *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el valle de México*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
- Rosales, R. A. (1994). *México: lugar de los mexicanos: hallazgo e interpretación del jeroglífico de México, verdadero significado del nombre que los aztecas dieron a nuestro país*, Lotería Nacional para la Asistencia Pública, México.
- Salas, C. (1984). *Relación de un basamento piramidal prehispánico con la iglesia de San Marcos Mexicaltzingo*, Dirección de Salvamento Arqueológico INAH, México.
- Sanders, W. T., Parson, J. R. & Santley, R. S. (1979). *The basin of Mexico: Ecological processes in the evolution of a civilization*, Studies in archaeology, New York, USA.
- Santoyo, E., Ovando, E. y Segovia, J. A. (1998). *Evolución de las cimentaciones de edificaciones en la ciudad de México*, TGC, México.

Referencias

Siméon, R., 1885, *Dictionnaire de la langue nahuatl ou mexicaine*, Paris, Imprimerie Nationale. Segunda edición en español, 1981, Siglo XX Editores, S.A., México.

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (1978). “*El subsuelo y la ingeniería de cimentaciones en el área urbana del valle de México*”, Memorias del simposio, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.

Tenorio, J. A. E. (2009). *Caracterización Geotécnica del subsuelo del Centro Histórico de la ciudad de México*, Tesis de Licenciatura, ESIA. IPN, México D.F.

Van Tuerenhout, D. R. (2005). *The aztecs new perspectives*, ABC-Clio, United States.

Valencia, G. J D. (2007). *Contribución a la zonificación geotécnica de la zona norte del valle de México*, Tesis de Maestría, ESIA. IPN, México D.F.