

246

ESTUDIO

SOBRE

CIMIENTOS PARA LOS EDIFICIOS

DE LA

CIUDAD DE MEXICO

FOR EL INGENIERO CIVIL Y ARQUITECTO

MARIANO TELLEZ PIZARRO

SOCIO FUNDADOR

DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE MEXICO Y MIEMBRO HONORARIO

DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA "ANTONIO MZATE"



MEXICO

TIPOGRAFIA DE LA DIRECCION DE TELEGRAFOS FEDERALES

1907

30

CXXXV

ESTUDIO

246

SOBRE

CIMIENTOS PARA LOS EDIFICIOS

DE LA

CIUDAD DE MEXICO

POR EL INGENIERO CIVIL Y ARQUITECTO

MARIANO TELLEZ PIZARRO

SOCIO FUNDADOR

DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE MEXICO Y MIEMBRO HONORARIO

DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA "ANTONIO ALZATE"



MEXICO

TIPOGRAFIA DE LA DIRECCION DE TELEGRAFOS FEDERALES

1907

548

ESTUDIO

CLIMATOS PARA LOS EDIFICIOS

CIUDAD DE MEXICO

MARIANO TELLEZ PIZARRO



MEXICO

1907



BIBLIOTECA

CIMIENOTOS

PARA LOS

EDIFICIOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

Para optar por el mejor sistema de cimientos para los edificios que en lo sucesivo se construyan en la Ciudad de México, es indispensable tener conocimiento del suelo y del subsuelo del Valle de México, y de las alteraciones que éstos han sufrido con el tiempo, de las condiciones en que se encuentran en la actualidad y de los varios sistemas empleados para la cimentación en las diversas épocas. Doy en seguida una ligerísima idea acerca de tan interesantes puntos, y para mayor claridad he dividido el tiempo en cuatro períodos bien marcados:

- | | | |
|----|---|-----------|
| 1º | El de los Aztecas, de 1325 á 1521.. | 196 años. |
| 2º | El de los Españoles, de 1521 á 1821 | 300 años. |
| 3º | El que comenzó con la Independencia y concluyó hasta tener el drenaje de la Ciudad, contado de 1821 á 1900..... | 79 años. |
| 4º | Ya funcionando el drenaje, hasta nuestros días, de 1900 á 1907..... | 7 años. |



El Valle de México es muy extenso, de forma próximamente elíptica, con su eje mayor en dirección Norte-Sur. Está limitado por altas montañas, cuyas cimas culminantes son el Popocatepetl, el Ixtacihuatl, el cerro de Ajusco, el Monte

de las Cruces, el Telapón y la Serranía de Río Frío. Sólo por el Norte el fondo del Valle se eleva suavemente por colinas inmensas, de poca altura, hasta ir á confundirse con las serranías de Atotonilco y de Pachuca sin marcar bien su límite. En tiempos muy remotos una gran parte del Valle de México estaba ocupada por las aguas.



En el año de 1521, cuando la conquista por los Españoles, existían: el lago de Texcoco, de agua salada, en el centro; los de Chalco y Xochimilco, de agua dulce, al Sur, y los de Ecatepec, Xaltocan y Zumpango, salobres, al Norte. Constituían un gran vaso en que se acumulaban las aguas precipitadas desde las cumbres de las montañas que lo cercan. El agua se asentó en lo más bajo y formó un estanque profundo, cuyo fondo vinieron á llenar lenta y constantemente los acarreos de las aguas que alimentaban dicho estanque. Las perforaciones practicadas para abrir una multitud de pozos artesianos han bajado á más de 100 metros; y en otros que se han perforado posteriormente en varios rumbos, la arena se ha encontrado á profundidades de 130 metros y más, sin que de esto pueda deducirse ni remotamente la profundidad á que se encuentra la roca primitiva. Se han sacado de las mayores profundidades despojos consistentes en pórfidos en pequeñas materias, arena morada cuarzosa y profirítica, mica, margas y feldespato, lo que demuestra que las aguas no estaban tranquilas, sino que recibían corrientes conducto ras de cantos rodados y no estaban exentas de los fenómenos ígneos, indicados por la piedra pómez.

El lago de Texcoco era el más extenso y más profundo: por el Oriente llegaba á las orillas de Totolcingo, Texcoco y Chimalhuacán; por el Sur, envolvía el Peñón Viejo y tocaba á Ixtapalapa, Mexicaltzingo y Coyoacán; por el Poniente alcanzaba á la falda oriental del cerro de Chapultepec y á las orillas de Tacuba y Atzacapotzalco, y por el Norte, á las de Tepeyac, Atzacotzalco y Totolzingo. Ocupaba una extensión superficial de más de 62,000 hectáreas y tenía profundidades hasta de 11 metros, en que navegaron doce bergantines del conquistador Hernán Cortés. En la actualidad ha quedado reducido á un charco insignificante, lo mismo que los de Ecatepec, Xaltocan y Zumpango; el de Chalco ha desaparecido quedando en su lugar un terreno fangoso, sujeto á inundaciones y se conserva el de Xochimilco, un poco reducido. Cambios debidos

al tiempo y á las colosales obras materiales ejecutadas en el transcurso de más de quinientos años en las tres épocas diferentes.



PRIMER PERIODO

DE LOS AZTECAS, DE 1325 Á 1521

La Ciudad de México, llamada Tenochtitlán primitivamente, fué fundada por los Aztecas el año de 1325 en el lago de Texcoco, hacia la parte occidental del mismo. Aprovechando dos pequeños islotes, Acocolco y Tlaltelolco, la tribu fijó su asiento definitivamente; en la parte más sólida, los fundadores instalaron su gran templo y edificios principales, alrededor de los cuales levantaron sus chozas, afirmando el terreno y ensanchándolo con *césped*. Al instalarse no emplearon en sus construcciones otros materiales que carrizos y tules, únicos de que podían disponer fácilmente. Construido así el primer humildísimo templo, con lodo y carrizos, lo mismo que sus cabañas, trabajaron sin descanso para extenderse y mejorar sus condiciones, habiendo logrado llegar á la categoría de Ciudad; la dividieron en barrios y fué adquiriendo sucesivamente más ensanche hasta que un siglo después de fundada comenzó su apogeo que no llegó á decaer, antes bien siguió en aumento durante cerca de otro siglo. La *cinta* (vegetación flotante) fué uno de los principales materiales que en cantidades enormes empleaban para dominar las aguas, ayudados de tierra y piedras que en canoas conducían de muy lejos, y aprovechaban las corrientes naturales, deteniéndolas con bordes para estancar los azolves. De esta manera, y con el constante trabajo de cerca de dos siglos, llegaron á extender la Ciudad á 5½ kilómetros cuadrados. Aquel templo, construido al principio con carrizos y lodo, quedó substituído por otro suntuosísimo y muy extenso; era el principal, construído en medio de un enorme patio de piso pulimentado y cerrado por una gran muralla coronada por cabezas de serpientes, labradas en grandes trozos de basalto, unas con plumas y otras con escamas esculpidas en piedra primorosamente. Las cuatro cercas de piedra que lo encerraban formaban un rectángulo que alcanzaba una superficie de unas veinte hectáreas, en las que quedaban comprendidos también los palacios imperiales; estaban orientadas y de ellas partían cuatro calzadas principales, una

para cada uno de los cuatro puntos cardinales. El templo tenía la forma de una pirámide truncada y en su cara austral había una gran escalera de piedra que conducía á una meseta ocupada por dos adoratorios. En el patio, junto á las murallas, se encontraban distribuídas más de veinte torres, templos menores, salas, adoratorios y habitaciones para los sacerdotes y altos dignatarios.

Tenoxtitlán tenía otro gran templo y seis más; el Palacio Imperial, con veinte puertas de salida á calles y plazas, con sus fuentes y baños, sus paredes de pórfido y basalto labrados, sus techos de cedro y pino tallados, sus salones tapiados con ricas telas de algodón y un adoratorio decorado con láminas de metal, incrustadas de piedras preciosas. Había otros dos grandes palacios, muy sólidos en construcción y ricos en adornos. Como edificios de los más notables eran la Casa de las Aves, el Palacio de Justicia y la Casa de Fieras. Además de éstos, grandes y lujosos, había otros bastante buenos, pero de menor importancia, entre los que se contaban dos mercados principales en que se vendían, con el mejor orden, tanto artículos de primera necesidad—granos, semillas, aves, vestidos de algodón y pieles curtidas—como objetos de lujo que consistían en collares de piedras, plumas para adornar los tocados, vestidos de gala, penachos diversos, piedras preciosas, incrustaciones y otros muchos variados efectos.

Las casas de habitación, arregladas á la categoría de sus dueños: las de los nobles eran espaciosas, de construcción muy sólida, algunas de dos pisos, con lujosos departamentos y bellos jardines, distinguiéndose por sus torres á manera de minaretes; en sus muros encalados y bruñidos no escaseaba el *tecali* (mármol mexicano) ni ciertos detalles arquitectónicos, como cornisas, pilares y marcos de puertas y ventanas labrados en forma de culebra ó de lazos ensortijados ó de otras figuras caprichosas, con profusión de grecas cinceladas. Patios y jardines, grandes salones, suntuoso adoratorio y el indispensable departamento para el baño. Los techos eran planos, de viguería de cedro, oyamel ó pino y cubiertos de una torta de mezcla y de piedra menuda.

Las casas de la gente que no pertenecía á la nobleza, eran de tezontle y cal, de adobe, ó de carrizos las de los más pobres, todas de un solo piso, con sus techos inclinados de tejamanil, de pencas de maguey ó de zacate.

Tenoxtitlán se comunicaba por tierra con muchos de los pueblos de sus alrededores, por medio de calzadas ó diques construídos al efecto y para subdividir las aguas, á la vez que

para aprovechar los azolves y extender la tierra firme. Como principales se contaban el gran albarradón construído de piedra, en longitud de 16 kilómetros comprendidos entre Atzacolco é Ixtapalapa; las calzadas de Ixtapalapa, de Tacuba, de Nonoalco, de Chapultepec, de Mexicaltzingo, de Tlálpam y de Tláhuac; diques menores—de Ecatepec, de Zumpango y otros—y multitud de bordes. También establecieron sus comunicaciones por agua, por medio de amplios canales abor dados con *cinta*, que á la vez les servían para la división de la Ciudad en barrios—cuatro mayores y veinte menores—comprendidos entre las calzadas y los canales. Un acueducto conducía á la Ciudad el agua de Chapultepec, y otro las de los manantiales de Amilco en Churubusco y de Acuecuexco en Coyoacán.

Éste conjunto de calzadas y canales, con su caserío compacto en unos lugares y diseminado en otros, con sus hermosos y singulares jardines flotantes, sin par en el mundo, formados de *cinta* en las pintorescas *chinampas*, daba á esta metrópoli su peculiar aspecto; y por su inmenso gentío era ya una Ciudad de bastante importancia que contenía, además de los grandes edificios antes mencionados y brevemente descritos, unas veinte mil casas que daban albergue á más de cien mil habitantes.



Con la conquista todo acabó; los españoles, después de una lucha de dos años, se posesionaron de Tenoxtitlán, capital del Imperio de Anáhuac, el 13 de Agosto de 1521. El gran afán del conquistador Cortés fué destruir la Ciudad, á lo que procedió sin demora, ejecutando la demolición con exagerada actividad hasta que quedó arrasada por completo, sin haber dejado piedra sobre piedra ni el menor vestigio de lo que fué. Aprovechó como botín de guerra las riquezas que contenía la Ciudad, y con los escombros se cegaron muchos canales y se aumentó la superficie de la tierra firme. Esta fué la causa de que no se conserve ni la menor idea del sistema de mimientos empleado en los grandes edificios ni en las casas de habitación de los aztecas.



SEGUNDO PERIODO

DE LOS ESPAÑOLES, DE 1521 á 1821

Arrasada rápidamente la Ciudad azteca, decidió el Conquistador levantar la nueva en el mismo y justo lugar sobre los escombros de la primitiva; la Catedral, en el sitio que ocupó el gran templo azteca, y los palacios y edificios principales, en los solares que habían ocupado los palacios de los Emperadores. Se procedió luego á marcar la traza de la Ciudad Española; se le dió la figura de un rectángulo que medía próximamente 1,450 metros de Oriente á Poniente y 1,225 de Norte á Sur, dentro de la cual los indígenas no podían edificar. Fuera de la traza se distribuyeron solares para huertas, en el camino de Tacuba, comenzando así á formar el barrio de San Cosme. Estos solares y los comprendidos en la traza se repartieron entre los conquistadores, y los indígenas quedaron á cargo de un gobernador, instalados en los barrios.

Se trabajó con actividad en levantar los edificios según la traza y el plan adoptados, empleando buenos materiales de construcción, cales, canterías y basalto de los alrededores, tezontle del Peñón Viejo y magníficas maderas de cedro sacadas de los tupidos bosques que poblaban el Valle de México desde las orillas del agua hasta los montes de Río Frío y las Cruces, bosques que los españoles agotaron por completo sin atender para nada á su reproducción, quedando reemplazados por colinas áridas y desiertas como lo son hasta hoy las lomas de Santa Fe.

En el primer siglo de la dominación española se construyeron la mayor parte de los templos, conventos y edificios públicos, habiendo sido de los primeros el de la Inquisición. En 1620 se terminó el acueducto de La Verónica y el valor de la propiedad raíz de la Ciudad se estimaba en cincuenta millones de pesos. En el siglo XVII se concluyó la construcción de algunos edificios públicos y se hicieron muy pocos más; se estrenó la Catedral, sin concluir, y se continuó la edificación de casas particulares.

A principios del siglo XVIII se construyó el acueducto de Belem, de 1711 á 1716; poco después se levantó el edificio de la Aduana frente á la Plazuela de Santo Domingo, y en

1734 se mejoró notablemente el de la Casa de Moneda que desde 1562 se había instalado en un departamento del Palacio de los Virreyes. En 1753 se estrenó el Teatro Principal, reconstruido con mampostería. En 1797 se comenzó la construcción del Colegio de Minería y se concluyó en 1813, cuya obra y las que se hicieron para la completa terminación de la Catedral fueron las últimas de importancia, ejecutadas en la Metrópoli bajo la dominación española.



En ese período de 300 años la Ciudad sufrió fuertes inundaciones. En 1553 las aguas la invadieron por la primera vez, y para cortar el mal se levantó un gran dique, curvo, que se apoyaba por el Norte en la calzada de Guadalupe y por el Sur en la de San Antonio Abad. En 1580 tuvo lugar la segunda inundación, y á consecuencia de ella y de la primera, la idea del desagüe directo del Valle fué indicada por primera vez, y como la verdadera y única solución del problema.

En 1604 y 1607 hubo nuevas inundaciones, y por causa de esta última se volvió á tomar en consideración el desagüe directo, proyectado y hasta parcialmente ejecutado por el célebre Ingeniero Enrico Martínez, quien emprendió los trabajos con tal celeridad que en breve tiempo desvió el río de Cuautitlán para llevar sus aguas fuera del Valle, abriendo al efecto un canal y un túnel, cuyo último fué una obra prodigiosa pues tenía 6,600 metros de largo y una sección capaz de $14m^3.70$, y fué perforado en el corto tiempo de once meses. En 1608 se vieron correr las aguas del tumultuoso río de Cuautitlán por dichos canal y túnel de Nochistongo. Logrado este objeto, ya no se atendió á la prosecución de las obras con la misma eficacia desplegada al principio, y se estaba haciendo el revestimiento del túnel, cuando en 1629 habiendo sido las lluvias muy abundantes el túnel, obstruido en parte por los ademes, no pudo llenar su objeto, se derrumbaron largos tramos que sirvieron de presas al torrente, y el agua refluyó con ímpetu sobre la Ciudad ocasionando la mayor inundación que recuerda la historia, pues duró cinco años: no quedaron en seco sino cortos espacios de los primitivos islotes Acocolco y Tlaltelolco; la población sufrió mucho; multitud de casas se derrumbaron y perecieron en las ruinas unos treinta mil habitantes. Se pretendió remediar un tanto los males, atendiendo á librar del agua los templos y edificios principales, cerrando con muros sólidos sus puertas y empleando apa-

ratos desaguadores para extraer el agua del interior; pero pronto se vió que esto era contraproducente, pues el terreno deleznable del suelo debajo de los cimientos era arrastrado por las corrientes que se establecían, se aumentaban los huecos en la tierra y con ellos los conductos de filtración. Luego que esto se observó, se suspendieron las operaciones de desagüe de los edificios; pero ya varios habían sufrido desperfectos y manifestaban hundimientos, siendo muy notables en el antiguo Colegio de San Ildefonso y en los templos de San Fernando, San Agustín y otros.



Al terminar este período había: la Catedral, completamente terminada, habiendo estado en obra más de un siglo; setenta templos y capillas; ocho conventos de frailes y veinte de monjas, el Palacio Virreinal, las Casas Consistoriales, el Arzobispado, la Ciudadela, seis colegios científicos, la casa de Moneda, siete hospitales, el Teatro Principal, cinco panteones y uno en cada uno de los templos y conventos, y algunos otros edificios públicos de menor importancia. Había buenas casas particulares, de dos pisos en general; pocas eran de tres pisos ó con entresuelos, como se les decía, y la mayor parte de las de los suburbios eran bajas, ó sea de un solo piso, de construcción de adobe las más de ellas.

Era muy imperfecto el sistema de desagües y atarjeas de la Ciudad; había caños al aire libre en el eje de toda la calle, hasta en las muy céntricas. Los pavimentos eran de tierra en las plazas y plazuelas; en las calles había malos empedrados, con banquetas de losa sólo en las principales, y la Plaza de Armas era la única que estaba empedrada.

El área que abarcaba la Ciudad era de unos 9 kilómetros cuadrados y contenía una población de muy cerca de 180,000 habitantes.

Tal era la Ciudad española el 27 de Septiembre de 1821, á los 300 años justos de su fundación.



Para construir los cimientos de los edificios los españoles empleaban tres sistemas: el de pilotes, el de emparrillados y el de simple mampostería. El primero lo aplicaron á los edificios pesados como la Catedral, las iglesias, Minería y algunos otros, siempre colocando emparrillados de madera sobre

pilotes. El segundo, ó sea de emparrillado de madera, sin descansar sobre pilotes, lo emplearon en los conventos y en algunos edificios públicos. Encontraban expeditos y poco costosos estos dos sistemas de cimientos, como que tenían á su disposición en las cercanías de la Ciudad hermosos bosques de maderas de cedro, oyamel y ocote, en árboles corpulentos muy á propósito para el objeto. El otro sistema, de simple mampostería, lo aplicaron á cimientos de casas particulares, arrancándolos á más ó menos profundidad del suelo natural según la idea de cada constructor. Estas mamposterías eran de piedra y buena mezcla de cal grasa, y de la misma construcción, aunque no tan esmerada como la de las paredes. Reservo para más adelante hacer los comentarios relativos á los diversos sistemas de cimientos empleados en México.



TERCER PERIODO

DESDE LA INDEPENDENCIA HASTA TENER EL DRENAJE DE LA CIUDAD, DE 1821 Á 1900

En los primeros veinte años la política ocupó toda la atención y nada preocupaban las mejoras materiales. Como primera obra importante se construyó el Gran Teatro Nacional que se estrenó en 1844. Se siguieron la Cúpula de Santa Teresa, el Ciprés de Catedral, el Mercado del Volador, la Casa de Moneda trasladada al Apartado; la apertura de nuevas calles—Independencia, Gante, Lerdo, Ocampo, Leandro Valle, del Ayuntamiento y otras—y se ensancharon algunos callejones, lo que trajo consigo la construcción de nuevas y buenas fincas de dos y tres pisos. Se amplió y mejoró el edificio de la Academia Nacional de Bellas Artes. Se fundaron muchas colonias—Arquitectos, Santa María de la Ribera, Guerrero, Santa Julia, Indianilla, Hidalgo, Morelos, Juárez, la Reforma, Peralvillo, San Rafael y otras de menor importancia—en que se construyeron una multitud de casas de habitación, casi todas de un piso al principio, muchas de las cuales se han transformado después en otras de dos pisos y de mejor construcción. Se establecieron fábricas en edificios á propósito, para hilados y tejidos, loza, azulejos, mosaicos para pisos, elaboración de tabacos, ácidos, drogas, cerillos, cerveza, licores, dulces, galletas, tapones de corcho y otras; molinos de trigo, de aceites,

de *nixtamal* para hacer tortillas, etc. Se establecieron muchos talleres movidos por vapor y se instalaron una fundición de hierro y varias de bronce. La Iglesia de San Agustín se transformó en Biblioteca Nacional, de hermosa y sólida arquitectura, con fachadas de cantería labrada y ornamentada. Se construyeron los Teatros de Iturbide, Arbeu ó Hidalgo, y en 1872 que se incendió la Cámara de Diputados que existía en el Palacio Nacional, se instaló en el Teatro de Iturbide, habiéndolo reformado previa y convenientemente.

En 1881 se comenzó á emplear el fierro en los techos: los primeros construídos lo fueron con rieles del ferrocarril de Veracruz ó del de Morelos, y bóvedas de ladrillo; muy en seguida comenzaron á importarse viguetas de fierro, de Bélgica y de Inglaterra, y lámina de fierro galvanizado, acanalada, recta y curva.

En los últimos veinte años de este tercer período se han levantado multitud de construcciones de todo género; se terminó la gran Estación del Ferrocarril Mexicano, muy sólida y elegante; se construyeron la del Central, la del Nordeste, la del Interoceánico, la del Nacional Mexicano, y para la de los Tranvías Eléctricos se comenzó la obra en un amplio terreno en la Indianilla. Se construyó la iglesia católica de San Felipe de Jesús, varias capillas católicas y dos iglesias protestantes. Se aumentaron y mejoraron los cuarteles y se transformó el Palacio Municipal. Con la apertura de la Alcaicería hacia el Poniente, hasta el Teatro Nacional, se abrió la Avenida del Cinco de Mayo que presenta en sus dos aceras hermosas y sólidas fincas de dos, tres y cuatro pisos; lo mismo que la prolongación de la calle de la Palma, perpendicular á dicha Avenida. En 1887 se fundó la Escuela Normal de Profesores y se ensanchó después, hasta la esquina de la calle de Santa Teresa, donde se construyó su fachada de ángulo. Comenzó la moda de los edificios mixtos de mampostería y fierro. Se construyeron la Aduana Nacional, los edificios para las bombas de San Lázaro y calzada de la Piedad, la Penitenciaría, la Escuela de Tiro, los mercados de San Juan, la Merced, Loreto y el de flores, el nuevo Rastro, el Hospital General y el edificio para el alumbrado eléctrico de la Ciudad. Grandes almacenes para el comercio, entre los más notables «La Esmeralda,» joyería; y de ropa, «El Palacio de Hierro,» «El Puerto de Veracruz,» «El Nuevo Mundo,» «La Ciudad de Londres,» «El Surtidor,» «El Louvre,» «El Puerto de Liverpool,» etc., y por el estilo otros muchos de cuatro pisos con igual destino. Las droguerías «Universal,»

de la Profesa, del Coliseo, del Factor, y otros establecimientos comerciales, así como muchas casas particulares, las más de tres pisos, para cuyas construcciones se arrasaron los viejos edificios y se levantaron nuevos desde cimientos.

En 1896 y 1897 se demolieron, por estar en ruina, los portales de Agustinos, de la Fruta y del Coliseo y se reformó toda esa Avenida, que al terminar este período, en 1900, quedó transformada y notablemente mejorada.

En 1900 México abrazaba una superficie de unos 20 kilómetros cuadrados y contaba 350,000 habitantes. Estaba emprendida y bastante adelantada la obra del Saneamiento de la Ciudad, y la del Desagüe del Valle concluída, habiéndose inaugurado con toda solemnidad el 17 de Marzo. Desde esa fecha no ha dejado de escurrir el agua por el túnel de Tequisquiác.



Los tres sistemas de cimientos empleados por los españoles se siguieron en este tercer período: el de pilotes y emparrillado de madera se aplicó en la Plaza de la Constitución para soportar la columna proyectada como monumento á la Independencia; pero no habiéndose llevado á cabo la obra de dicho monumento, no se pudo juzgar de los resultados. En la Penitenciaría se emplearon también pilotes, pero con mal éxito, y hubo que hacer un reforzamiento con bóvedas inversas, de buena mampostería de losas ó de grandes ladrillos, con claves de recinto: este sistema de bóvedas inversas no se había usado en México sino muy parcamente en uno que otro edificio, y después se empleó para los cimientos de la iglesia de San Felipe de Jesús. Los emparrillados de madera se emplearon poco: en el Hotel Humboldt en 1885; en la casa esquina de las calles de Rosales y Puente de Alvarado, en 1898, y en unos cuantos edificios más se habían aplicado anteriormente. Los cimientos de arena, sólo en el Teatro Nacional. Los de mampostería fueron los adoptados más generalmente, unos con buen mortero de cal grasa, y comúnmente con mezcla terciada. Los emparrillados de fierro, con rieles del Ferrocarril Mexicano, de 35 kilogramos por metro lineal, se emplearon en el «Palacio de Hierro;» con viguetas de fierro, en el «Centro Mercantil,» y en 1898, en la fachada de ángulo de la Escuela Normal de Profesores, también con rieles del Ferrocarril Mexicano. En general, los cimientos que se emplearon en este tercer período, puede decirse que no trajeron

gran novedad respecto de los que se emplearon en el segundo período, con excepción, muy marcada, del que brevemente paso á describir en seguida.



Como un sistema nuevo, completamente desconocido en México, fué el que introdujo el sabio Dr. D. Javier Cavallari. En 1857 vino á México este notable Profesor, solicitado por nuestro Gobierno, como Director de las Clases de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Academia Nacional de Bellas Artes de San Carlos, cuya dirección desempeñó, con beneplácito, ocho años. Se ocupó mucho en obras de Arquitectura, y al año siguiente de haber llegado, que ya había hecho un concienzudo estudio del subsuelo de México, implantó su sistema de cimientos, muy sencillo, preciso y económico: consistía en cavar las cepas para el cimiento hasta la profundidad á que aparecía el agua del subsuelo, y *sin bombear* procedía á rellenar las cepas por capas de 0m.10 á 0m.15 de espesor, alternando una de mezcla hidráulica y otra de pedacería de ladrillo, sucesivamente, hasta llegar al enrás que lo hacía con losas. Preparaba su mezcla hidráulica con cal grasa apagada espontáneamente, arena común y *tezontlale* (granza de tezontle), y á este mortero le agregaba una parte igual de la tierra fangosa que había sacado de la excavación. La pedacería de ladrillo la hacía triturar al tamaño de la grava de río. Era circunstancia especial comprimir las capas fuertemente á pisón para obtener una masa compacta; y con estas operaciones, bien ejecutadas, á los tres meses el todo había formado un bloque de una dureza extraordinaria. Así construyó los cimientos de una capilla gótica en Tacubaya; de uno de los muros de las Galerías de Pintura de la Academia de San Carlos; de las nuevas paredes y de una escalera de bóveda de la casa núm. 9 de la 2ª Calle de Plateros, en la reforma que se hizo á dicha casa; de la casa núm. 2 de la Calle del Puente de San Francisco y de otras varias. Pronto se acreditó de bueno este nuevo sistema y muchos constructores lo aceptaron tal como fué introducido, ó con algunas variantes debidas á las circunstancias locales ó á las ideas y conveniencias particulares del constructor; pero se ha empleado y se sigue empleando con bastante generalidad.



CUARTO PERIODO

YA FUNCIONANDO EL DRENAJE, HASTA NUESTROS DIAS,
DE 1900 Á 1907

Este último período, el más corto de todos, es el más interesante, tanto por el gran número de nuevas construcciones cuanto por la muy notable modificación que se está verificando en el subsuelo del Valle y de la Ciudad de México á consecuencia del desagüe y del drenaje. Se cuentan más de veinte edificios públicos entre los acabados de construir en este período, los que están en obra y los ya terminados. Mencionaré rápidamente los siguientes: El Instituto Médico, el Instituto Geológico, el Palacio Legislativo, el Panteón Nacional, el Monumento á la Independencia, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, el Gran Teatro Nacional, el Nuevo Correo, ocho Escuelas Nacionales, varios Cuarteles, las dependencias de la Secretaría de Fomento en Betlemitas, el Palacio de Justicia y otros edificios públicos que, como el Palacio Nacional y el Municipal, se siguen mejorando. En los particulares ha habido gran entusiasmo para construir, y se han edificado costosos edificios como el de la Mercería de Boker, el primero que se construyó con esqueleto de fierro, concluído en 1900, y á él han seguido, con igual esplendidez de construcción, otros muchos de los que los principales son los que forman la prolongación de la Avenida del Cinco de Mayo, entre las calles paralelas Vergara y Santa Isabel: son tres tramos más en dicha Avenida en que hay tres fincas de dos pisos, cuatro de tres, tres de cuatro y cuatro de cinco pisos, una está en obra y queda sólo un lote cercado sin construir en él todavía. Las 14 fincas—entre la que está contada la de «La Mutua» de cinco pisos—son casi todas de esqueleto de fierro y revestimiento de cantería y piedra. El Banco Agrícola é Hipotecario, de cemento armado. «La Mexicana,» suntuoso edificio que está al terminarse, en la esquina de la Calle de Plateros, es también de esqueleto de fierro, revestido de mármol en sus dos fachadas, y de cinco pisos. En las nuevas colonias Roma y la Condesa y en el ensanche de todas las que ya existen se ha levantado una multitud de casas, de lujosa construcción, aunque en lo general ligera en las nuevas, y en las demás se han edificado de todas categorías, habiendo mu-

chas en que el tepetate ha sido el material empleado. En toda la Ciudad se ha reconstruído un buen número de fincas y á otras muchas se les ha agregado un piso más.

En este último período de siete años ha sido muy rápido el progreso de la Ciudad y el aumento de su población, la cual se estima en 400,000 habitantes, abarcando más de 22 kilómetros cuadrados la superficie poblada.



En la construcción de cimientos en este período hubo la gran novedad de haberse introducido en México el sistema de plataforma, formada con viguetas de acero y concreto de cemento, y ocupando la superficie total del edificio que han de sostener. El primer cimiento así construído fué el de la finca destinada á la Mercería de Boker y siguieron de igual sistema los del Panteón Nacional, el Nuevo Correo, el Mouumento á la Independencia, el Teatro, la Mutua, la Secretaría de Comunicaciones y algunos más. Otros se hicieron con emparrillados de viguetas de acero y se empezó á aplicar el cemento armado. En varias casas que recibieron un piso más, sobre todo en las más antiguas, no se hizo modificación alguna en sus cimientos. En las casas nuevas y ligeras se emplearon cimientos de mampostería de piedra, de los variados estilos conocidos.



BREVES COMENTARIOS ACERCA DE LOS DIVERSOS SISTEMAS DE CIMIENTOS EMPLEADOS EN MEXICO

El sistema de pilotes no ha tenido buen éxito; después de ser muy costoso, resulta contraproducente en la Ciudad de México, cuyo subsuelo es más y más compresible, á medida que se profundiza.

Los emparrillados, tanto de madera como de fierro, han dado hasta hoy buenos resultados, pues que á los primeros hasta hace poco tiempo les ha faltado el agua del subsuelo que ha conservado intactas las maderas; al podrirse éstas por la falta del agua, tendrán que ceder. Los de fierro, no puede decirse que están á prueba todavía, ni es posible asegurar por ahora cómo y en qué circunstancias serán más duraderos.

Las bóvedas inversas, por cuanto á que amplían la base de sustentación, son buenas pero costosas y exigen una construcción esmerada.

Los cimientos de arena empleados únicamente en el Teatro Nacional, que se construyó de 1842 á 1844 y se demolió en 1901 para prolongar la Avenida del Cinco de Mayo, dieron muy buen resultado, como pudo verse tanto por lo bien que se conservó el Teatro en sus 57 años de existencia, cuanto por el buen estado en que se encontraron sus cimientos, habiendo resistido el edificio muchos temblores, y muy fuertes los de 1845, 1858 y 1894.

Los de mampostería de piedra con buena mezcla de cal ó con terciada han sido de los mejores cimientos para las construcciones comunes, y de un éxito muy satisfactorio, respecto á solidez y economía, cuando se han construído por escalones de la anchura competente.

El sistema «Cavallari,» de mezcla hidráulica y pedacería de ladrillo reducida al tamaño de grava de río, aplicado por capas alternadas de 0m.10 á 0m.15 de espesor, bien comprimidas á pisón, desde 1858 que fué introducido en México, no ha dejado de emplearse y siempre con buenos resultados en fincas hasta de tres pisos. Resulta más barato aún que el de buena mampostería de piedra.

El sistema de plataforma de viguetas de acero y concreto de cemento, recientemente introducido en México y aceptado con entusiasmo, es demasiado pesado para emplearse en este subsuelo, *indefinidamente compresible* (como le decía el notable geólogo D. Antonio del Castillo) y que en las circunstancias actuales á consecuencia del desagüe está bajando diariamente el agua subterránea, reemplazándose su lugar por el aire que mucho beneficia para el saneamiento pero favorece los hundimientos. Una de estas plataformas así construídas hubo que quitarla, porque apenas terminada su construcción se observó que estaba hundiéndose, y se adoptó para ese edificio un sistema diverso de cimiento que está en obra actualmente.



RESUMEN Y CONCLUSION

México, desde su fundación por los aztecas en 1325, había sido una Ciudad flotante. Fundada en el gran lago de Texcoco, le sirvieron de núcleo para construir sus edificios pesados

los dos pequeños islotes Acocolco y Tlaltelolco, á cuyo redor los pobladores establecieron sus primeras chozas de carrizo y tule sobre *chinampas* de *cinta* vegetal, y poco á poco con una constancia heroica é improbable trabajo fueron terraplenando hasta unir los dos islotes y extenderse en una superficie macizada artificialmente, ocupando 5½ kilómetros cuadrados, después de 196 años de una labor incesante, habiendo llegado á formar una Ciudad de singular aspecto, dotada de 17 grandes edificios entre templos, palacios y mercados, y unas veinte mil casas de todas categorías en que se albergaban más de 100,000 habitantes. En 1521 los conquistadores españoles se apoderaron de la Ciudad, la destruyeron por completo y sobre sus escombros levantaron una nueva que siguieron macizándola y ensanchándola; y en 300 años se extendió á 9 kilómetros cuadrados de superficie, conteniendo 180,000 habitantes. Verificada la Independencia en 1821, la Ciudad siguió creciendo y absorbiendo enormes cantidades de materiales que la fueron consolidando más y más; en el año de 1900 tenía de extensión unos 20 kilómetros cuadrados y contaba 350,000 habitantes. Seguía todavía flotante, pues estaba asentada sobre un *colchón de agua* cuya superficie quedaba bajo el suelo á una profundidad de unos 0m.35 á 1 metro ó poco más, siendo muy raro que en algunos lugares estuviese más profunda. En los 7 años últimos—de 1900 á 1907—las construcciones en México han estado en su apogeo, las de esqueleto de fierro con cimientos de plataforma se han puesto de moda; y la Ciudad ocupando más de 22 kilómetros cuadrados en la parte poblada, contiene 400,000 habitantes. En este último periodo—de 7 años contados hasta 1907—han cambiado notablemente las condiciones del subsuelo, debido á los efectos del drenaje. Esta circunstancia es la que obliga á estudiar un nuevo sistema de cimentación.



Como podrá juzgarse, los hundimientos tenían que ser constantes, y aun lo habían sido durante los 575 años que contaba México desde su fundación; pero estos hundimientos no alarmaban, ni siquiera se tomaban en consideración por la generalidad de los habitantes; y al ver el trabajo asiduo de todos los Ayuntamientos de la Ciudad, á su turno, para terraplenar reponiendo lo que se hundía, nadie se daba otra explicación que el empeño que tenía el Municipio en levantar más y más los pisos de las calles para evitar las inundaciones parciales

que la Ciudad sufría todos los años, sin cuidarse de que con estos terraplenamientos perjudicaban á los edificios enterrando sus basamentos. Hasta 1898 se comenzó á caer en cuenta que la Ciudad se hunde, pues aunque desde 1860 y 1861 se hizo la primera nivelación general de la Ciudad, en 1876 y 1877 la segunda, en 1892 la tercera y la rectificación de esta última en 1897 y 1898, no había concordancia en las cuatro nivelaciones y, por el contrario, existían grandes diferencias que no era posible atribuir á errores habidos en el trabajo. En vista de esto, el estudioso Ingeniero D. Gabriel M. Oropeza, que había trabajado personalmente en las dos últimas, en un extenso artículo que escribió para la Sociedad Científica «Antonio Alzate,» de la cual es miembro, hace una relación pormenorizada de las cuatro nivelaciones, y termina su escrito con cuatro tablas comparativas de varias de ellas, en que se manifiestan diferencias de 0m.30, de 0m.35 y hasta de 0m.40 en muchos puntos; lo que prueba que todavía en 1898, y aun por personas entendidas, no se creía en los hundimientos, pues á haber tenido esa creencia, no se habrían preocupado de la exactitud de las nivelaciones y sólo debieron haberse comprobado con la mira de hacer el estudio de los hundimientos.



En Marzo de 1900 se terminó la obra del Desagüe del Valle de México, y el túnel de Tequisquiac comenzó á funcionar desde entonces, continuando sin interrupción. Según datos oficiales, el túnel está arrojando fuera del Valle una cantidad de 3,800 litros por segundo, en promedio general, y por consiguiente en los siete años y tres meses transcurridos (con la salida extraordinaria de agua—que llegó al doble del promedio—en el año de 1904) han salido ya algo más de UN MIL MILLONES DE METROS CUBICOS DE AGUA. En 1903 quedó casi terminado el Saneamiento de la Ciudad y su drenaje funcionando bien, á la vez que para el del Valle estaba ya sirviendo de dren el Gran Canal desde hacía más de dos años. Los efectos del drenaje de la Ciudad se han manifestado con la baja del nivel de la capa de agua ambiente—más de 2 metros—encontrándose en la actualidad en casi todos los lugares, con pocas excepciones, á más de 3 metros. En el Valle, los efectos de su drenaje han sido desastrosos para el Gran Canal y las obras del Desagüe, pues el primero ha sufrido grandes desperfectos, los mayores en 1904, y las últimas los

tienen con frecuencia en sus compuertas, puentes y demás obras de arte de las que quedaron terminadas en 1900; todo lo cual se remediará con la experiencia, el estudio y el trabajo.



A la causa constante que la Ciudad ha tenido para los hundimientos, desde su fundación hasta el año de 1900, han venido á agregarse recientemente otras que aceleran dichos hundimientos: La primera y principal es la retirada del agua del subsuelo, coincidiendo con el establecimiento de los tranvías eléctricos que sin interrupción producen fuertes vibraciones con sus pesados vehículos; y por último, los pesados cimientos de plataforma que se están empleando para los grandes edificios, que gravitan sobre un subsuelo que de día en día se hace más compresible. Estas tres nuevas causas datan de la misma fecha—año de 1900.



Habiendo hecho con anterioridad mis observaciones acerca del cambio de condición del subsuelo de México, manifesté públicamente en un folleto, en Mayo de 1899, mi opinión de que en bajando 2 ó 3 metros el nivel de la capa de agua ambiente (á causa del drenaje de la Ciudad) y funcionando el desagüe directo del Valle, los hundimientos habrían de hacerse más notables y muy funestos para los edificios. En 1905, siguiendo con mis observaciones, advertí que comenzaban á palpase esos efectos en varios edificios, y ya en 1906 se habían hecho muy notables en muchos otros. Con este motivo escribí dos artículos llamando la atención sobre el particular (que se publicaron en Diciembre en varios periódicos y constan en Apéndice) invitando á discusiones sobre la manera más eficaz de minorar el mal, ya que las causas eran inevitables, lo que dió lugar á la publicación de varios artículos; pero no satisfaciendo á la idea de entablar una discusión, el reputado ingeniero inglés D. Carlos J. S. Hall escribió una carta, que se publicó, manifestando que todos los ingenieros, peritos en los distintos ramos de la profesión, deberían reunirse en cónclave solemne y debatir la mejor manera para evitar en lo sucesivo estos hundimientos, «que hoy están atribulando al H. Gobierno, y convirtiendo la Ciudad de México en un verdadero cementerio de reputaciones profesionales.»

Como puede verse, los hundimientos van en rápido au-

mento; se notan mucho en edificios antiguos como San Ildefonso, las Vizcaínas y Minería, el cual está próximo á la ruina. Otros no tan antiguos—como la Academia de San Carlos—que anteriormente no habían manifestado hundimientos alarmantes, ya están sufriendo grandes desperfectos. Muchos, de construcción reciente, que data de 20 á 30 años y se habían conservado bien, ya comienzan á deteriorarse. Varios más modernos, como la Iglesia de San Felipe de Jesús, y la casa núm. 6 de la Calle de Patoni—hoy Secretaría de Relaciones—construída en 1891 y 1892, se conservaron bien hasta 1900: en la actualidad la primera está en reparación de sus cimientos, y la segunda sufrió deterioros tales, que está actualmente en demolición por orden del Gobierno que es el dueño de dicha casa. Una multitud de fincas que se acaban de construir en las nuevas colonias ya acusan hundimientos, como muchas otras en las Calles de Edison, Rosales, Patoni, Bucareli, la Reforma, Avenida de los Hombres Ilustres y por diversos rumbos de la Ciudad; estos hundimientos se hacen muy notables después de un aguacero, pues el agua se estanca al pie de las fachadas en largos tramos.

Los desperfectos por hundimientos están teniendo lugar indistintamente en fincas construídas sobre cimientos de los varios sistemas que se han empleado, y no se deben atribuir (con pocas excepciones) á defectos de construcción sino á la causa determinante, el *descenso del agua en el subsuelo*. En los cimientos de plataforma se han hecho más perceptibles los hundimientos; no hay edificio de los que se han construído empleando ese sistema, que no se haya hundido antes de terminar su construcción, y ha habido uno que no ha llegado á construirse porque el solo cimiento se hundió antes de recibir peso alguno, y hubo que desbaratarlo y *adoptar para ese edificio un sistema diverso de cimiento que está en obra actualmente*. Esto no había pasado antes, pues recién construídos los edificios, y algunos años después, no acusaban hundimientos; y es natural que ahora no suceda lo mismo porque los cimientos de plataforma y las construcciones de cuatro y cinco pisos son muy pesados, y además el subsuelo, con el escurrimiento de su agua ambiente, va haciendose de día en día más compresible.

*
*
*

Además, la cantidad de agua que sin interrupción está saliendo por el túnel de Tequixquiac va en aumento gradual y constante; de datos que he tomado del diagrama cuidadosa-

mente formado por la Comisión Hidrográfica de los Estados Unidos Mexicanos para dar á conocer los volúmenes de agua salida por el túnel, resulta la tabla siguiente que pone de manifiesto dicho aumento gradual, año por año, durante los seis que comprende la referida tabla.

PROMEDIOS DEL ESCURRIMIENTO CONSTANTE, EXPRESADOS
EN LITROS POR SEGUNDO

Meses	Año de 1901.	Año de 1906.
Enero	3,100	4,600
Febrero	3,750	4,500
Marzo.....	3,100	4,000
Abril	2,850	3,950
Mayo	2,850	4,250
Junio.....	2,850	4,400
Julio.....	4,100	3,900
Agosto	3,550	6,000
Septiembre.....	4,000	6,350
Octubre	4,500	5,700
Noviembre.....	4,200	4,550
Diciembre.....	4,250	5,850

*
* *
*

De estos resultados se deduce claramente que el agua del subsuelo ha de seguir bajando; y mientras no llegue á un nivel normal, aunque no fijo, porque ha de tener algunas fluctuaciones, será prudente aplazar para más tarde un nuevo sistema de cimentación. Por tal motivo no me aventuro á proponerlo por ahora para edificios pesados, *y sólo indico la conveniencia de no construirlos mientras no se adquieran más datos sobre la resistencia del subsuelo, para que en vista de ellos se discuta este asunto que por su trascendencia es de gran interés.*

*
* *
*

Así, pues, me limito á proponer lo que me parece más conveniente, expedito y económico para los cimientos de fincas hasta de tres pisos que se construyan con mampostería de piedra ó de ladrillo, ó de los dos materiales combinados. En primer lugar, *puesto que los edificios se han de hundir*, propongo comenzar por elevar el terreno 0m.25, 0m.30 y hasta 0m.40 con materiales procedentes de demolición, empleando

los que sean más á propósito, extendiéndolos por capas sucesivas que se apretarán bien con rodillos compresores, lo mismo que el fondo de las cepas. Para un edificio de tres pisos, de altura de unos 13 á 14 metros sobre el suelo ya levantado artificialmente, podrá disponerse el cimiento formándolo de tres escalones: el inferior de 2m.20 de ancho, el intermedio de 1m.60, y el superior de 1m. Los tres escalones de igual altura, la total 1m. Así, pues, las cepas tendrán 1m. de profundidad; pero como ésta debe contarse desde la altura á que se elevó el suelo artificialmente, la excavación en el terreno natural será de 0m.60 á 0m.75 de profundidad, limitándola así porque cuanto más profunda se haga, su fondo va á encontrar un subsuelo más compresible. He calculado en general estas dimensiones para resistir un peso de 18 á 20 toneladas por metro lineal; pero en cada caso conviene tomar experimentalmente el mayor número de datos, para hacer cálculos que resulten bastante aproximados. Los escalones se construirán con buena mampostería de piedra y mezcla de cal y se enrasará cada uno con losas gruesas colocadas á tizón; el enras del escalón superior quedará al nivel del suelo artificial ó un poco más bajo, y será de donde arranque la construcción de los muros.

Propongo que, en general, los cimientos sean *anchos y poco profundos*, con la circunstancia importante de levantar —*en todo caso*— artificialmente el suelo; anchos, para repartir más la presión; poco profundos, para que descansen en un subsuelo menos compresible; y estas dos circunstancias, para procurar economía; *ya no habrá que desaguar las cepas, operación muy nociva en todos sentidos*. El levantamiento artificial del suelo sirve tanto para prepararse contra el hundimiento, *lo cual es muy esencial*, cuanto para hacer que la obra de substrucción sea más expedita, más cómoda y menos costosa.

Fincas construídas bajo estas bases, pueden durar unos 40 ó 50 años luchando contra el hundimiento, y después de ese tiempo, que habrá necesidad de reconstruirlas, ya habrán compensado lo que costaron. Sus escombros servirán á su vez para levantar el suelo.

No propongo el sistema «Cavallari» que durante medio siglo ha dado tan buenos resultados, porque las condiciones del subsuelo han variado, la capa de agua ambiente está ya muy baja y tiene que bajar más todavía.

México, Julio de 1907.

M. Vellez Lizarro.

...

...

...

...

APENDICE

LOS HUNDIMIENTOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

CAUSAS DE SUS RAPIDOS PROGRESOS EN ESTOS ULTIMOS AÑOS

OBSERVACIONES QUE PUEDEN HACERSE PARA PATENTIZAR DICHOS HUNDIMIENTOS

(Del Boletín Oficial del Consejo Superior de Gobierno del Distrito Federal
del viernes 14 de Diciembre de 1906)

I

Los hundimientos en la Ciudad de México, desde su fundación por los aztecas en 1325 han sido constantes, y constante también el trabajo para procurar mantener el mismo nivel en la Ciudad empleando sin cesar toda clase de materiales en cantidades exorbitantes.

Pero nunca se creyó que la Ciudad se hundía, ni por ver enterrarse los grandes edificios perdiendo sus basamentos, sino que eso se atribuía al afán de los Ayuntamientos en levantar más y más los pisos de las calles para evitar las inundaciones. No se comenzó á fijar la atención general en que México se hunde, hasta que una cuarta nivelación de la Ciudad en 1897-1898, rectificando la tercera, terminada en 1892, vino á hacer patentes los hundimientos, pues que á las dos primeras nivelaciones la de 1876-1877, y la de 1860-1861 que fué la primera nivelación que se hizo, no se les dió crédito alguno (no obstante que fueron ejecutadas á ciencia y conciencia ambas) sólo porque diferían mucho entre sí y más todavía de la cuarta y última, que fué practicada por el mismo personal

ocupado en la tercera, cinco años antes, y también resultó desacorde con las dos primeras.

Y así como hasta 1898 se comenzó á caer en cuenta que la Ciudad se hunde, y aun se hizo un estudio para estimar, en promedio anual, el hundimiento, todavía hoy no quiere reconocerse que desde 1900 que comenzó á funcionar el túnel del desagüe, los hundimientos han aumentado.

Este resultado yo lo había previsto desde hace ocho años, é hice pública mi opinión dándola á luz en un breve apéndice de fecha 31 de Mayo de 1899, al final de un folleto titulado «Apuntes acerca de los cimientos de los edificios en la Ciudad de México,» que escribió mi hijo Don Adrián y se publicó en dos ediciones, una por la Secretaría de Fomento y otra por la Sociedad «Alzate,» habiéndose distribuido cerca de 5,000 ejemplares. Dije entonces: «que al poco tiempo de estar terminadas las obras del Desagüe de la Ciudad de México, bajando 2 ó 3 metros el nivel de la capa de agua ambiente y funcionando el Desagüe directo del Valle, los hundimientos han de hacerse más notables: sufrirán grandes defectos aquellos edificios que como la Iglesia de Loreto, San Ildefonso, Minería, Hospital de Terceros, Las Vizeínas, La Penitenciaría y otros más, están hundidos desigualmente, y con la falta de agua inmediata en el subsuelo se apresurará el hundimiento desigual, los muros irán desplomándose más y más, las cuarteaduras serán de mayor consideración, y dichos edificios llegarán al estado de ruina en un corto lapso de tiempo.»

Nadie hizo aprecio de esta opinión, y hasta ahora tampoco ha habido alguien que la combata; pero ya se está notando que los hundimientos siguen haciéndose más perceptibles; y han de seguir en aumento por subsistir las mismas causas, á las que se ha agregado la continua salida de un inmenso volumen de agua que desde hace más de 6 años está escurriendo del subsuelo hacia afuera del Valle y va haciendo mermar día por día ese depósito al que pudiera llamársele *colchón de agua*, cuando estuvo encerrado en su cuenca. Es cierto que se refacciona con algunos manantiales y con las filtraciones de las aguas pluviales, en mayor ó menor cantidad todos los años; pero nunca en lo bastante para compensar el escurrimiento diario.

Hay, además, otra causa reciente que acelerará los hundimientos: es la continua vibración del suelo, causada por el tráfico de los tranvías eléctricos á todas horas y en toda la Ciudad, lo mismo que el de los trenes de ferrocarril que entran

y salen por los diversos rumbos y hacen sus movimientos en sus respectivas estaciones y en la Aduana, con pesadas locomotoras.

Son estas dos causas á cual más eficaz para acelerar los hundimientos y, por otra parte, imposible de removerlas; á la vez que han venido simultáneamente á agregarse á la que siempre había existido. Continuando estas causas han de continuar sus efectos.

Esto está dando ya por resultado que edificios pesados como Minería, Secretaría de Relaciones y varias casas de la calle de Patoni en la acera Norte, se hayan hundido de una manera notable y alarmante, sobre todo los dos primeros mencionados.

Desperfectos de tal naturaleza tienen que continuar, y se irán haciendo más y más sensibles en todos los edificios á medida que vaya transcurriendo el tiempo y vaciándose de agua y detritus la cuenca en que está asentada nuestra Capital.

Para hacer un estudio sobre asunto de tan vital importancia será procedente—y es de urgencia—tomar el mayor número de datos sobre los hundimientos habidos, y observar con atención y constancia los sucesivos, si no para detenerlos (por no ser posible), al menos para prevenir su efecto destructor, y para que en los edificios que en lo de adelante se construyan, se tomen otras precauciones además de las que antes se tomaban teniendo en cuenta sólo la poca resistencia del suelo.

II

Para contrarrestar en lo posible el efecto destructor en los edificios de esta Ciudad, causado por la desecación del subsuelo, hay que hacer un estudio prolijo de este fenómeno, para lo que es indispensable—y urgente—tomar el mayor número de datos sobre los hundimientos, y en vista de dichos datos y de las consideraciones que ellos sugieran, entablar discusiones científicas para llegar á un acuerdo fundado y bien meditado, sobre la mejor manera de cimentar y de construir en lo sucesivo los edificios en esta Ciudad, y de evitar que aumenten los defectos en los existentes.

Los trabajos que á mi juicio hay que emprender para darse buena cuenta de los hundimientos y de los efectos que hasta ahora han producido, deben comprender lo siguiente:

I. Que se practique una nivelación general de la Ciudad, con la mayor rapidez y exactitud posibles, y se la compa-

re con las que se han practicado anteriormente, hasta donde se pūeda hacer la comparaci3n en vista de los datos que se conserven de ellas.

II. La nivelaci3n de los Colectores, y que se inspeccione detenidamente el estado de conservaci3n en que se encuentran.

III. Que se mida la cantidad de agua que est1 saliendo por el tūnel del Desagūe.

IV. Que se tome, 1 intervalos uniformes de tiempo, la densidad de esa agua 1 su salida por la boca del tūnel.

V. Que se haga el c1culo de la cantidad de agua salida por el tūnel desde que empez3 1 funcionar hasta la fecha.

VI. Que se saquen de los expedientes en que constaren, los datos sobre los hundimientos observados cuando se hizo la ūltima nivelaci3n general en 1898.

VII. A medida que vaya practic1ndose la nivelaci3n general, deber1n fijarse los azulejos, contiguos 1 los que se pusieron en la nivelaci3n de 1898, para darse cuenta de los hundimientos habidos de 1898 1 la fecha. Y como, en mi concepto, esta nivelaci3n general que se practique es lo de m1s urgencia, se debe proceder sin demora y con rapidez, por lo que no ser1 inconveniente que se tome por plano de comparaci3n el mismo que se ha tomado para las anteriores, aunque sea algo dudosa su estabilidad. Haciendo la nivelaci3n en poco tiempo, bien puede estimarse que no habr1 error apreciable.

VIII. Que se hagan reconocimientos minuciosos del estado que en la actualidad guardan aquellos edificios en que sea notable el hundimiento y se consignent por escrito sus defectos.

IX. Que se saquen de los expedientes respectivos las noticias en que consten las profundidades que ten1an los pozos comunes en la 1poca en que existieron, para tener datos sobre la altura de la capa de agua ambiente en aquella 1poca.

X. Que se hagan excavaciones hasta llegar al agua en los lugares en que existieron dichos pozos comunes 3 en sitios los m1s cercanos 1 los en que estuvieron, 1 fin de poder estimar en cada lugar la cantidad que ha bajado la capa de agua ambiente en el tiempo transcurrido desde que se cegaron los pozos hasta la fecha de la observaci3n, y anotar en un registro estas cantidades.

XI y ūltimo. Fijar dos puntos de referencia, *absolutamente estables*, para comparar con ellos la marca de la tan-gente inferior al Calendario Azteca, que es en general la que ha servido para las nivelaciones. Siempre se hab1a considera-

do esa señal como inamovible; pero yo sospecho que hasta ella ha tenido algunas variaciones, por lo que propongo que se la relacione con dos puntos que den más garantía de firmeza, uno en Guadalupe Hidalgo y otro en Chapultepec.

Conviene que todas estas operaciones se ejecuten simultáneamente y á la mayor brevedad para lograr resultados más exactos; y en lo sucesivo habrá que continuarlas periódicamente:— La nivelación de la Ciudad, con un Ingeniero nivelador que constantemente rectifique, por diversos rumbos, las marcas de nivelación general, y mes por mes compare la de la tangente al Calendario Azteca con las dos fijas, y éstas entre sí.— La nivelación de los colectores, y su inspección para observar los desperfectos, de dos en dos meses.— La medida de la cantidad de agua que sale por el túnel, tomarla diariamente.— La densidad del agua, semanariamente.— El estado de los edificios que desde luego se designaren para ser observados, se reconocerá con frecuencia de manera que no pasen más de tres meses sin practicar el reconocimiento de cada uno de ellos, y con mayor frecuencia para los que amenacen ruina inmediata.— Poner en observación todo edificio que comience á manifestar serios hundimientos.— Observar la profundidad de la capa de agua ambiente, mes por mes.

A estos trabajos de investigación pudieran agregarse otros que por ahora no me ocurren, y que sean conducentes al objeto aunque parezcan redundantes; pues tratándose de cuantiosos intereses materiales que están afectados por este fenómeno ningún trabajo ni gasto será inútil para ver de atenuar el mal de que están amenazados.

Y con esta oportunidad, ya que he dado la voz de alarma, tengo la honra de invitar á Ud., señor Director, á la Prensa toda, á los señores Ingenieros, á los Arquitectos, á las Sociedades Científicas y al público en general, á que contribuyan con sus luces á ilustrar un asunto de tan grande importancia para esta bella capital, y que á todos nos afecta.

México, Diciembre 6 de 1906.— *M. Tellez Pizarro.*





