

creido que estos detalles podian ser importantes para los ingenieros hidrógrafos que quieran formarse una idea exacta del gran canal ó desagüe de Huehuetoca.

La diferencia de altura á que se encuentran, en el valle de Tenochtitlan, los cuatro principales depósitos de agua, se ha hecho sentir en las grandes inundaciones á que ha estado expuesta la ciudad de Méjico desde una larga serie de siglos. En todas ellas el curso de los fenómenos ha sido constantemente uno mismo. El lago de Zumpango, engrosado por la creciente extraordinaria del rio de Guautitlan y de las aguas de Pachuca, vierte las suyas en el lago de San Cristobal, al cual conducen las *ciénegas* de Tepejuelo y de Tlapanahuiloya. El lago de san Cristobal rompe la calzada que le separa del lago de Tezcucó. Ultimamente las aguas que rebosan de este último estanque, elevan su nivel mas de un metro, regolfan con ímpetu en las calles de Méjico, atravesando las tierras salinas de San Lázaro. Tal es el curso comun de las inundaciones: las cuales vienen del N. y del NO. Para alejar sus riesgos, se dispuso el desagüe real de Huehuetoca; pero con todo, es seguro que concurren muchas circunstancias para temer que las avenidas del sur, sobre las cuales no tiene el desagüe ninguna influencia, puedan ser no menos funestas á la capital. Los lagos de Chalco y de Jochimilco saldrian de madre, si en una fuerte erupcion del volcan de Popocatepetl, se descolgasen de repente las nieves que cubren esta montaña colosal. En 1802 estando yo en Guayaquil á la

costa de la provincia de Quito, el cono del Cotopaji se calentó de tal manera por efecto del fuego volcánico, que casi en una sola noche desapareció el enorme gorro de nieve que le cubre. En el nuevo continente, las erupciones y grandes temblores de tierra, muchas veces son precursores de aguaceros que duran meses enteros. ¡Qué peligros amenazarían á la capital si estos fenómenos se repitieran en el valle de Méjico, bajo una zona en donde, en años poco lluviosos, caen hasta 15 decímetros de agua! *

Los habitantes de Nueva-España creen que hay un período constante en el número de años que se pasan entre una y otra de las grandes inundaciones. En efecto, la experiencia prueba que en el valle de Méjico, las crecientes extraordinarias de agua se verifican cada veinte y cinco años con poca diferencia **. Desde la llegada de los españoles, la capital ha padecido cinco grandes inundaciones, á saber: en 1553, bajo el virey don Luis Velasco (el viejo), condestable de Castilla; en 1580, bajo el virey don Martin Enriquez de Almansa; en 1604, bajo el virey Marques de Montesclaros; en 1607, bajo el virey don Luis de Velasco (el segundo), marques de Salinas; y en 1629 bajo el virey marques de Cerralvo. Esta última inundacion es la única que ha habido desde la abertura del canal

* Véase mas arriba, cap. III.

** Toaldo pretende poder deducir de un gran número de observaciones, que los años muy lluviosos y por consiguiente las grandes inundaciones, vienen cada 19 años, segun los términos del ciclo de Saros (Rozier, *Diario de Física*, 1783).

de desagüe de Huchuetoca, y mas adelante veremos cuales fueron las causas que la ocasionaron. Desde el año 1629 ha habido todavía en el valle de Méjico siete avenidas que dieron mucho miedo; pero el desagüe ha libertado á la ciudad. Estos siete años muy lluviosos han sido los siguientes: 1648, 1675, 1707, 1732, 1748, 1772, 1795. Comparando unas con otras las once épocas que acabamos de señalar, se encuentran como período fatal, los números de 27, 24, 3, 26, 19, 27, 32, 25, 16, 24 y 23 años, série de números que sin duda observa un poco mas de regularidad que la que se pretende dar en Lima al turno de los grandes temblores de tierra.

La situacion de la capital de Méjico es tanto mas expuesta, cuanto de año en año se disminuye la diferencia de nivel entre la superficie del lago de Tezcuco, y el terreno donde estan edificadas las casas. El plano de este terreno es fijo, especialmente desde el gobierno del conde de Revillagigedo que hizo empedrar todas las calles: por el contrario el fondo del lago de Tezcuco, se eleva progresivamente á causa de los turbios que llevan consigo los torrentes, con los cuales se forman terromonteros en los parages donde vierten. Los Venecianos, para evitar igual inconveniente, han echado á un lado el Brenta, el Piave, el Livenza, y otros rios que formaban depósitos en sus lagunas*. Si se pudiera estar seguro de todos los resultados que presenta una nivelacion que se hizo en el siglo xvi, apareceria

* *Andreossi*, Sobre el canal del mediodia, p. 19.

por ella que la plaza mayor de Méjico estuvo en otro tiempo once decímetros mas alta que el nivel del lago de Tezcuco, y que este nivel medio del lago varía de año en año. Si por una parte la destruccion de los bosques ha disminuido la humedad de la atmósfera y los manantiales que habia en las montañas que rodean el valle, por otra tambien los desmontes han aumentado la facilidad de aglomerarse los terromonteros, y la violencia de las inundaciones. El general Andreossi, en su excelente obra sobre el canal de Languedoc ha llamado mucho la atencion sobre el poder de estas causas, que son las mismas en todos los climas. Las aguas que bajan por pendientes vestidos de yerba, arrastran menos turbios que las que corren por tierras movedizas. Pero esos prados, sean compuestos de gramíneas como en Europa, ó sean de pequeñas plantas alpinas como en Méjico, no se conservan sino á la sombra de los bosques. Por otra parte, la maleza y el arbolado oponen cierto embarazo á las aguas de las nieves que se descuelgan por la falda de las montañas. Cuando estas faldas no estan vestidas de vegetales, los hilillos de agua corren sin estorbo, y se reunen mas rápidamente á los torrentes cuyas avenidas hacen hincharse los lagos vecinos á la ciudad de Méjico.

Es muy natural que en el orden de las obras hidráulicas emprendidas para preservar la capital del peligro de las inundaciones, haya precedido el sistema de las calzadas al de los canales de desagüe. En 1446 cuando la ciudad de Tenochtitlan se inundó de tal

modo que ninguna de sus calles quedó en seco, Motezuma I (*Huehue Moteuczoma*), guiado por los consejos de Nezahualcojotl, rey de Tezcucó, hizo construir una calzada ó malecón de mas de 12,000 metros de largo y de veinte de ancho. Esta calzada, construida en parte dentro del mismo lago, consistia en un muro formado con piedras y arcilla, y revestido de uno y otro lado con una hilera de empalizadas. Todavía se ven hoy vestigios muy considerables de esta obra en las llanuras de San Lázaro. Aun se ensanchó y reparó esta calzada despues de la grande inundacion del año 1498, causada por la imprudencia del rey Ahuizotl. Este príncipe, como hemos referido mas arriba, habia hecho conducir al lago Tezcucó, las abundantes fuentes de Huitzilopochco; sin reflexionar que este mismo lago, aunque falto de agua en tiempos secos, es mas peligroso en los años lluviosos á proporcion que se aumenta el número de aguas que entran en él. Ahuizotl hizo perecer á Tzotzomatzin, ciudadano de Coyohuacan, porque se atrevió á pronosticarle el peligro en que el nuevo acueducto de Huitzilopochco ponía la capital: y poco tiempo despues se vió este jóven rey mejicano á pique de ahogarse dentro de su palacio. La avenida de las aguas fue tan rápida, que el príncipe recibió una grave herida en la cabeza al quererse salvar por una puerta que desde el piso bajo salía á la calle.

Los Aztecas habian hecho construir del mismo modo las calzadas de Tlahua y de Mejicalzingo, y

el Albaradon que se prolonga desde Iztapalapan á Tepeyacac (Guadalupe), y cuyas ruinas, aun en su estado actual, no dejan de ser todavía útiles á la ciudad de Méjico. Este sistema de calzadas, que los españoles han continuado hasta principios del siglo xvii, presentaba medios de defensa que si no muy seguros, eran á lo menos suficientes en una época en que los habitantes de Tenochtitlan, acostumbrados á navegar en canoas, miraban con mas indiferencia los efectos de las inundaciones pequeñas. La abundancia de bosques y plantíos facilitaba entonces las obras de pilotage. Siendo, como era, una nacion sobria, se contentaba con el producto de los jardines flotantes ó *chinampas*; y no necesitaba sino de un pequeño espacio de tierras de labor. La salida de madre del lago de Tezcucó era menos terrible para unos hombres, acostumbrados á vivir en casas, por muchas de las cuales atravesaban los canales.

Cuando la nueva ciudad de Méjico reedificada por Hernan Cortés, padeció la primera inundacion en el año de 1553, el virey Velasco 1º hizo construir el Albaradon de San Lázaro. Esta obra, hecha por el modelo de las calzadas indias, padeció mucho en la segunda inundacion del año 1580. En la tercera, de 1604, fue menester volver á construirlo enteramente. Para mayor seguridad de la capital, el virey Montecarlos añadió entonces la presa de Oculma, y las tres calzadas de nuestra señora de Guadalupe, San Cristobal, y San Antonio Abad.

Apenas estaban concluidas estas grandes obras, cuando por el concurso de varias circunstancias extraordinarias, se inundó de nuevo la capital en el año de 1607. Hasta allí no se habian visto dos inundaciones tan inmediatas: pero de allí adelante, no han pasado arriba de 16 ó 17 años sin experimentarse esta fatal calamidad. Cansados de hacer albaradones que las aguas destruian periódicamente, conocieron al fin que ya era tiempo de abandonar el antiguo sistema hidráulico de los indios, y adoptar el de los canales de desagüe. Esta variacion era tanto mas necesaria, cuanto la ciudad habitada por los españoles, en nada se parecia á la capital del imperio azteca. Habiendo empezado aquellos á habitar los pisos bajos de las casas; siendo ya pocas las calles en que se podia andar con barcas; es claro que los inconvenientes y los daños efectivos de las inundaciones eran mucho mas graves que en tiempo de Motezuma.

Teniéndose por cierto que las avenidas extraordinarias del rio de Guautitlan eran la causa principal de las inundaciones, ocurrió naturalmente la idea de impedir la entrada de este rio en el lago de Zumpango, cuyas aguas medias en su superficie estan 7 metros y medio mas altas que el suelo de la plaza mayor de Méjico. En un valle que se halla rodeado en todo su circuito de altas montañas, no se podia dar otra salida al rio Guautitlan que por medio de una galería subterránea, ó por un canal abierto que atravesase estas mismas montañas. En efecto, ya en 1580, época

de la grande inundacion, dos hombres inteligentes, á saber, el *licenciado Obregon* y el *maestro Arciniega* habian propuesto al gobierno hacer abrir un cañon de bóveda entre el cerro de Sincoque y la loma de Nochistongo. Realmente era este punto el que debia, mas que otro alguno, fijar la atencion de quienes habian estudiado la configuracion del terreno mejicano: porque es el mas inmediato del rio de Guautitlan, que en efecto es el enemigo mas peligroso de la capital, y en ninguna parte son las montañas menos altas ni presentan menos masa, que al NNO. de Huehuetoca, cerca de los cerros de Nochistongo. Al examinar con atencion la tierra margosa que tendida en capas horizontales llena aquella garganta porfirítica, parece que podrias sospechase que el valle de Tenochtitlan tuvo en otro tiempo comunicacion por esta parte con el de Tula.

En el año de 1607, el virey, marques de Salinas, encargó á Enrico Martinez que emplease su arte en agotar los lagos Mejicanos. Es opinion comun en Nueva-España que este célebre ingeniero, autor del *Desagüe de Huehuetoca*, era holandés ó alemán. Su nombre indica indudablemente que descendia de alguna familia extranjería; mas con todo parece que se crió en España. El rey le habia dado el título de cosmógrafo. Existe un tratado suyo de trigonometría, impreso en Méjico, que se ha hecho ya en el dia muy raro. Enrico Martinez, Alonso Martinez, Damian Dávila, y Juan de Isla, hicieron una nivelacion general del valle cuya exactitud se vió justificada por los tra-

bajos que en 1774 hizo el sabio geómetra don Joaquin Velasquez. El cosmógrafo Enrico Martinez presentó dos proyectos de canales, el uno para agotar los tres lagos de Tezcuco, Zumpango, y San Cristobal; y el otro para solo el lago de Zumpango. Segun estos dos proyectos, el desagüe debia hacerse por la galería subterránea de Nochistongo, propuesta en 1580 por Obregon y Arciniega. Pero siendo la distancia del lago de Tezcuco al embocadero del rio de Guautitlan cerca de 32,000 metros, el gobierno prefirió limitarse al canal de Zumpango. Este canal se empezó bajo el plan de que hubiese de recibir á un mismo tiempo las aguas del lago de su nombre, y las del rio Guautitlan. Por consiguiente es falso que el desagüe, tal cual lo proyectó Martinez, fuese puramente *negativo*, esto es, dirigido solo á impedir la entrada del rio de Guautitlan en el lago de Zumpango. El brazo del canal que conducia las aguas del lago á la bóveda se cegó con las tierras aglomeradas hácia allí, y desde entonces solo sirvió el desagüe para el rio de Guautitlan, haciéndole torcer su curso. Asi, cuando el señor Mier emprendió recientemente el agotar directamente los lagos de San Cristobal y de Zumpango, apenas se acordaba nadie en Méjico que 188 años antes, se habia ejecutado esta misma obra para el primero de estos dos grandes recipientes de aguas.

La famosa bóveda subterránea de Nochistongo se empezó el dia 28 de noviembre de 1607. El virey, estando presente la audiencia, dió la primera azado-

nada. Quince mil indios estaban empleados en esta obra y asi se acabó con una celeridad extraordinaria, porque á un mismo tiempo se trabajaba en un gran número de pozos. Los desgraciados indígenas fueron tratados con la mayor dureza. Como la tierra era movediza, y de derrúbio, no fue menester para romperla sino el uso del azadon y de la pala. Al cabo de onze meses de continuo trabajo estaba concluido el socabon que tenia mas de 6600 metros (ó $1 \frac{48}{100}$ leguas comunes *) de largo y 3^m,5 metros de ancho, por 4,2 metros de alto. En el mes de diciembre de 1608 el ingeniero Martinez convidó al virey y al arzobispo á que fuesen á Huehuetoca, para ver como pasaban las aguas** del lago de Zumpango y del rio de Guautitlan por la bóveda. El virey, marques de Salinas, anduvo, segun cuenta Zepeda, mas de 2000 metros á caballo por este pasadizo subterráneo. Á la parte opuesta de la colina de Nochistongo se halla el rio de Motezuma ó de Tula que desagua en el de Panuco. Desde el extremo setentrional del Socabon, llamado la Boca de San Gregorio, habia dispuesto Martinez una reguera descubierta, la cual conducia por un trecho de 8600 metros las aguas de la bóveda al salto del rio de Tula. Desde este salto todavía tienen que bajar las aguas, segun mis medidas, hasta el golfo de Méjico, cerca de la barra de Tampico, cosa de 2153 metros, lo cual en

* De 25 al grado sexagesimal, de 4443 metros cada una.

** Las primeras aguas habian pasado ya el dia 17 de setiembre de 1608.

una longitud de 323,000 metros, da un declive medio de $6\frac{3}{5}$ metros por mil.

Un paso ó camino subterráneo, que sirve de canal de desagüe acabado en menos de un año, de 6600 metros de largo, con un claro de $10\frac{1}{2}$ metros cuadrados de perfil, es una obra hidráulica que en nuestros dias y en Europa llamaria mucho la atención de los ingenieros. Efectivamente solo desde fines de siglo XVII desde el ejemplo que dió Francisco Andreosi conduciendo el canal del mediodia por el paso de Malpas, es cuando se han hecho mas comunes estos horadamientos subterráneos. El canal que reune el Támesis con la Saverna atraviesa cerca de Sapperton, una cadena de montañas bien altas, en un trecho de mas de 4000 metros. El gran canal subterráneo de Bridgewater, que cerca de Worsley en las inmediaciones de Manchester, sirve para el trasporte del carbon de tierra, tiene, contando todas sus ramificaciones, 19,200 metros de largo, ó sean $4\frac{3}{4}$ leguas comunes. El canal de Picardía, en que se está trabajando actualmente, debia tener segun el primer proyecto un paso subterráneo y navegable de 13,700 metros de largo, 7 metros de ancho y 8 de alto.*

* *Millar and Vazic, on Channels, 1807.* El Georg-Stollen, en Hartz, galería empezada en 1777, y acabada en 1800, tiene 10,438 metros de largo, y ha costado 1,600,000 francos. Cerca de Forth, se trabaja en las minas de Ulla, á mas de 3000 metros mas abajo del nivel del mar, sin experimentar filtraciones. El canal subterráneo de Bridgewater tiene de largo un trecho igual á los dos tercios del ancho del Paso-de-Calais.

Apenas habia comenzado á correr una parte del agua del valle de Méjico hacia el océano Atlántico, cuando se empezó á criticar á Enrico Martinez por haber hecho una bóveda que ni era bastante ancha ni duradera, ni suficientemente profunda para recibir el agua de las grandes crecientes. El maestro del desagüe respondió que él habia presentado varios proyectos, pero que el gobierno habia preferido el remedio de mas pronta ejecucion. En efecto las filtraciones y la corrosion consecuente á la alternativa de humedad y sequedad, ocasionaron frecuentes derrumbamientos por lo mismo de ser la tierra tan movediza. Muy en breve hubo necesidad de sustentar el techo que está formado solo de capas alternadas de marga y de arcilla endurecida, á que llaman *Tepetate*. Por de pronto se echó mano de maderage, colocando viguetas con cornisa sobre pilares. Pero siendo poco comun en aquella parte del valle la madera resinosa, Martinez se valió de la mampostería, la cual, si se ha de juzgar por los restos que se descubren en la obra del consulado, estaba muy bien hecha; pero equivocó el principio. Porque en vez de haber revestido la galería, desde el techo hasta la reguera, de una bóveda entera cortada en elipse (como se hace en las minas siempre que se construye una galería que atraviesa por arena movediza), no habia construido sino arcos que descansaban sobre un terreno poco sólido. Asi las aguas, á las cuales se les habia dado poca caída minaron poco á poco las paredes laterales; y fueron