

# EVOLUCIÓN DE LA HIDROLOGÍA URBANA EN LA CIUDAD DE MÉXICO (1,325-2,018)

Agustín Felipe Breña Puyol<sup>1</sup> y María Francisca Naranjo Pérez de León<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica,  
Av. San Rafael Atlixco No.186, 09340, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación del Agua, Cerro del Cubilete No. 302, 04200, Ciudad de México, México.  
E-mail: bpaf@xanum.uam.mx, mfnf@yahoo.com

## Resumen

La actual Ciudad de México se encuentra situada en la Cuenca de México. Con una larga historia y siempre situándose entre las ciudades más densamente pobladas del mundo, la aplicación de la hidrología urbana ha sido esencial para su sobrevivencia. Aquí se presenta una rápida historia de como se han construido soluciones, basadas en tecnologías, desde muy sencillas e ingeniosas hasta la tecnología actual.

## Ubicación de la cuenca de México

La Cuenca de México se encuentra en el Eje Neovolcánico, a 2,240 msnm, con una superficie aproximada de 9 mil kilómetros cuadrados. Hasta el siglo XVI fue una cuenca cerrada de origen volcánico. Al ser una cuenca cerrada se formaron 2 sistemas de lagos en su interior, uno al noreste y el otro al suroeste.

Fue en este último sistema donde se fundó, dentro del lago salobre de Texcoco, la ciudad de México-Tenochtitlan en 1,325. Es una zona altamente telúrica.

## Hidrología en la ciudad de México

Nos centraremos en la hidrología de la parte sur de la Cuenca, donde se encuentra la Ciudad de México. Las lluvias son de tipo convectivo y su distribución es menor en la parte noreste, con una media de 400mm anuales. En la parte suroeste la media llega a los 1200mm anuales.

## Lago de México

El gran protagonista en esta historia fue el Lago de México, siendo un lago "viejo" era salobre, que en época de fuertes lluvias se convertía en un solo lago y en época de estiaje se formaban 5 lagos. Sobre este lago se asentó la Ciudad de México-Tenochtitlan.

Como se puede adivinar el gran problema eran las inundaciones, así como el abastecimiento de agua dulce y su drenaje. Estos problemas han subsistido, de diferente manera, hasta hoy.

## Planeación hidráulica prehispánica

El poblamiento de la cuenca empezó hace aproximadamente 23 mil años. Durante todos estos 25 mil años hubo varias ciudades que florecieron y "desaparecieron", como Teotihuacán. La característica era que todas ellas era que estaban a la orilla de los lagos y cada una dejó un legado de sus conocimientos por las obras hidráulicas que cada una construyó para su supervivencia. Una cosa es segura, el conocimiento preciso del ciclo hidrológico.

Sin este conocimiento no hubiera sido posible el fundar una ciudad dentro de un lago salobre, y por medio de obras hidráulicas se llegó a "seccionar" el lago haciéndolo apto, en ciertos lugares que ellos "escogieron", para el cultivo así como para la explotación de las salinas.

Se desarrollaron técnicas agrícolas novedosas (chinampas) y se tuvo un control sobre los escurrimientos de las montañas que rodean la ciudad así como de las aguas del lago por medio de

obras hidráulicas como lagos artificiales, calzadas-diques calzadas-acueductos, canales, pozos, ramblas y en las montañas diferentes tipos de terrazas y presas de gavión.

La Cuenca tenía varios centros de observación situados estratégicamente para poder gestionar la cuenca de una manera integral. Esta forma de gestionar la cuenca termino a la llegada de los conquistadores en 1,521.

## Época virreinal (1,521-1,821)

En 1,521 al terminar la conquista militar, las obras hidráulicas, dentro del lago, estaban casi totalmente destruidas, debido a que la conquista de México-Tenochtitlan y su ciudad gemela, Tlatelolco fueron escenario de la última parte de ella donde los bergantines entraron al lago. Las obras situadas en las montañas fueron abandonadas parcialmente y con el tiempo abandonadas definitivamente.

El resultado fueron inundaciones recurrentes, de gran duración y gran volumen, aparte de tener una insalubridad creciente. Esta situación llegó a ser tan caótica en el siglo XVII, donde la ciudad permaneció 5 años inundada por 2 metros de agua, que se tomó la decisión de abrir la cuenca para poder drenar los lagos.

Hubo varios proyectos y finalmente en 1608 se empezaron las obras de un túnel (Nochistongo) que por lo complejo de su construcción (derrumbes) y con miles de indígenas muertos, terminó siendo un tajo, hoy conocido como el Tajo de Nochistongo.

Esta obra modificó drásticamente el medio ambiente que había prevalecido en la cuenca durante milenios. La transformación de la tecnología solo agravó la situación, las inundaciones seguían y se pensó en drenar todos los lagos, terminando este proceso en el siglo XX con el drenaje de uno de los últimos grandes lagos, el Lago de Chalco.

## Época independiente (1,821-1910)

A principio del siglo XX se firmó un acuerdo para que el agua negra de la Ciudad de México fuera a irrigar una cuenca vecina conocida como Valle de Mezquital. Actualmente es la zona irrigada con aguas negras más grande del mundo.

Las inundaciones no terminaron, debido a que surgió un nuevo fenómeno, el de los hundimientos diferenciales debido a la explotación, cada vez más agresiva de los acuíferos que se encuentran bajo la Ciudad de México y su zona conurbada para fines de abastecimiento de agua potable.

La ciudad seguía creciendo. Este fenómeno hizo que el drenaje, que en un principio fue por gravedad, empezara a ser por bombeo y esto se fue ampliando. Este fenómeno también provocó y provoca el rompimiento de tuberías tanto de agua potable como de drenaje.

## Época actual (1,910-2,018)

El bombeo, cada vez fue más eficiente, aceleró los hundimientos y los daños a las redes de abastecimiento y

drenaje fueron, y son, cada vez mayores. Desde los años 40's del siglo XX se empezaron a hacer estudios para llevar agua por medio de transvases a la Ciudad de México. Primero fue el agua del Alto Lerma, en la cuenca vecina de Toluca y en los años 70's la Cuenca del Río Cutzamala (25%), con una longitud de 330 km, de canales, túneles y acueductos 7 presas y un bombeo de casi 1,100 mil metros, con 6 plantas de bombeo, con una capacidad de 20 m<sup>3</sup>/s.

Actualmente más o menos entre el 65% y 70% del abastecimiento viene de los acuíferos de la Ciudad de México y su zona conurbada que cuenta con 23 millones de personas teniendo un déficit de más o menos 10 m<sup>3</sup>/s.

Con respecto al drenaje en 1970 se construyó el Drenaje Profundo que drena por gravedad la parte centro poniente de la Ciudad de México y zona conurbada y actualmente se está construyendo un nuevo dren en el oriente de la Ciudad que se conoce como Túnel Emisor Oriente para drenar las aguas de la parte oriente de la ciudad.

## Conclusión

Las obras hidráulicas han sido esenciales para la supervivencia de la Ciudad de México, desde la época prehispánica hasta la actualidad. Las obras han variado de acuerdo con las necesidades de la población y esto ha hecho que actualmente su manejo sea sumamente complicado.

Nuevos fenómenos se fueron agregando con el tiempo, algunos debido a la tecnología y sus soluciones han tenido que ser locales. En una ciudad tan compleja las soluciones provenientes del extranjero han sido limitadas y en su mayoría poco afortunadas.

Actualmente la situación ha abierto las puertas a un nuevo fenómeno que es la mitigación como una "solución" para evitar el colapso. La Ciudad de México es, como todas las ciudades, una ciudad con características propias y muy vulnerables debido a su ubicación y condiciones físicas agravada por la gran población que habitamos en ella.

## Referencias

- Breña P. A. F. y J. A. Breña N.** (2007). "Disponibilidad del Agua en el Horizonte de México", Revista de la Academia de Ciencias, A. C., México.
- Burns, E.** (2009). "Repensar la Cuenca: La Gestión de Ciclos del Agua en el Valle de México" Universidad Autónoma Metropolitana, Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (CENTLI), México.
- CNA, Comisión Nacional del Agua** (2007). "Equilibrio hidrológico en la Cuenca del Valle de México", Dirección General de la Comisión Nacional del Agua, México.
- INEGI** (2005). "Censo General de Población y Vivienda de 2005", Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Jacobo V. M. A y E. Saborio F.** (2004). "La Gestión del Agua en México: Los Retos para el Desarrollo Sustentable". *Editorial: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de CSH y Editorial Porrúa*, México.
- Gómez R. E. et al** (2007). "Manejo Metropolitano del Agua en el Valle de México: Problemática y Perspectivas de Solución". *Foro del Agua, Universidad Autónoma Metropolitana*, México.
- Montero C. D. et al** (2009). "Innovación Tecnológica, Cultura y Gestión del Agua: Nuevos Retos del Agua en el Valle de México". *Editorial Universidad Autónoma Metropolitana y Editorial Porrúa*, México.
- Morales N. J. A. y L. Rodríguez T.** (2007). "Economía del Agua: Escasez del Agua y su Demanda Doméstica e Industrial en Áreas Urbanas", *Editorial: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco y Editorial Porrúa*, México.