

El Agua y el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, Problemas y Acciones

La Ciudad de México fundada en una zona lacustre, ha enfrentado a lo largo de su historia retos importantes para el manejo del agua, como lo representan la conformación misma de la Cuenca del Valle donde se asienta y por otra parte el enorme crecimiento de la población y de la mancha urbana, que han incrementado consistentemente la demanda del líquido, así como los caudales de aguas residuales y pluviales a desalojar por los sistemas de drenaje.

La Cuenca del Valle de México, situada al sur de la Mesa Central, tiene una superficie de 9,600 km², incluidas las cuencas tributarias de las Lagunas de Apan, Tecocomulco y Tochac. La integran porciones territoriales de cuatro entidades federativas: el Distrito Federal, el Estado de México, el Estado de Hidalgo y en menor proporción el Estado de Tlaxcala. Está delimitada por cadenas montañosas con 11 sierras, en los cuatro puntos cardinales; interiormente cruzan la Cuenca otras 5 sierras.

La gran planicie central tiene una altitud que oscila entre 2,240 m en el sur y 2,390 m en el norte, aunque en las cumbres del Popocatepetl y del Iztaccíhuatl rebasa los 5,250 m; su topografía comprende tres zonas: la zona baja, la zona de lomeríos y la zona montañosa; ocupa una porción central en la Faja Volcánica Transmexicana.

Las metamorfosis geológicas en los periodos Terciario Medio, Superior y Cuaternario, perfilaron sus formaciones estratigráficas, surgiendo en este último, importantes volcanes basálticos. Posteriormente lavas basálticas entre la Sierra Nevada y la Sierra de las Cruces, formaron la Sierra del Chichinautzin y cerraron la Cuenca, la que hasta entonces drenaba hacia la Cuenca del Río Balsas. Después se rellenó con estratos de cantos rodados, gravas, arenas, cenizas, arcillas lacustres y otras, saturándose de agua; este relleno dio origen a una extensa planicie con lagos someros formados por los escurrimientos de una diversidad de ríos caudalosos, que durante miles de años arrastraron cenizas volcánicas,

aluviones y demás materiales, que al irse sedimentando fueron formando el fondo arcilloso de los mismos; éstos fueron bautizados por los Aztecas con los nombres -enunciados de sur a norte- de Chalco, Xochimilco, Texcoco, Xaltocan y Zumpango, todos de agua dulce, con excepción del Lago de Texcoco, de agua salobre; el Lago de Chalco, dejó de existir a principios del siglo pasado. Al final de la época glacial estos lagos formaron un sólo y gran cuerpo de agua poco profundo.

Por lo que corresponde a las corrientes superficiales, por las características hidrológicas principales que éstas presentan, la Cuenca se ha dividido en once zonas hidrológicas. La mayor parte de los ríos de la Cuenca son de carácter torrencial, con avenidas de corta duración, en lo que influyen a las fuertes pendientes de las áreas en que se originan.

La Cuenca registra una precipitación media anual de 743 mm, con máximos de hasta 1,300 mm en la parte alta de la Sierra del Chichinautzin. La temporada de lluvias en la Cuenca abarca generalmente de los meses de mayo a octubre, durante la cual se precipita un 80 por ciento de toda la lluvia del año -unos 6,646 millones de metros cúbicos-. El ciclo pluvial no es favorable para el aprovechamiento de las aguas; por lo contrario propicia el escurrimiento de avenidas. El Valle de México está sujeto a fenómenos hidrometeorológicos que provocan precipitaciones intensas, ya que por su ubicación tienen influencia los huracanes y ciclones que se presentan en ambos litorales -Golfo de México y Océano Pacífico-. Tormentas de gran intensidad y corta duración son frecuentes en la región, 60 por ciento de la precipitación media anual se concentra en 3 meses. Además el crecimiento de asentamientos humanos en áreas que antiguamente formaron parte del Lago de Texcoco y de otros lagos, ha incrementado la amenaza de inundaciones en la gran Area Metropolitana de la Ciudad de México, al perderse éstos como vasos reguladores.

Las Obras Hidráulicas en la Cuenca del Valle de México

Las obras hidráulicas en la Cuenca del Valle de México inician a partir de la fundación de la Gran Tenochtitlan en 1325. Desde entonces el ingenio y el esfuerzo de sus pobladores han creado a través de la historia, complejos sistemas de acequias, diques y albarradones, presas y lagunas de regulación de caudales, calzadas y acueductos, hasta llegar a los túneles profundos, sistemas de bombeo, entre otros, con una constante preocupación por desarrollar acciones y obras que han permitido por una parte satisfacer la demanda de agua potable y por otra, el drenaje eficiente de los caudales de aguas residuales y pluviales.

Aun cuando el tema central de esta plática es el del Drenaje de la Ciudad, mencionaré brevemente algunos datos referentes al abastecimiento de agua potable, para el cual, en la Ciudad de México, se ha recurrido a través del tiempo a diferentes fuentes; inicialmente a los manantiales de la región. Cuando éstos resultaron insuficientes, se procedió a la perforación de pozos en el propio Valle de México, llegando a la sobreexplotación del acuífero subterráneo por el aumento continuo de la población y la consecuente demanda del líquido. Aun esta fuente resultó insuficiente y se debió recurrir a fuentes externas, inicialmente a la Cuenca alta del Río Lerma, a partir de los años 1940 y 1950 y en años más recientes a la Cuenca del Cutzamala.

Actualmente, el Area Metropolitana de la Ciudad de México, con más de 18 millones de habitantes, se abastece con un caudal de 60,600 lt/s, del cual 46 m³/s (75.9%) provienen de fuentes subterráneas y 14.6 m³/s (24.1%) de fuentes superficiales, como el Sistema Cutzamala y algunos manantiales. A la fecha, el nivel de sobreexplotación del acuífero es del 35%. Para atender los requerimientos de agua potable de los habitantes del Distrito Federal -8.7 millones-, se suministra un caudal medio de 33,000 litros por segundo.

La demanda de agua en la Ciudad continúa creciendo; la última aportación de caudales se recibió en enero de 1995 y el proyecto de Temascaltepec, como última etapa de abastecimiento del Sistema Cutzamala, prácticamente ha quedado descartado por razones de tipo sociopolítico.

Ante esa situación, el Gobierno del Distrito Federal trabaja en una estrategia para el abastecimiento de agua basada en el mejor aprovechamiento del recurso a nivel usuario, en el mantenimiento de la infraestructura para evitar fugas y desperdicios, así como en la construcción de nuevas obras que mejoren la captación y distribución de los volúmenes del agua. La determinación es la de racionalizar el manejo y el uso del agua con la que ya se cuenta.

Entre los principales Programas que se desarrollan para el mejoramiento del servicio están el de Sectorización de Redes de agua potable, con macromedidores y el de Detección y Supresión de Fugas, para disminuir las pérdidas de agua por fugas en las redes y rescatar del desperdicio caudales adicionales para ponerlos de inmediato al servicio de la población. Con equipo de avanzada tecnología, se detectan -por sonido- fugas en la red de agua potable, suprimiéndolas con el procedimiento de introdeslizamiento, que sin necesidad de excavar a lo largo de toda la calle va desintegrando la vieja tubería dañada y reponiéndola con tubería nueva, de polietileno altamente resistente.

Otro programa importante es el de Rehabilitación de Pozos y Reparación de sus Equipos Electromecánicos. Con estos dos programas, en los últimos siete años se han puesto a disposición de la población más de 6,000 lt/s adicionales de agua potable y se han rehabilitado alrededor de 1,500 kilómetros de redes.

El Distrito Federal tiene un déficit cercano a los 3,000 lt/s para satisfacer plenamente a la población ya establecida; en el área conurbada de la Ciudad de México hacen falta entre 6,000 y 8,000 lt/s adicionales.

Las grandes obras emprendidas para abastecer de agua potable a la Ciudad, tienen muy altos y crecientes costos y resultan insuficientes para atender las demandas de un significativo número de habitantes, principalmente de la zona oriente, más aún cuando se han continuado extendiendo los asentamientos, especialmente en los municipios conurbados.

Drenaje y Desagüe Pluvial

En lo relativo al drenaje y al desagüe pluvial, han sido desarrolladas a través de la historia de la región, obras para el desalojo de los caudales de las aguas residuales y de las aguas pluviales. Entre 1440 y 1450 Nezahualcóyotl, Rey de Texcoco, Ingeniero, Arquitecto, Urbanista y además Poeta, diseñó y dirigió la construcción de un albarradón de 16 kilómetros de longitud y cuatro metros de ancho, para proteger a la Gran Tenochtitlan del azote de las inundaciones y para separar las aguas dulces provenientes de Xochimilco y Chalco, de las aguas saladas de Texcoco.

El albarradón estaba hecho de piedra y rodeado de hileras de estacas entrelazadas; a trechos había aberturas para el paso de las canoas y para la regulación de las aguas, Cuando subía el nivel del Lago de Texcoco durante la estación de lluvias, se cerraban las compuertas y en la temporada de secas se abría y se dejaba entrar agua de los lagos de Chalco y Xochimilco.

La eficacia de esta obra quedó patente en el hecho de que durante los siguientes 103 años no ocurrió una nueva inundación en la Ciudad. Sin embargo, al iniciarse la conquista, durante el asedio a la Ciudad por Hernán Cortés en 1521, se abrieron varios boquetes en el albarradón para permitir el paso de las embarcaciones españolas. Treinta y cuatro años más tarde, en 1555 se construyó el albarradón de San Lázaro y se hizo un primer proyecto para el desagüe del Valle de México.

Fue hasta 1608, en que el Ingeniero y Cosmógrafo Enrico Martínez construyó en Nochistongo, cerca de Huehuetoca, la primera salida artificial de la Cuenca, un túnel o socavón de 13 km de longitud, perforando las montañas para desalojar las aguas y verterlas en el Río Tula, obra terminada 150 años después como el Tajo de Nochistongo.

En 1803 y 1804 Humboldt evaluó esas obras hidráulicas y concluyó que había que completar el plan de Enrico Martínez para drenar el Valle con un gran canal de desagüe. Esta idea pudo concretarse con la construcción del Primer Túnel de Tequixquiac, iniciado en 1865 y la del Gran Canal del Desagüe, de 47 km de longitud, construido con su plantilla a cinco metros abajo del nivel medio de la Ciudad, para conducir sus aguas por gravedad por ese túnel; ambos fueron puestos en operación en marzo de 1900 y aún están en funcionamiento.

En 1930 se terminó la primera red de drenaje por gravedad, con un sistema de tuberías que descargaban al Gran Canal y al Lago de Texcoco; sin embargo, estas obras fueron insuficientes debido al crecimiento demográfico y la expansión urbana, además de los problemas del hundimiento del suelo cada vez más acelerado, ocasionado por la sobreexplotación de los mantos acuíferos, que deterioró el sistema y disminuyó su capacidad para desalojar las aguas del Valle, lo que motivó la ampliación del Gran Canal y la construcción del Segundo Túnel de Tequixquiac, inaugurado en 1952.

En la primera mitad del siglo XX, al aumentar la demanda de agua, se inició la perforación de pozos profundos con el consecuente incremento en el problema de hundimientos del suelo. Como resultado, el drenaje proyectado para trabajar por gravedad requirió de bombeo para depositar las aguas en el Lago de Texcoco y para elevarlas hasta el nivel del Gran Canal, aumentando también los costos de operación y mantenimiento. A partir de la década de los años veinte se realizó la construcción del Sistema de Presas del Poniente y desde 1961 la del Interceptor del Poniente, el que tiene una longitud de 16.5 km, para recibir las descargas de caudales de dichas presas, que son conducidos por el Emisor del Poniente con longitud de 32.3 km, al Tajo de Nochistongo.

No obstante, el enorme crecimiento de la población, de la mancha urbana y el fuerte incremento en los hundimientos del suelo, hicieron insuficiente la capacidad de drenaje del Gran Canal y del Emisor del Poniente. Era necesario un sistema de drenaje que no fuera afectado por los asentamientos del suelo y que sin necesidad de bombas expulsara las aguas. En 1967 fue iniciada la construcción de una magna obra, de las más trascendentes de la ingeniería mexicana en los últimos años: el Sistema de Drenaje Profundo, singular obra a nivel internacional por las características del suelo de la Ciudad de México dentro del cual se ubica y por su capacidad de conducción y que además de contribuir a la seguridad de la Capital, se ha convertido en un modelo de tecnología urbana. El Sistema de Drenaje Profundo constituye la tercera salida artificial con que cuenta el Valle de México y la principal estructura para desalojar los caudales generados en las temporadas de lluvias.

Actualmente, la Ciudad de México cuenta con un sistema de Drenaje de gran magnitud y complejidad, sistema de tipo combinado que capta las aguas residuales domésticas e industriales, además de los escurrimientos generados por las lluvias. Su estructura comprende 10,240 km de tubería de redes secundarias y 2,087 km de redes primarias, 144 km de colectores marginales, 178 plantas de bombeo, canales a cielo abierto, ríos entubados, presas de almacenamiento y lagunas de regulación y continúa en el sistema general de desagüe y en el Drenaje Profundo, actualmente columna vertebral del sistema, hasta desembocar en la parte alta de la Cuenca del Río Pánuco y posteriormente al Golfo de México.

Las tres salidas del Valle de México para el desalojo de Aguas Residuales y de Aguas Pluviales

En síntesis, el Sistema de Drenaje y Desagüe de la Cuenca del Valle de México está conformado por tres grandes sistemas de conductos hidráulicos estratégicamente ubicados, que drenan en dirección sensiblemente de sur a norte y constituyen las tres únicas salidas para desalojar los caudales de aguas residuales y de aguas pluviales fuera del Valle, protegiendo a la Ciudad del riesgo de inundaciones; estas salidas son el Interceptor-Emisor del Poniente, por el Tajo de Nochistongo; el Gran Canal del Desagüe, por los túneles de Tequixquiac I y II y el Emisor Central del Sistema de Drenaje Profundo, al Río de El Salto.

1. El Interceptor-Emisor del Poniente recibe los escurrimientos de las barrancas ubicadas en el sur poniente del Valle de México, previamente regulados en el Sistema de Presas del Poniente, sistema interconectado, integrado por 36 presas, 18 en el Estado de México y 18 en el Distrito Federal, estas últimas con una capacidad total de regulación de 3.1 millones de metros cúbicos, que captan y regulan los escurrimientos de los Ríos de la Serranía del Poniente. El Interceptor del Poniente, túnel de 4 m de diámetro y 12.4 km de longitud, inicia en la Ciudad Universitaria y descarga en la Planta de Bombeo Río Hondo y ésta en el Río del mismo nombre hacia el vaso regulador del Cristo donde nuevamente se regulan las avenidas y en las tormentas fuertes desfoga en el Emisor del Poniente, el que en su recorrido recibe las aguas de los Ríos Tlalnepantla, San Javier, Cuautitlán, Tepotzotlán y

otros menos caudalosos, hasta llegar a la Derivadora Santo Tomás, donde nuevamente se pueden regular las avenidas en la Laguna de Zumpango o descargar hacia el Tajo de Nochistongo e incorporarse al Río de El Salto, para posteriormente descargar sus aguas al Río Tula y a la Presa Endho para su distribución al riego.

2. El Gran Canal del Desagüe inicia en Lecumberri, cerca del centro de la Ciudad y en su trayecto recibe las aportaciones de las zonas norte, centro y nororiente por la red de atarjeas, colectores y emisores, previo paso por las Plantas de Bombeo de la Ciudad.

En su recorrido (km 9+450) se incorpora el Río de los Remedios con las aguas provenientes de la zona poniente de la Ciudad de México y las excedencias de los Ríos Tlalnepantla y San Javier y las aguas municipales de Tlalnepantla, Naucalpan, Ecatepec y Nezahualcóyotl.

También se incorpora en el Km 18+500 el Canal de la Draga, que conduce los caudales de los Ríos de la Compañía y Churubusco, por conducto del Dren General del Valle.

El Gran Canal del Desagüe continúa su trayecto a través del Valle de Cuautitlán; en su recorrido recibe aportaciones de los municipios ubicados en sus márgenes; también hay extracciones de caudales que se utilizan en riego agrícola, en ambas márgenes del Gran Canal, principalmente en el Distrito de Riego 088 Chiconautla y en unidades diversas de Desarrollo Rural, que en conjunto ocupan una extensión de unas 7,300 ha; las aguas del Gran Canal fluyen por los túneles de Tequixquiac, en Zumpango, para posteriormente incorporarse al Río Salado para su distribución a zonas de riego, como los Distritos 03 Tula y 100 Alfajayucan en el Estado de Hidalgo.

3. El Sistema de Drenaje Profundo actualmente con 166 km en operación, construido para desfogar los caudales pluviales fuera del Valle de México, es la tercera salida de agua. En 1975 se terminó su primera etapa con la construcción del túnel del Emisor Central, de 6.50 m de diámetro y 50 km de longitud y con lumbreras con profundidades que van de 25 hasta 220 m y a partir de entonces fue aumentando su longitud con la construcción hacia aguas arriba de los seis interceptores que forman parte de este Sistema, con diámetros que van de 3 m a 5 m y profundidades de 20 m a 48 m, que drenan diversas zonas de la Ciudad de sur a norte para descargar en la Lumbrera 0 del Emisor, en el límite de la Delegación Gustavo A. Madero, Distrito Federal, con el Municipio de Tlalnepantla, Estado de México y a través del portal de salida verter sus caudales en el Río de El Salto, fuera del Valle de México en la parte alta de la Cuenca del Río Pánuco. En 1997, el Drenaje Profundo había alcanzado una longitud de 153 km de túneles en operación; de 1998 al año 2000 se amplió este Sistema, al poner en servicio 12 km y en el 2004 se construyó y puso en operación un kilómetro del interceptor Canal Nacional – Canal de Chalco, en el sur de la Ciudad.

Los seis interceptores, de poniente a oriente son:

El Interceptor Centro Poniente que inicia en el Periférico y Constituyentes, para el alivio del Interceptor del Poniente; capta los colectores de las Delegaciones Azcapotzalco y Benito Juárez y la obra de toma del Río de los Remedios. Antes de incorporarse al Emisor Central capta las descargas del Interceptor del Municipio de Tlalnepantla.

El Interceptor Central que inicia en la colonia Narvarte y que capta los colectores del centro de la Ciudad, del Río de la Piedad y los del Interceptor Centro-Centro en su trayecto a la Lumbrera 0 del Emisor Central en Tenayuca, Estado de México, inmediato a los límites con el Distrito Federal.

El Interceptor Oriente inicia en el sur oriente de la Ciudad captando las aguas de los colectores de la red de drenaje de las zonas Sur y Oriente, además de las tomas del Río Churubusco y del Interceptor Oriente-Oriente, para posteriormente captar las aguas del Interceptor Gran Canal, construido a partir de 1999 y puesto en operación en el año 2000; túnel a 20 m de profundidad, de 1,000 m de longitud, 3.10 m de diámetro y con capacidad para desalojar 35,000 lt/seg, con el cual se garantiza el desagüe del Centro Histórico por gravedad, sin necesidad de equipos de bombeo y eliminando el riesgo de inundación que durante años existió en esa zona de la Ciudad. Continuando su trayecto, el Interceptor Oriente capta las aguas de la toma del Gran Canal y antes de llegar a la Lumbrera 0 recibe las aguas de los Ríos San Javier y del Río Tlalnepantla.

El Interceptor Oriente-Oriente capta las aguas de los colectores de las zonas más bajas de la Ciudad y en el trayecto las del Río Churubusco, rumbo hacia el Interceptor Oriente.

Estos Interceptores descargan sus caudales en el Emisor Central, que parte de la Lumbrera 0 en Tenayuca, cruza la Sierra Tezontlalpan y desfoga en el Río de El Salto, en el Municipio de Atotonilco, del Estado de Hidalgo.

Aunque esta magna obra de la ingeniería de túneles se construyó en su momento para que solucionara en forma definitiva el desalojo de aguas pluviales del Distrito Federal, en la práctica no ha sido así. El crecimiento anárquico de los asentamientos humanos, propiciado y aprovechado por el capital especulativo, sin considerar los limitantes para las soluciones de los servicios básicos, aunado a la gran concentración urbana que ha rebasado un tamaño racional, ha deteriorado el medio ambiente y provocado la pérdida del equilibrio hidrológico, forrando la Cuenca y cubriendo con casas y asfalto laderas y valle, incluyendo zonas de recarga natural del acuífero, lo que provoca escurrimientos cada vez mayores y en consecuencia ha incrementado los caudales a drenar, que en menor tiempo

saturan los conductos del drenaje y del desagüe de la Ciudad, incluyendo el Drenaje Profundo, lo que aumenta los riesgos de inundación. Areas que en el pasado eran zonas boscosas, actualmente son fraccionamientos cuyas vialidades se han convertido en verdaderos toboganes para los caudales de lluvias, como sucede en las zonas altas del poniente. Por otra parte, existen asentamientos humanos en diversas zonas bajas de la Ciudad, que siguen siendo reconocidas como vasos reguladores por el agua de lluvia.

Acciones más recientes para la prevención de inundaciones en la Ciudad

El problema del drenaje persiste e incluso ha aumentado en función de la irracionalidad con que sigue creciendo la Ciudad, esto aunado a la pérdida de capacidad de algunos componentes del Sistema de Drenaje de la Ciudad, agrava el problema.

Entre las acciones más recientes realizadas para la seguridad de la Ciudad contra los riesgos de inundación, está la construcción de dos grandes plantas de bombeo de aguas residuales y de aguas pluviales, con lo cual el Gobierno del Distrito Federal ha rehabilitado entre los años 2001 y 2002, dos de las tres salidas de agua con que cuenta el Valle de México, incrementando en más del 30% la capacidad de desalojo de estos caudales y en la misma proporción, el coeficiente de seguridad contra inundaciones.

La primera de ellas, la Planta de Bombeo Gran Canal, ubicada en el kilómetro 18+500 del Gran Canal del Desagüe, en el Municipio de Ecatepec, Estado de México, con capacidad instalada de 42 m³/s.

El Gran Canal del Desagüe llegó a tener una capacidad máxima de 90 m³/s; sin embargo, debido al hundimiento de la Ciudad, como consecuencia de la extracción de agua -hundimiento de casi 9 metros en su parte central durante el siglo pasado-, el Gran Canal se encuentra 4 m arriba del nivel medio de la Ciudad y ha perdido su pendiente original en sus primeros 18 km, en el tramo que corre por la zona urbana del Area Metropolitana. En septiembre del 2002 tenía una

capacidad de conducción inferior a 7 m³/s, complicando la operación de los sistemas de drenaje y desagüe de la Ciudad, colocando a ésta en riesgo creciente de inundación.

Con la construcción de la Planta de Bombeo Gran Canal, se ha aumentado la capacidad de desalojo del Gran Canal del Desagüe, de 7 a 42 m³/s, recuperando parcialmente la capacidad disminuida por la pérdida de pendiente de este conducto, siendo ésta la primera de una serie de Plantas a construirse en forma escalonada. El presupuesto original de la obra fue de 250 millones de pesos, con un costo final de 230 millones de pesos.

La otra obra, la Planta de Bombeo Río Hondo, permite operar el Interceptor del Poniente de manera efectiva, con una capacidad instalada 24 m³/s. El Interceptor del Poniente confrontó la circunstancia de que su nivel de descarga no le permitió desfogar libremente al cauce del Río Hondo; esto es, tuvo una descarga “ahogada”, topando en parte con el material del lecho del cauce. Esta situación limitó en forma importante su eficiencia, funcionando a sólo una limitada capacidad; pero además, los caudales en época de lluvias, al no tener una descarga libre reducían su velocidad y con ello el material de acarreo se depositaba dentro del túnel azolvándolo, dejando una reducida área hidráulica libre. Intensas labores de desazolve debían realizarse año con año a lo largo del conducto para mantenerlo en servicio; en 1991-1992 el Gobierno de la República construyó un pequeño cárcamo de bombeo, con capacidad de 2 m³/s, a todas luces limitado.

Con la notable reducción en las capacidades de conducción del Gran Canal del Desagüe y del Interceptor del Poniente fue necesario operar, al menos durante los últimos 12 años, descargando en diversas lumbreras del Sistema de Drenaje Profundo aquellos caudales que no podían fluir por las otras descargas ya mencionadas, saturándolo.

Se tomó la determinación de construir además de la Planta Gran Canal, la Planta de Bombeo Río Hondo, para permitir la descarga libre del Interceptor del Poniente a una lumbrera de rejillas y a un cárcamo de bombeo en la margen derecha del Río del mismo nombre.

La Planta fue construida exclusivamente en zona federal, en una superficie de 2,311.30 m² con un edificio vertical de 36 m de altura, de planta circular, con diámetro de 15.30 m y una superficie total construida de 735.4 m², incluida la del cárcamo de bombeo. Tiene una capacidad instalada de 24 m³/s. El presupuesto original de la obra fue de 150 millones de pesos, con un costo final de 145 millones de pesos.

La puesta en operación de la Planta de Bombeo Río Hondo y de la Planta de Bombeo Gran Canal km 18+500, una vez concluida la temporada de lluvias y con la previa instalación de mecanismos de compuertas, permite además el libramiento del Drenaje Profundo en época de estiaje para inspección directa de su estado físico y su mantenimiento, lo cual no había podido realizarse desde hace más de 13 años, especialmente del túnel del Emisor Central a lo largo de sus 50 km, para determinar y llevar a cabo las reparaciones y la rehabilitación que sean necesarias, a fin de garantizar su segura operación. De esta forma, el Gran Canal del Desagüe será nuevamente el principal conducto de desfogue del Valle en temporada de estiaje.

La capacidad de conducción del Drenaje Profundo es de alrededor de 200 m³/s, sin embargo en los últimos años se ha observado una reducción de conducción hasta los 160 m³/s, lo que hizo suponer en su momento la existencia de una obstrucción, ocasionada por posibles fragmentos caídos del propio túnel o por el azolvamiento causado por la falta de mantenimiento.

A partir de mayo del 2005 se realizaron trabajos de prueba en diversas lumbreras del Emisor Central del Drenaje Profundo, con el objetivo de conocer las condiciones físicas actuales del mismo. La revisión con cámara de video fue iniciada con el cierre de las dos principales aportaciones al Emisor y la realización de pruebas de descenso en el túnel a una profundidad de 145 m, tanto en la Lumbrera 3 como en la Lumbrera 4.

En noviembre del mismo año se efectuaron nuevos trabajos de inmersión en las Lumbreras 19 y 21, las que tienen profundidades de 70 a 200 m, en las cuales se introdujo personal operativo y de buceo del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, así como una lancha en la que se instalaron cinco cámaras de video para inspeccionar el túnel. El personal de buceo no se sumergió en el drenaje; su trabajo consistió en descender a través de la lumbrera, dentro de una canastilla, hasta donde se encuentra el caudal y una vez ahí, se soltó la lancha, que se desplazó hasta la siguiente lumbrera grabando en las cámaras el interior del túnel.

De las inspecciones realizadas en 2005 y en este año, con la información y las imágenes obtenidas, se puede asegurar que el Emisor Central del Drenaje Profundo se encuentra en condiciones satisfactorias de funcionamiento, ya que no se detectó ningún agrietamiento o fracturas en las paredes de concreto y menos aún sedimentos que pudieran poner en riesgo la infraestructura, además de que no existen niveles de agua en su interior que denoten una obstrucción mayor a lo largo del mismo que provocara un estancamiento de la corriente; se encontró también en lumbreras sucesivas una corriente continua, con niveles semejantes entre las diversas lumbreras en las que se efectuaron las observaciones; asimismo, la velocidad a la que circula el agua residual negra desalojada es adecuada, ya que con un tirante de aproximadamente 70 cm, se midieron velocidades del caudal hasta de 2 m/s; con esta velocidad se puede garantizar que no hay sedimentación de partículas como limos o gravas.

En la Secretaría de Obras y Servicios, consideramos a las Plantas de Bombeo Gran Canal Km 18+500 y la de Río Hondo, construidas en 2001 - 2002, las obras de mayor importancia llevadas a cabo en la administración actual del Gobierno del Distrito Federal, al significar un incremento en los coeficientes de seguridad contra el riesgo de inundaciones en la gran Area Metropolitana de la Ciudad de México, asentada en la parte plana del Valle de México.

Aunado a estas grandes plantas, se desarrollan programas permanentes de desazolve de presas, lagunas de regulación, ríos, barrancas y canales y de limpieza de las redes de drenaje, los cuales requieren necesariamente de un programa de mantenimiento preventivo permanente para conservarlos en condiciones operativas aceptables, consistentes en retirar el azolve acumulado, producto del arrastre de basura, materiales, animales muertos, llantas, entre otros, que se alojan en el drenaje y originan obstrucciones, causando la baja conducción de agua residual y ocasionando remansos, que ante un evento extraordinario de lluvia podrían provocar inundaciones en la Ciudad.

El desazolve de las 18 presas del poniente y de las 10 lagunas de regulación del oriente y 3 del sur de la Ciudad de México, tiene como objetivo recuperar la capacidad de regulación de los escurrimientos que se generan por las lluvias intensas; en los ocho años anteriores a esta fecha, de 1998 a diciembre del 2005, se extrajeron 3'924,000 m³ de azolve. Por otra parte, la limpieza de los 12,000 kilómetros de la red de drenaje, permite restituirle la capacidad de flujo de escurrimientos de la zona urbana; para ejecutar estos trabajos, el Gobierno del Distrito Federal cuenta con 60 equipos hidroneumáticos y 63 brigadas de trabajadores.

En este punto, hago la observación que a partir del 1° de enero del 2003, por Decreto publicado en la Gaceta Oficial del Gobierno del Distrito Federal, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y la Comisión de Aguas del Distrito Federal, dependientes de la Secretaría de Obras y Servicios hasta el 31 de diciembre del 2002, se integraron en el organismo público desconcentrado Sistema de Aguas de la Ciudad de México, sectorizado en la Secretaría del Medio Ambiente, del Gobierno del Distrito Federal y dentro del cual, el titular de la Secretaría de Obras y Servicios es integrante de su Consejo de Gobierno. Este organismo es actualmente el encargado de dotar a los habitantes del Distrito Federal de los servicios de agua potable, de llevar a cabo los trabajos para el drenaje y el desagüe pluvial, así como aquellos encaminados al tratamiento y reutilización de aguas residuales.

Coordinación Metropolitana en Materia Hidráulica

Actualmente en el Area Metropolitana del Valle de México existen dos mecanismos de coordinación en materia hidráulica: la Comisión de Agua y Drenaje del Area Metropolitana y el Fideicomiso 1928-Para apoyar el Saneamiento del Valle de México, con temática semejante y complementaria, lo que ha permitido el análisis de la problemática y sus causas, la expresión de puntos de vista y posiciones, así como el intercambio de información, con relación a la necesidad de racionalizar tanto el manejo hidráulico como el desarrollo metropolitano, habida cuenta de las dimensiones de la gran Ciudad y de las condiciones derivadas de décadas de desorden en el crecimiento urbano. El crecimiento acelerado del Area Metropolitana de la Ciudad de México y los consiguientes riesgos y carencias que ésta enfrenta en materia de agua potable y de drenaje, así como la construcción, uso y operación compartida de diversas obras de infraestructura hidráulica, determinan la creciente necesidad de una más estrecha coordinación metropolitana en materia de políticas hidráulicas y de desarrollo urbano congruentes.

La Comisión de Agua y Drenaje del Area Metropolitana (CADAM) constituye el órgano formal para la coordinación en materia hidráulica, entre la Federación (Comisión Nacional del Agua), el Estado de México y el Distrito Federal. El Gobierno del Distrito Federal presidió este organismo por dos años, hasta junio del 2001 en que fue transferida para su coordinación a la Comisión Nacional del Agua.

El Fideicomiso 1928-Para apoyar el Saneamiento del Valle de México, tiene como propósito asumir de manera coordinada entre la Comisión Nacional del Agua, el Gobierno del Estado de México y el del Distrito Federal, la administración de los proyectos de drenaje y de saneamiento de la Zona Metropolitana del Valle de México, conviniendo créditos con organismos financieros internacionales. Tiene asimismo a su cargo la elaboración de los proyectos de abastecimiento de agua potable, de drenaje y de plantas de tratamiento para la descarga de aguas residuales.

Aun cuando los créditos gestionados hasta el año de 1997, antes de la primera administración del gobierno democrático del Distrito Federal, para las obras de Drenaje y Saneamiento han sido ya cancelados ante las agencias financieras -Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Japan Bank for International Cooperation (JBIC)-, el propósito de los gobiernos de las entidades metropolitanas y del Gobierno Federal, es llevar a cabo estas obras, otorgando prioridad sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales, a las obras para el drenaje y desagüe pluvial, dentro de las que destacan un segundo Emisor Central, paralelo al ya existente. El paquete de obras considera las del Túnel Río de los Remedios; Túnel Dren General del Valle; las lagunas de regulación El Fusible y Casa Colorada; la planta de bombeo Casa Colorada; así como las rectificaciones del Canal del Emisor del Poniente, Dren General del Valle y Río de los Remedios; éstas dos últimas ya iniciadas

Hacia un Desarrollo Sustentable

En la Ciudad de México debemos estar conscientes de las características de la región en la que vivimos; los hechos recientes ocurridos con el huracán Katrina, en el estado de Louisiana en Estados Unidos no sólo revelaron otra prueba de la fuerza de la naturaleza, sino también los costos de decisiones políticas al ignorar un desastre anunciado desde hacía tiempo; años antes de que el huracán se estrellara contra la costa, expertos y funcionarios de Louisiana, Mississippi y Alabama habían advertido de su vulnerabilidad ante esta clase de fenómenos naturales. La magnitud del desastre tuvo que ver con un problema de largo plazo: el desarrollo urbano de esta región de la costa del Golfo de México y con uno de corto plazo: la decisión de reducir inversiones en mantenimiento y apoyo para el control de desastres naturales, desviando esos fondos a otros programas.

Al mismo tiempo y como acontece en muchas ciudades, el desarrollo urbano estuvo enmarcado en el esquema de que los habitantes podían imponer su voluntad sobre las condiciones naturales de las aguas del río Mississippi y del Golfo de México, al establecer todo tipo de canales y mecanismos para contener los flujos. No sólo fracasó toda esta ingeniería,

sino que funcionó en contra de los residentes, ya que el agua estuvo contenida dentro de Nueva Orleans por las mismas estructuras que antes la protegían; cuando se fracturan éstas, Nueva Orleans pasa a formar parte del Golfo de México, sujeto a sus mareas y corrientes.

Una prueba más cercana a México respecto de las terribles consecuencias de los fenómenos naturales cuando se altera el equilibrio ecológico, es el desastre ocurrido el año pasado en el sureste de nuestro país; los estados de Guerrero, Oaxaca y en mayor proporción los estados de Veracruz y Chiapas, fueron impactados por el huracán Stan, cuyas aguas y fuertes vientos desbordaron más de 50 ríos, destruyendo puentes, carreteras, viviendas y toda la infraestructura construida en zonas bajas y en los cauces de los ríos, cuyas aguas caudalosas arrastraron todo el material producto de la erosión de zonas deforestadas irracionalmente. De igual forma en la Península de Yucatán, en la devastación provocada por el huracán Wilma, fue determinante la invasión de zonas costeras con grandes construcciones turísticas.

Las millonarias inversiones en construcción de infraestructura, diques, muros de protección contra mareas, sistemas de bombeo de agua y tecnologías satelitales, ofrecen lo que se supone es un margen de seguridad para salvar vidas, pero no obstante esas inversiones en tecnología e ingeniería modernas llevadas a cabo en todo el mundo, prevalece una situación alarmante, como lo revelan los casos recientes de desastres en Louisiana y más recientemente en el sureste de México. El desarrollo anárquico de las ciudades invadiendo irracionalmente zonas naturales, las hace cada vez más vulnerables a fenómenos como inundaciones, erupciones volcánicas, huracanes y terremotos, eventos contra los cuales nuestras únicas armas son la prevención a través del respeto a la naturaleza, el mantenimiento sistemático a la infraestructura, el riguroso cumplimiento a la normatividad relativa, misma que es fruto del conocimiento y de las experiencias acumuladas y de forma determinante, la conciencia de los estudiantes, de los profesionales y de la población en general acerca de su papel para el cuidado y la protección de sus ciudades.

En la Ciudad de México han sido realizados grandes esfuerzos a través de generaciones, para garantizar tanto el abastecimiento de agua como el desalojo efectivo de las aguas residuales y de las aguas pluviales del Valle de México. Por las condiciones hidrometeorológicas de la Cuenca y tomando en cuenta el acelerado incremento de la demanda de agua por el incontrolado crecimiento de los asentamientos humanos en el Valle de México y específicamente en el Area Metropolitana de la Ciudad de México, se presenta la paradoja de que durante la época de estiaje crece el déficit para el abastecimiento de agua potable a la población (falta agua); por contraparte, durante la temporada de lluvias precisa desaguar los caudales extraordinarios provocados por las lluvias torrenciales (sobra agua).

Por lógica debieran conservarse los excedentes de la temporada de lluvias para usarlos en la época de secas como sucede en muchas otras cuencas hidrológicas, mediante su almacenamiento en vasos de grandes presas, para fines múltiples. Sin embargo, la Cuenca del Valle de México, por sus características geomorfológicas, en sus zonas montañosas con fuertes pendientes, no cuenta con sitios idóneos para este fin. Los más convenientes han sido ya utilizados, especialmente a lo largo de la Serranía del Poniente, con pequeñas presas de almacenamiento, en número de 36, para regulación de caudales que evitan que los cauces de los ríos -muchos ya entubados- puedan provocar inundaciones en la planicie, que hoy en día está cubierta con la Gran Ciudad.

Entre los vasos de las presas más importantes se encuentran las del Río Mixcoac, Río Tacubaya, Río San Joaquín, Madín, Lago de Guadalupe, La Concepción en Río Hondo de Tepotzotlán y otras obras, como los vasos reguladores del Cristo, Fresnos y Carretas en la misma zona poniente.

Además funcionan otras lagunas de regulación artificialmente formadas a base de bordos, principalmente en Iztapalapa, en el oriente del Distrito Federal, también para regulación horaria de los fuertes escurrimientos, que permiten controlarlos previamente a su descarga a las obras hidráulicas de desagüe con las que se ha dotado al Area Metropolitana de la Ciudad de México, para salvaguardarla.

Areas naturales que debieron preservarse para fines de regulación hidráulica han sido irracionalmente invadidas con asentamientos humanos, como son los casos del Lago de Texcoco que alberga a Ciudad Nezahualcóyotl y el Lago de Chalco que ahora se ocupa con la población del Valle de Chalco Solidaridad, entre otros.

El agua es vida y es calidad de vida; es el instrumento fundamental para orientar el desarrollo. El Gobierno del Distrito Federal ha establecido políticas para ordenar el crecimiento, esto es, tornarlo en un desarrollo sustentable. Existen sin embargo situaciones contrastantes. En los municipios conurbados se construyen más de 50,000 viviendas anuales. Es clara la necesidad de homologar políticas para el desarrollo metropolitano; dependemos y compartimos las mismas fuentes de abastecimiento de agua y los mismos sistemas para el desalojo de las aguas residuales y de las aguas pluviales.

Es imprescindible aplicar un principio de racionalidad a partir de la consideración del recurso hidráulico en el desarrollo urbano, replanteando el cumplimiento de las disposiciones normativas para la protección y desarrollo tanto de las áreas de conservación para la recarga del Acuífero, como el respeto a las superficies destinadas a la regulación de escurrimientos extraordinarios; racionalidad en el manejo responsable del sistema hidrológico de la Cuenca del Valle de México, en el tratamiento de caudales para su reutilización y la recarga del acuífero y en el uso eficiente del recurso por parte de los usuarios.

Para recuperar el equilibrio ambiental de la Cuenca y con ello el de sus sistemas hidráulicos, es imprescindible detener el crecimiento desordenado de la Ciudad de México y reforzar las políticas de desarrollo urbano con las entidades vecinas, con una auténtica visión metropolitana hacia un desarrollo sustentable de la región; de lo contrario, esfuerzos e inversiones serán cada vez mayores, con resultados cada vez más limitados en términos de seguridad y calidad de vida para los habitantes. Corresponde a las autoridades municipales exigir a los desarrolladores inmobiliarios y promotores de vivienda, condicionar el otorgamiento de las licencias de construcción a que se cuente con el equipamiento urbano completo, especialmente fuentes y redes de agua potable, alcantarillado, desagüe pluvial, cárcamos y plantas de bombeo, entre otros. En la tarea de propiciar un desarrollo sustentable de la región estamos involucrados y tenemos responsabilidad todos los que habitamos en ella y de todos los sectores; independientemente de la posición que tengamos, podemos y debemos influir y actuar concertadamente para lograr el manejo y uso racional de los recursos -empezando con el agua-, con los que ésta aún rica zona del país cuenta. Es una responsabilidad para con las actuales y futuras generaciones.

Hemos de celebrar que se ha establecido una efectiva coordinación entre el Gobierno del Estado de México y el del Distrito Federal, habiéndose constituido un Fondo Metropolitano con asignación inicial de recursos presupuestales por 1,000 millones de pesos, dispuesto por el Presidente de la República, para obras metropolitanas prioritarias.

No obstante la voluntad política y las decisiones tomadas por diversas administraciones a lo largo de la historia de la Ciudad de México para protegerla y preservarla, sigue habiendo acciones, algunas ilegales, otras legalizadas pero no legítimas que atentan contra ella. La situación de la Ciudad de México y de otras ciudades del mundo hace imperativo un compromiso de ética en el que profesionales y futuros profesionales, arquitectos, urbanistas, ingenieros, técnicos constructores, deberemos tener siempre presente en dónde vivimos, qué riesgos tenemos y la importancia de respetar las áreas de protección ecológica, las áreas de recarga de acuíferos, las zonas federales, evitar la construcción de conjuntos habitacionales en barrancas y zonas de riesgo y en general inscribir la planeación y ejecución de acciones siempre en un contexto de Desarrollo Sustentable de nuestras ciudades y regiones.

Agradezco al Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México, la invitación a dar esta plática en la que he tenido la oportunidad de presentar de manera objetiva, una visión global de lo realizado en la Ciudad de México a través de los siglos, por diversas generaciones, incluyendo las obras hidráulicas llevadas a cabo por el Gobierno del Distrito Federal, para la prevención de inundaciones, además de algunas consideraciones sobre un tema de la mayor importancia para todos, como es el desarrollo sustentable de la Ciudad y su Area Metropolitana, el que conlleva una mejor calidad de vida y una mayor seguridad para sus habitantes de hoy y del futuro.

Ing. César Buenrostro Hernández
Secretario de Obras y Servicios
Gobierno del Distrito Federal

9 de septiembre del 2006.

Planta de Bombeo Gran Canal km 18 + 500

Características principales

Capacidad total instalada	42 m ³ /s
Número de equipos de bombeo sumergibles	14, de 3 m ³ /s cada uno
Potencia de motores	14 x 400 = 5,600 HP
Equipo para emergencias con generación propia de energía eléctrica	5,000 kw en 4,160 volts de CA
Sistema automático de rejillas, para desazolve	1
Aumento en la capacidad de desalojo de agua en el Gran Canal, de 7 m ³ /s a 42 m ³ /s	600%
Carga dinámica	7.40 m
Carga máxima	8.20 m
Carga mínima	2.00 m
Presupuesto original de la obra	\$250'000,000.00
Costo final de la obra	\$230'000,000.00
Fecha de inicio de construcción	30 de mayo del 2001
Fecha de término de la obra	13 de agosto del 2002

Planta de Bombeo Río Hondo

Características principales

Capacidad total instalada	24 m ³ /s
Número de equipos de bombeo sumergibles	6, de 4 m ³ /s cada uno
Potencia de motores	6 x 700 = 4,200 HP
Equipo para emergencias con generación propia de energía eléctrica	5,000 kw en 4,160 volts de CA
Sistema automático de rejillas, para desazolve	1
Aumento en la capacidad de desalojo de agua en el Interceptor del Poniente, a 20 m ³ /s	400%
Carga dinámica	8.60 m
Carga máxima	9.80 m
Carga mínima	3.20 m
Presupuesto original de la obra	\$150'000,000.00
Costo final de la obra	\$145'000,000.00
Fecha de inicio de construcción	5 de noviembre del 2001
Fecha de término de la obra	30 de noviembre del 2002