

ALGUNOS ASPECTOS DEL ALCANTARILLADO Y DRENAJE EN MEXICO ¹

Ing. Pedro Martínez Pereda ²

El alcantarillado debe instalarse simultánea o inmediatamente después del servicio de abastecimiento de agua, no sólo por su prioridad como factor de salud y de ordenamiento urbano, sino también porque las aguas servidas pueden usarse repetidamente, tras un tratamiento adecuado, con fines industriales o agrícolas, y con el consiguiente ahorro de agua potable.

Antecedentes

La potencialidad de los recursos humanos de cualquier nación aumenta cuando sus habitantes cuentan con los elementos que les permiten vivir cómoda y saludablemente, siendo la salud pública la base de su prosperidad y progreso.

El hombre se caracteriza por la capacidad con que adapta sus funciones al medio ambiente y puede decirse que, a su vez, esa capacidad, surgida como respuesta del organismo a las condiciones ambientales y a sus cambios, ha hecho posible la evolución del género humano.

La salubridad pública es la encargada de regular la relación del individuo con el medio ambiente e indicar las condiciones más favorables para su desenvolvimiento. Actualmente, el ambiente físico está prácticamente bajo el control del hombre y se compone de una multitud de unidades separadas pero no independientes, pues ninguna de ellas por sí sola es capaz de subsistir. Así, para poder planear de manera racional y efectiva las actividades de beneficio colectivo es indispensable la participación conjunta de médi-

cos, ingenieros, arquitectos, economistas, sociólogos y otros profesionales; es decir, que se necesita el concurso de especialistas en muchos dominios del conocimiento.

Indudablemente que, por ser el agua uno de los elementos más necesarios para la vida y el desenvolvimiento de la sociedad, el establecimiento de sistemas para su abastecimiento tiene prioridad sobre cualquier otro servicio público. No se puede perder de vista, sin embargo, que una vez consumida o utilizada por la comunidad, es necesario recolectarla y librarse de ella de manera tal que no presente problemas sanitarios ni altere las condiciones de salud, comodidad y bienestar colectivos.

La eliminación adecuada de excreta humana y de residuos líquidos industriales mediante sistemas de alcantarillado ha probado, desde tiempos remotos, ser el método más efectivo de reducir a un mínimo las posibilidades de infecciones y enfermedades de origen hídrico y de evitar la contaminación de las corrientes superficiales, contribuyendo a una mejor apariencia estética de las comunidades.

Civilizaciones que precedieron por varios siglos a nuestra era se preocupaban por alejar las aguas servidas de los conglomerados humanos y construían obras especiales con ese objeto. Se cree que el arco canal cloacal de

¹ Trabajo presentado en el Seminario sobre Salud Ambiental y Planificación Urbana, organizado por la Asociación Fronteriza Mexicana-Estadounidense de Salubridad y celebrado en México, D.F., del 7 al 12 de noviembre de 1966.

² Centro de Ingeniería Sanitaria, División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Nagpur, India, fue construido 3,750 años a. de J.C. y las exploraciones de Layard en Nínive y Babilonia han revelado cloacas abovedadas de grandes dimensiones que datan del siglo VII a. de J.C. La cloaca máxima de Roma, un arco canal que drenaba la zona del Foro Romano, y que aún está en servicio, es el ejemplo más elocuente de la importancia que nuestros antepasados daban al problema de la eliminación de las aguas servidas.

Es sorprendente notar que, desde comienzos de la Era Cristiana hasta los trabajos de Guillermo Lindley (1808-1900) en Alemania, alrededor de 1845, no haya habido, prácticamente, progreso alguno en la ciencia del diseño y construcción de alcantarillados. Se podría decir que en aquella época, Lindley³ era el único ingeniero sanitario en Alemania.

En el cuadro sinóptico (cuadro 1) se presenta una breve historia cronológica del desarrollo de las obras de alcantarillado en ciertas regiones del mundo y especialmente en México.

Siendo los recursos económicos limitados, está plenamente justificado que el mayor esfuerzo del actual Gobierno de México se encamine a dotar de servicios indispensables de abastecimiento de agua a todas las comunidades del país. Sin embargo, las autoridades gubernamentales están plenamente conscientes del papel decisivo que también juegan los servicios de alcantarillado en la preservación de la salud y el mejoramiento del medio ambiente de la colectividad y, por consiguiente, están dispuestas a emprender una acción decisiva para resolver el problema de la escasez de esos servicios, una vez

³ Ingeniero inglés nacido y muerto en Londres (1808-1900). Discípulo de Francisco Giles, a comienzos de su carrera se ocupó de trabajos hidráulicos y de construcción de ferrocarriles. Encargado, en 1842, de los planos de reconstrucción de los barrios de Hamburgo, destruidos por un incendio, posteriormente dirigió la construcción de la primera gran obra de conducción y canalización por el sistema flotante, y la instalación del abastecimiento de agua, que combinó con una serie de dependencias destinadas a la rápida extinción de los incendios mediante una red de tuberías, según planos de los que era autor. Realizó trabajos análogos en Londres, Francfort, Düsseldorf, Basilea, Varsovia y San Petersburgo (hoy Leningrado).

que la construcción de los abastecimientos de agua vaya progresando, e incluso, en muchas poblaciones, ambos servicios se están instalando paralelamente.

Otro aspecto de los servicios de alcantarillado que se debe considerar es el de utilizar repetidamente el agua que circula por las alcantarillas, con el consiguiente ahorro de agua potable.

En México, los recursos hídricos tienen capacidad limitada de renovación. Por lo tanto, en el futuro será necesario utilizarlos repetidamente, lo que requiere procedimientos de tratamiento económico y eficaz de los desechos líquidos que circulan por las redes de alcantarillado.

A menudo no se dispone, para el desagüe final de las aguas servidas, de corrientes superficiales cercanas y de caudal suficiente para una dilución que les permita recibirlas sin peligro de contaminarse. Es decir, que posean capacidad natural de autopurificación. Este es, pues, un motivo más para utilizar repetidamente las aguas servidas, previo tratamiento de las mismas en la mayoría de los casos.

Por esta razón, algunas de las instituciones gubernamentales mexicanas encargadas de resolver los problemas de la eliminación de aguas servidas han apoyado la iniciativa del Centro de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este centro docente se propone iniciar un programa de investigación aplicada, de las posibilidades de aprovechamiento de dichas aguas después de su tratamiento en lagunas de estabilización.

Cabe mencionar que en algunos estados de México ya existen lagunas de oxidación para el tratamiento de las aguas servidas municipales y que el efluente de estas lagunas se utiliza para el riego de tierras de cultivo.

Las obras de alcantarillado en México

Las principales instituciones encargadas de financiar obras de alcantarillado en México son la Secretaría de Recursos Hi-

CUADRO 1—Cronología del desarrollo de obras de alcantarillado en ciertas regiones del mundo.

Obras realizadas en tiempos pre cristianos (grandes cloacas abovedadas)	Babilonia Egipto Grecia Jerusalén Roma	1300-1774. Durante este período sólo había simples canales que hacían las veces de colectores, y arroyos en las calles en que no existía ningún canal.
		1783. El Virrey Don Matías de Gálvez ordena la construcción de la atarjea cubierta de la calle de Palma.
		1789-1794. Se construyen 13 km más de atarjeas por orden del segundo Conde de Revillagigedo.
		1879. Se realizan trabajos de mejoramiento de canales exteriores e interiores bajo la dirección del Ingeniero M. M. Contreras, de la Comisión de Obras Públicas, a un costo de 17,291 pesos mexicanos.
		1885. El Ingeniero Roberto Gayol realiza un estudio para el mejoramiento del sistema de desagüe de la ciudad de México y de las condiciones sanitarias de las casas, base del proyecto que se ejecutaría de 1897 a 1902.
		1888. Se nombra Jefe de la Comisión de Ingenieros encargada de resolver el problema de desagüe de la Ciudad de México al Ingeniero Gayol. Se producen inundaciones que duran varios meses a consecuencia de fuertes lluvias, lo que origina la instalación de la Estación de Bombeo de San Lázaro. Al entrar en servicio dicha estación se consiguió hacer descender las aguas hasta un nivel que permitió iniciar la construcción de atarjeas permanentes sin esperar a que las aguas hubieran desaparecido por completo.
		1896. Se constituye la Junta Directiva de Saneamiento y se nombra Director al Ingeniero Gayol.
		1897. Se construye el primer colector y se profundiza el Canal de la Merced.
	México	1901. Se sanciona el Primer Código Sanitario.
		1901-1904. El Consejo de Salubridad desarrolla una campaña de orientación pública a fin de convencer a la población de que acepte ciertos cambios sanitarios necesarios en las viviendas.
		1925. Se concluyen las obras de alcantarillado del sistema de drenaje y saneamiento de la Ciudad de México, según el proyecto del Ingeniero Gayol.
		1953. Se construyen plantas de bombeo en el gran canal de desagüe en diversos puntos de la Ciudad de México, con fines de drenaje. Se construye una planta de Bombeo en La Merced, con fines de drenaje.
		1954. Se inicia la construcción de más de 150 km de colectores de 1.22-3.50 m de diámetro, la que concluye en 1962.
		1959. Se inicia la construcción del interceptor del Poniente.
		1960. Se concluye el interceptor del Poniente (conducto de 4 metros de diámetro y 17 km de longitud (15 km de túnel). Se concluye el Colector 15, cuyo radio de drenaje abarca una zona de 4,500 ha, mayor que las servidas por cualquier otro colector de la Ciudad de México.
		1963. Se construye la segunda etapa del interceptor del Poniente (30 km de longitud). Las obras están a cargo de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y del Departamento del Distrito Federal de la Dirección de Obras Hidráulicas.
		1964. Se amplía la capacidad de bombeo de la planta de Aculco a 40.3 m/segundo.
		1965. Se construye un nuevo sistema de alcantarillado (separado) en Xochimilco.
	París	1412. Existió una alcantarilla abierta que fue cubierta en 1750. Sin embargo, hasta el siglo XIX no se emplearían ductos o canales para la extracción y descarga de excreta procedente de viviendas.
		1820. Se discute y aprueba el transporte hidráulico de excreta.
		1832. Se produce una epidemia de cólera y se realiza un estudio de la construcción adecuada del sistema de alcantarillado.
		1815. Se acuerda permiso para descargar excreta en las alcantarillas.
	Londres	1847. Se hace obligatoria la descarga de excreta en las alcantarillas. Se construyen en Inglaterra sistemas separados.
		1850. Se comienza el drenaje principal.
	Boston	1833. Se acuerda permiso para descargar excreta en las alcantarillas.
		1876. Chesebrough, Lane y Folsom presentan el estudio y proyecto total.
	Hamburgo	1842. Guillermo Lindley, considerado el primer ingeniero sanitario, diseña el primer alcantarillado de la ciudad. Edwing Chadwick propone y defiende el sistema separado.
		1843. Comienza la construcción del alcantarillado de la ciudad bajo la dirección de Lindley.
	Brooklyn, N.Y.	1857. Se construye el alcantarillado bajo la dirección de Julius B. Adams.
	Providence, R.I.	1874. Herald Shedd presenta el estudio y el proyecto total.
	Memphis, Tenn.	1880. Se construye bajo la dirección del coronel Waring un sistema separado que no da resultado porque las alcantarillas son muy pequeñas.

dráulicos y el Banco Nacional Hipotecario, Urbano y de Obras Públicas, S.A.; la primera utiliza principalmente fondos federales y la segunda créditos otorgados a los gobiernos estatales y a los municipios.

En la figura 1, tomada de una publicación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos⁴ puede apreciarse objetivamente el panorama general de los servicios de alcantarillado en México, tal como se presentaba hasta principios de 1964.

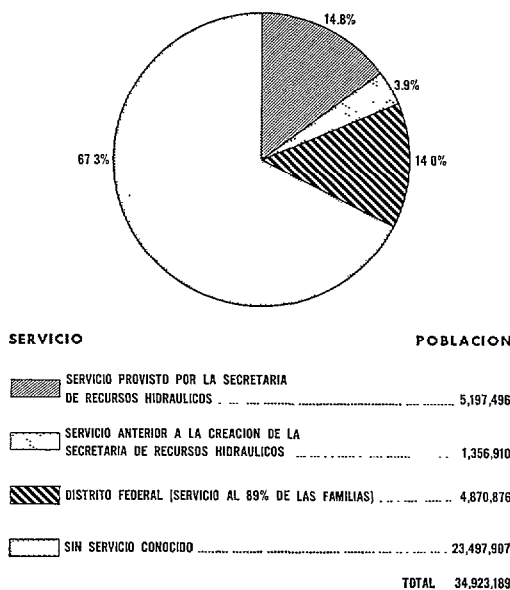
El último censo de población (1960) indica que el país tenía 1,460 localidades urbanas,⁵ excluyendo al Distrito Federal. En ellas, aproximadamente 6,500,000 habitantes cuentan con servicio de alcantarillado. Esta población corresponde a los grandes núcleos de población, como las capitales y ciudades principales de cada estado.

A primera vista, las cifras anteriores pudieran parecer modestas. Sin embargo, conviene tener en cuenta que en México existen alrededor de 90,000 localidades rurales, bas-

⁴ México. Secretaría de Recursos Hidráulicos: *Agua potable y alcantarillados (1 de diciembre de 1946-31 de diciembre de 1963)*. México, D.F., marzo de 1964.

⁵ En México se considera como localidad urbana la que tiene 2,500 habitantes o más.

FIGURA 1—Servicio de alcantarillado en México en relación con la población total del país (1964).



tante dispersas, en las que habita aproximadamente la mitad de la población del país. Estas localidades no cuentan con servicio de alcantarillado propiamente dicho, debido a sus escasos recursos económicos y, principalmente, porque en estos momentos han concentrado todos sus esfuerzos en resolver el problema de abastecerse de agua. Esto no quiere decir que el dotar de servicios de alcantarillado a las poblaciones urbanas sea sencillo. La situación en este sentido es difícil y existen varios factores que tienden a agravarla. Durante la década de 1950 a 1959, la población de México aumentó en 9.2 millones de personas, de las cuales sólo el 25% tiene acceso a servicios de alcantarillado. Además, debe tenerse en cuenta que, en las localidades donde los hay, deben ampliarse para satisfacer las necesidades de una población en rapidísimo aumento.

En el Distrito Federal, el panorama es muy alentador. El 89% de las familias tienen servicio de drenaje, faltando a grupos cuyos ingresos económicos son bajos.⁶

Las obras de saneamiento en la frontera mexicano-estadounidense

Es interesante notar que, en lo referente a servicios de alcantarillado, las localidades situadas en la zona de la frontera norte están en posición ventajosa en relación con el resto del país, lo que quizás se deba en parte a la labor de la Asociación Fronteriza Mexicana-Estadounidense de Salubridad.

En el cuadro 2 se indica la población de las localidades fronterizas más importantes que ya cuentan con servicio de alcantarillado y aquellas cuyo servicio se está construyendo o ampliando. Todas las poblaciones urbanas fronterizas cuentan con servicio de alcantarillado, pero, como se puede apreciar en la columna de observaciones del cuadro mencionado, en algunos casos es insuficiente. Actualmente, en las localidades fronterizas,

⁶ México. Secretaría de Industria y Comercio: *La población económicamente activa de México en junio de 1964*. Tomo I. México, D.F.: Dirección General de Muestreo, octubre de 1964.

CUADRO 2—Observaciones sobre las condiciones y los requerimientos de los servicios de alcantarillado en las localidades fronterizas de los estados de la República Mexicana que limitan con los Estados Unidos de América.

Estado	Localidad	Población (censo de 1960)	Sistema de evacuación	Observaciones sobre condiciones y requerimientos
	Tijuana	152,374	Sanitario	Insuficiente. Ampliar y mejorar la red
Baja California Norte	Tecate	6,588	Sanitario	Suficiente
	Mexicali	174,540	Sanitario	Insuficiente. Ampliar la red en construcción
Sonora	Nogales	37,657	Sanitario	Insuficiente
	Naco	2,864	Sanitario	Tiene planta de tratamiento
	Agua Prieta	15,339	Sanitario	Insuficiente. Tiene planta de tratamiento y laguna de oxidación
Chihuahua	Ciudad Juárez	262,119	Semicombinado	En construcción
	Ojinaga	8,252	Sanitario	Insuficiente
Coahuila	Ciudad Acuña	20,048	Semicombinado	Suficiente. Tiene planta de tratamiento
	Piedras Negras	44,992	Sanitario	Insuficiente
Tamaulipas	Nuevo Laredo	92,627	Sanitario y pluvial	Insuficiente. Tiene planta de tratamiento
	Reynosa	74,140	Combinado	Suficiente. Tiene planta de tratamiento
	Matamoros	92,327	Semicombinado	En construcción
Total		983,867		

Fuente: Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, D.F.

cerca de un millón de personas cuentan con servicio de alcantarillado.

En el cuadro 3 se presentan las obras de alcantarillado realizadas por el sector público en localidades urbanas de los estados del norte de México que limitan con los Estados Unidos de América, excluyendo Nuevo León.

Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones que se enuncian a continuación representan un punto de vista personal y constituyen un intento de contribuir al desarrollo de las obras de alcantarillado en todas las localidades de México.

1. Las obras de alcantarillado: a) son factor

decisivo para la conservación de la salud y bienestar de las colectividades; b) permiten ahorrar agua potable, ya que las aguas servidas que conducen pueden usarse repetidamente con fines industriales o agrícolas; c) son obras a las que se asigna mayor prioridad en la planificación urbana en México, después de las de abastecimiento de agua potable, y d) dado el rápido crecimiento de la población, las obras existentes son en el presente insuficientes.

2. Actualmente, la población que dispone de servicio de alcantarillado representa aproximadamente el 25% de la población total de México, excluyendo el Distrito Federal.

3. En los estados de la República Mexicana que limitan con los Estados Unidos: a) aproximadamente el 50% (2,244,900) de su población dispone de servicio de alcantarillado, y b) aproximadamente el 44% de la población servida (983,867 habitantes) reside en locali-

CUADRO 3—Población de los estados de la República Mexicana que limitan con los Estados Unidos de América y que disponen de servicios de alcantarillado.

Estado	Población (Censo de 1960)	Localidades con servicio de alcantarillado	
		Número	Población
Baja California			
Norte.....	520,165	4	376,063
Sonora.....	783,378	9	313,509
Chihuahua....	1,226,793	14	604,076
Coahuila.....	907,734	10	420,370
Tamaulipas...	1,024,182	9	529,882
Total.....	4,462,252	46	2,243,900

Fuentes: Secretaría de Industria y Comercio. *Compendio estadístico 1960*. México, D.F., 1962.

Secretaría de Recursos Hidráulicos. *Agua potable y alcantarillados (1 de diciembre de 1964-31 de diciembre de 1964)*. México, D.F., 1964.

Secretaría de la Presidencia de la República. *Urbanismo y desarrollo de la comunidad*, México, D.F., 1964.

dades situadas a lo largo de la frontera entre ambos países.

4. En cinco de las localidades fronterizas las aguas servidas se tratan y aprovechan para diversos fines.

Por consiguiente, se recomienda:

1. Interesar a las comunidades para que construyan su sistema de alcantarillado al mismo tiempo o inmediatamente después de sus obras de abastecimiento de agua.

2. Preservar la pureza de las fuentes potenciales de abastecimiento de agua y estimular la construcción de lagunas de estabilización de aguas servidas como medio económico y eficaz de tratamiento.

3. Procurar, siempre que sea posible y con el cuidado debido, utilizar repetidamente las aguas servidas en la agricultura o la industria, para evitar un consumo equivalente de agua potable.

Some Aspects of Sewerage and Drainage in Mexico (Summary)

In Mexico, where approximately 25% of the total population has sewerage services, these services: a) constitute a decisive factor in preserving the health and welfare of the communities; b) permit savings of potable water, since the waste water carried by the sewers can be reused repeatedly for industrial and agricultural purposes; c) are the works to which the greatest priority is assigned in urban planning in Mexico, after those for potable water supply; and d) are inadequate at present, owing to the rapid growth of the population.

In the states of Mexico that border on the United States approximately 50% (2,244,900) of the population have sewerage service, and about 44% of the people served (983,867

inhabitants) live in localities situated along the frontier separating the two countries; in five of these localities, sewage is treated and reused for various purposes.

It is considered important to interest the communities in constructing their own sewerage systems, at the same time as or just after they build their water supply networks; to preserve the purity of potential sources of water and encourage the construction of stabilization ponds as an economical and effective means of treating effluents; and to endeavor, wherever possible and with due care, to reuse waste water repeatedly in agriculture or industry so as to avoid consuming an equivalent volume of potable water.

Alguns Aspectos dos Serviços de Esgôto e Drenagem no México (Resumo)

No México, onde aproximadamente 25% da população total dispõem de serviços de esgôto, êsses serviços: a) são fator decisivo de preservação da saúde e de bem-estar das coletividades; b) permitem poupar água potável, uma vez que as águas servidas conduzidas pelos esgôtos podem ser aproveitadas repetidamente para fins industriais e agrícolas; c) são obras às quais se atribui a mais alta prioridade no planejamento urbano no México, depois das de abastecimento de água potável; e d) dado o

rápido crescimento da população, são insuficientes atualmente.

Nos Estados do México que se limitam com os Estados Unidos, cêrca de 50% da população (2,244,900) dispõem de serviço de esgôto e aproximadamente 44% da população servida (983,867 habitantes) residem em localidades situadas ao longo da fronteira entre os dois países, em cinco das quais as águas servidas são tratadas e aproveitadas para diversos fins.

Considera-se importante interessar as com-

unidades em construir suas r edes de esg oto ao mesmo tempo que seus sistemas de abastecimento de água, ou imediatamente depois d esses sistemas; preservar a pureza das fontes potenciais de abastecimento de água e estimular a constru o de tanques de decan-

ta o de águas servidas como meio econ mico e eficaz de tratamento; e procurar, sempre que f r possível e com o devido cuidado, utilizar repetidamente as águas servidas na agricultura ou na  ndustria, a fim de evitar consumo equivalente de água potável.

Quelques aspects du tout-à-l'égoût et du drainage au Mexique (Résumé)

Au Mexique, où 25% environ de la population totale disposent d'installations de tout-à-l'égoût, ces services a) sont un facteur décisif pour la préservation de la santé et du bien-être des collectivités; b) permettent d'économiser l'eau potable, étant donné que les eaux usées qui sont entraînées dans les tuyaux peuvent être utilisées à plusieurs reprises à des fins industrielles et agricoles; c) sont des services auxquels est accordée une haute priorité dans la planification urbaine au Mexique, après celle accordée à l'approvisionnement en eau potable; et d) en raison de la croissance démographique rapide, sont actuellement insuffisants.

Dans les Etats du Mexique qui confinent aux Etats-Unis, 50% (2,244,900) environ de la population disposent de services de tout-à-l'égoût, et 44% environ de la population des-

servie (983,867 habitants) résident dans des localités situées le long de la frontière séparant les deux pays; dans cinq de ces localités, les eaux usées sont traitées et sont utilisées à des fins diverses.

Il est important, selon l'auteur, d'intéresser les communautés à construire leur système de tout-à-l'égoût, en même temps où immédiatement après leurs travaux d'approvisionnement en eau; préserver la pureté des sources possibles d'approvisionnement en eau et encourager la construction de bassins de stabilisation des eaux usées comme moyen économique et efficace de traitement, et s'efforcer, chaque fois que possible et avec le soin approprié, d'utiliser à plusieurs les eaux usées dans l'agriculture et l'industrie afin d'éviter une consommation équivalente d'eau potable.