

# EL ALCANTARILLADO SANITARIO COMO MODELO GLOBAL DE CONSTRUCCIÓN DE RIESGO LOCAL <sup>1</sup>

Joel Audefroy<sup>2</sup>

Resumen: Las prácticas de saneamiento promovidas actualmente son de dos tipos: “tout a l’égout” o alcantarillado sanitario y el almacenamiento con letrina y fosa séptica. Desde hace más de un siglo, el sistema del alcantarillado ha sido percibido como una tecnología ideal, en particular, en las zonas urbanas. El sistema se introdujo en numerosas ciudades de los países del Sur con fondos internacionales. La letrina con pozo se percibe como una solución primitiva y precaria utilizada en aglomeraciones que no tienen una red de alcantarillado. Un sistema de alcantarillado con poca agua o sin tratamiento contribuye inexorablemente a la construcción del riesgo local. Actualmente los municipios enfrentan las siguientes opciones: extender la red de alcantarillado existente, con todas las limitaciones y riesgos que esto implica, o bien, buscar alternativas nuevas y sustentables. Sin embargo, pocos municipios se lanzan hacia la última opción, muchos de ellos por falta de información. El caso de la Ciudad de México es emblemático pero no es el único caso en el mundo en donde la elección del sistema de alcantarillado está conduciendo paulatinamente a la ciudad a un desastre anunciado. La vulnerabilidad de la ciudad a inundaciones ha crecido sobre todo a partir de los años cincuenta. La prevención y mitigación de estas inundaciones conducirá a llevar a cabo más y más obras de desagüe costosas hasta un punto límite donde se tendrán que plantear otras opciones de saneamiento. En este artículo analizamos *in fine* algunas de las soluciones alternativas secas de eco-saneamiento sustentable que no requieren de agua para funcionar.

**Palabras clave:** agua, alcantarillado, drenaje, letrina, riesgo, saneamiento.

## THE DRAINAGE AS A GLOBAL MODEL OF CONSTRUCTION OF LOCAL RISK

Abstract: The promoted practices of cleaning at the moment are of two types: “tout a l’égout” or sewage system and the storage with latrine and well. For more of a century, the sewage system has been perceived like an ideal technology, in particular, in the urban zones. The system was introduced in numerous cities of the countries of the South with international funds. The pit latrine is perceived like a primitive and precarious solution in agglomerations that do not have a sewage system network. A sewage system with little water or without treatment contributes inexorably to the construction of the local risk. Nowadays the municipalities face the following options: to extend the network of existing sewage system, with all their limitations and risks, or to look for new and viable alternatives. Nevertheless, few municipalities are sent towards the last option, many of them due to missing information. The case of Mexico City is emblematic but it is not the only case in the World where the election of the sewage system is gradually leading the city to an announced disaster. The vulnerability of the city to floods has grown mainly since the fifties. The prevention and mitigation of these floods will lead to carry out more and more expensive of water-drainage works until a limiting point where they will have to consider other cleaning options. We will “in fine” analyze some of the dry alternative solutions of viable clean-sanitation that require no water.

**Keywords:** cleaning, drainage, latrine, risk, sewage system, water.

---

<sup>1</sup> Artículo recibido el 23 de agosto de 2010 y aceptado el 2 de febrero de 2011.

<sup>2</sup> Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, Tecamachalco, México. [takaitakite@gmail.com](mailto:takaitakite@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas de saneamiento promovidas actualmente son de dos tipos: “tout a l’égout” o alcantarillado y el almacenamiento con letrina y pozo. Desde hace más de un siglo, el sistema del alcantarillado ha sido percibido como una tecnología ideal, en particular, en las zonas urbanas. El sistema fue introducido con fondos internacionales en numerosas ciudades de países en desarrollo. La letrina con pozo se percibe como una solución primitiva y precaria utilizada en aglomeraciones que no tienen una red de alcantarillado: consiste en el almacenamiento de las materias fecales por un periodo indefinido y la inyección de las aguas sanitarias en el subsuelo. Si la última solución es dañina para la salud, la primera tiene impactos negativos sobre el medio ambiente.

El mayor problema consiste en que las ciudades de los países del Sur no tienen los recursos necesarios en términos de agua, de recursos financieros y de capacidad institucional para instalar y operar una red de alcantarillado. En los próximos 20 a 30 años numerosas ciudades enfrentarán problemas de agua amenazando la salud de las poblaciones urbanas. Según un reporte de Esrey et al. (2001), unos 80 países que representan el 40% de la población mundial padecen de falta de agua en ciertas épocas del año. En varios países de África, del Medio Oriente, del Norte de China, de la India y del Norte y centro de México, del Oeste de los Estados Unidos, del Noreste de Brasil, y de Asia central sufren ahora por la reducción de agua potable: es decir que el agua potable no llega todos los días a la toma domiciliaria. En algunas colonias de Iztapalapa, en la Ciudad de México, el agua llega a veces una sola vez a la semana y el 30% de las colonias de esta zona se abastecen de agua por medio de pipas (Martínez Omaña, 2004). Una parte considerable de la población de las delegaciones de Coyoacán, Tlalpan e Iztapalapa no cuentan con acceso al servicio de drenaje. Un “Water Closet” (WC) de sifón no puede funcionar sin agua ni drenaje.

Un sistema de drenaje puede funcionar satisfactoriamente si hay suficiente agua y si se dispone de un sistema de tratamiento para la destrucción de los agentes patógenos. Sin embargo, en numerosos países las aguas negras y servidas se vacían en ríos o en el subsuelo sin tratamiento previo. Un sistema de alcantarillado con poca agua o sin tratamiento contribuye inexorablemente a la construcción del riesgo local. Actualmente los municipios enfrentan las opciones siguientes: extender la red de alcantarillado existente, con todas las limitaciones y riesgos que esto implica o bien buscar alternativas nuevas y sustentables. Sin embargo, pocos municipios se lanzan hacia la última opción, muchos de ellos por falta de información. Al final de este trabajo analizaremos algunas de estas soluciones alternativas de eco-saneamiento sustentable que no requieren de agua para funcionar.

## EL CONTEXTO HISTÓRICO

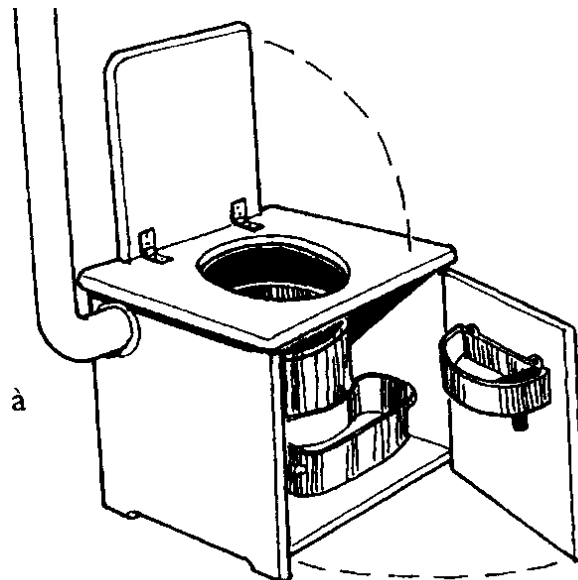
El drenaje o alcantarillado se inventó al principio para evacuar las aguas pluviales de las ciudades. Los romanos fueron grandes constructores de drenaje de aguas de lluvia y grises. Cuando edificaban una ciudad, empezaban por construir canales subterráneos. La gran cloaca de Roma, la *Cloaca Máxima* fue edificada alrededor de los 600 a.C. por Tarquin El Antiguo. Cuando las ciudades romanas desaparecieron y fueron ocupadas por otras poblaciones, se volvieron focos de infección, y las epidemias de peste y cólera regularmente provocaban una alta mortalidad. Los invasores de las ciudades romanas no mantenían limpios los drenajes, estos se taparon con la basura y se volvieron verdaderas cloacas. En Europa es hasta el siglo XII cuando las autoridades locales vuelven al método antiguo y se construyen canales debajo de las avenidas principales de las ciudades. Esto fue el principio de la llamada “ingeniería sanitaria”. Estos canales tenían una doble función: arrastrar la basura y evacuar el agua de lluvia. La Edad Media conoce estos principios. En Francia, la Abadía de Royaumont, por ejemplo, tiene un ingenioso sistema para la evacuación de las aguas residuales: las letrinas de los monjes se construían sobre el río. Los Hospicios de Beaune utilizaban también el arroyo en el que fueron construidos para drenar sus efluentes. Cluny está equipado con un sofisticado sistema de alcantarillado. En las ciudades de la Edad Media, el excremento tiene un valor económico. Se vende como fertilizante o “polvo”. También la orina que se filtra en la tierra, y se deposita en las paredes de los sótanos para formar el nitrato que se utiliza para hacer la pólvora. Las mejores casas tienen letrinas conectadas a una fosa que debe ser vaciada regularmente.

En el siglo XVIII, la Academia estaba convencida de que las “miasmas” eran el agente de las infecciones, sin embargo la aristocracia no hizo caso, y es solamente en el siglo XIX cuando nació el concepto de “higiene” y los nacientes gobiernos locales empezaron a tomar en serio los “miasmas”: el alcantarillado era entonces la solución para evacuar y limpiar la ciudad de los desechos. En 1843 en Alemania, se construyó la primera red de alcantarillado moderna. Se estableció en Hamburgo en el marco de la reconstrucción de la ciudad a raíz de un incendio. En la ciudad de París, el río Bièvre en el cual las talabarterías y curtidoras vaciaban sus residuos, fue convertido en cloaca, ocultando de la vista los desechos que sin embargo, seguían vertiéndose en el río Sena. En el transcurso de los siglos XIX y XX el

alcantarillado fue raras veces cuestionado y por el contrario, se integró a una ingeniería sanitaria de la cual todavía no ha salido. El alcantarillado ha sido utilizado como símbolo del progreso sobre todo en ciudades de los países del sur que carecían de tal sistema. El debate es urgente con relación al drenaje y no basta con enumerar sus innumerables “fallas” para comprobar sus efectos negativos en términos de productividad económica, social y ambiental.

Lo que constituyó el éxito del alcantarillado en el siglo XIX, cuando el agua se empezó a suministrar en los departamentos, fue la invención del llamado “Water Closet” (W.C.) al final del siglo XVI. En 1595 el poeta inglés John Harington (1561-1612), ahijado de la reina Elizabeth I de Inglaterra y ex alumno del famoso colegio Eton, inventó el sistema del excusado de válvula que bautizó *Ajax* y fue instalado en el palacio de Kelston de su madrina y protectora, la Reina. En aquella época se utilizaba una bacinica bajo la cama y fue sobre un pedido de su madrina, harta de oler los olores de la bacinica, que John imagina la primera caída de agua con válvula. Instaló un tanque de agua sobre el techo de la residencia y un largo tubo conducía el agua hacia el excusado. Abriendo una llave, se dejaba caer el agua en el excusado y luego bajaba hacia una fosa. El poeta es más famoso por su invento que por su poesía. Por desgracia, el genial invento no tuvo mayor futuro, ya que para que funcionara correctamente, era necesario un sistema de alcantarillado que Londres no tenía aún. Es hasta 1775 que Alexander Cummings patentó un sanitario de cisterna, basado en la idea de Harington, perfeccionado después por Samuel Prose, con su válvula esférica y Joseph Bramah, en 1778 quien inventó el sistema de sifón que se sigue utilizando hasta nuestros días.

Durante la segunda mitad del Siglo XIX en Inglaterra hubo un gran debate entre los defensores de los excusados de agua y los defensores de los excusados de tierra. La primera patente para un excusado de tierra fue obtenida por Thomas Swinburne en 1838 pero su sistema no fue muy aceptado. Un cuarto de siglo después, Henry Moule hizo algunos ensayos en su jardín, enterrando materias fecales y descubriendo después de tres a cuatro semanas que la materia enterada había desaparecido. Así Moule inventó un sistema de excusado que deposita una cantidad controlada de tierra cayendo de un tanque localizado atrás de la tasa sobre las materias fecales. Luego creó una compañía, la *Moule Earth-Closet Company Ltd* y desarrolló algunos modelos de lujo, y otros más corrientes destinados al uso de particulares o de escuelas y hospitales (véase la Figura 1). Henry Moule fue uno de los primeros defensores de las letrinas secas y criticó fuertemente la locura del saneamiento con agua. En 1868, publicó un folleto llamado: “The Advantages of the Dry Earth System” que fue difundido a gran escala. A pesar de que muchos de estos excusados fueron instalados en varios lugares (campo militar en Wimbledon, y escuelas), ganaron los defensores del saneamiento de agua. Durante los años 1870, varios inventores buscaron cómo podría ser utilizado el calor para tratar los gérmenes patógenos y suprimir los olores. Varios modelos se desarrollaron pero no fueron aceptados (Esrey et al., 2001).



**Figura 1: Excusado de tierra de Henry Moule, 1861 (Fuente: Steven et al., 2001).**

En 1885, el alcantarillado es adaptado de manera generalizada en Inglaterra y dotado de una legislación completa al respecto. Así, en virtud de un acta de Salud Pública inglesa, se obligó también a instalar en todas las casas que se construyeran, un servicio de inodoro. Los higienistas franceses se resisten al principio a esta solución que consideran como un despilfarro por el consumo importante de agua, la contaminación de los ríos y la pérdida de abonos para la agricultura. Sin embargo, la importación del guano peruano y del nitrato chileno entre 1850 y 1880 levanta esta última

objeción. En aquella época, como lo subraya Robert (1992) violentas controversias, en las cuales participó Hugo (1862), opusieron a los defensores de la solución inglesa y a los defensores de la solución francesa que devolvía a la tierra lo que era de ella. En la mitad del siglo XIX la solución del “tout-à-l’égout” tiene sus defensores, el sistema funciona parcialmente en la capital francesa y se vacía en el río Sena. Los barrios Ecole Militaire, Invalides, Bicêtre, La Salpêtrière, l’hôtel de la Monnaie tienen alcantarillado (Corbin, 1982). Los defensores, de Sponi (1856) a Guéneau de Mussy (1874), sostienen incansablemente que el alcantarillado es el único sistema para provocar el movimiento de los excrementos y por lo tanto, para evitar la amenaza de la estagnación (Corbin, 1982). De hecho el debate era complejo, el sistema del alcantarillado imponía a los propietarios contratar el servicio de agua considerado como una carga elevada. En 1856, solamente diez mil inmuebles de los treinta y dos mil de la capital francesa eran alimentados con agua. El alcantarillado amenazaba las empresas de poceros que representaban un poderoso grupo de presión.

Al cabo de un siglo de debates y rechazos, hacia 1890, la solución del alcantarillado ya había triunfado en toda Europa y de ahí se extendió su uso al continente americano. El “higienismo” decimonónico declaró obsoleta toda solución que no fuera la solución “inglesa”, es decir el alcantarillado más W.C. El Barón Haussmann y el ingeniero Belgrand se encargaron de limpiar París de todos los desechos y poluciones e instalaron una red de alcantarillado bajo las grandes avenidas entre 1851 y 1870.

La remoción de los excrementos por medio del agua fue entonces una solución incuestionable por los mismos ingenieros sanitarios y los defensores de la lucha contra los “miasmas” rechazando a priori otras soluciones tales como las soluciones “secas”. Cabe mencionar que en aquella época las aguas negras del alcantarillado se descargaban en los ríos, de las ciudades europeas o en campos abiertos periféricos. El alcantarillado tiene como resultado simplemente, desplazar la contaminación del lugar mientras las enfermedades continúan: el cólera y la tifoidea matan a miles de personas cada año. Como lo mostraron los trabajos de Corbin (1982) el “higienismo” no nace de las teorías de Pasteur, se trataba de poner los “miasmas” de los pozos negros fuera del alcance de las narices delicadas de la burguesía, la teoría de los “miasmas” nunca fue una teoría científica sino más bien una construcción social del olor.

Llega el siglo XX y los conocimientos en microbiología se desarrollan a partir de los trabajos de Pasteur en el siglo pasado. Por fin se entendió que los micro-organismos eran responsables de la degradación de la materia orgánica y esta capacidad de eliminación de las materias biodegradables es utilizada en las primeras estaciones de tratamiento biológicas. A partir de 1914, científicos ingleses presentan un sistema de estanques donde las aguas servidas son oxigenadas para permitir su degradación a través de los microorganismos. Este descubrimiento comprueba científicamente que no se necesita agua para tratar las aguas negras sino más bien oxígeno (tratamiento aerobio), sin embargo, la idea del alcantarillado y saneamiento con agua sigue viva. El conocimiento científico descubría el modo de reciclar todos los desechos. Pero en los años veinte, la generalización del W.C. contribuyó a fundir y juntar en una sola sustancia las aguas negras y las aguas industriales y hasta las aguas de lluvia. Sin embargo, la difusión del alcantarillado fue lenta: en 1907, en Francia, sobre 616 ciudades de más de 5,000 habitantes, 294 no tenían ningún sistema de alcantarillado. Al final de los años cuarenta, con la economía del despilfarro y durante los “treinta gloriosos años”, se difundió la idea que era más económico tirar que reciclar. Es hasta los años 70’s con las olas verdes que la idea del reciclamiento hace de nuevo su aparición. Este fue (brevemente) el origen de las ideas que hicieron del saneamiento lo que es ahora en todo el planeta.

## **UN MODELO GLOBAL: EL ALCANTARILLADO SANITARIO**

La solución del alcantarillado sanitario se ha vuelto hoy en día una solución universal para los ingenieros sanitarios que han recibido la misma formación en las mismas universidades y esto, sin que se haya podido disminuir en cifras absolutas el problema de saneamiento en los barrios populares de las grandes y medianas ciudades de los países del Sur (Guibert, 1988). La llamada “solución universal” está instalada solamente en 62% de las ciudades del Sur (cifra de 1990), beneficiando sobre todo a la ciudad formal y en menor medida a los barrios populares producto de invasiones de terrenos. ¿Por qué? El saneamiento convencional funciona con agua y no todos los barrios populares tienen suministro de agua domiciliaria. El supuesto alcantarillado universal se suministraba únicamente al 6.5% de la población de los países del Sur según Guibert (1988).

El agua del ensueño, como dice Illich (1988; 2008), “puede limpiar de formas diferentes: el agua disuelve los miasmas, despeja las maldiciones, lava la contaminación y la impureza, la sangre o la culpa”. La construcción social del mito del agua limpiadora tiene fuertes raíces en las diferentes religiones, no solamente la católica, el hinduismo y en el Corán. Para dar a entender el concepto del agua que fluye limpiando, Illich utiliza la metáfora de la sangre: en 1616 William Harvey había anunciado ante el Colegio de Médicos de Londres que la sangre circula en el cuerpo humano. Es sólo a finales del siglo XVIII que la teoría de Harvey fue aceptada en el campo de la medicina. Así en el siglo XIX

varios arquitectos ingleses concebían la ciudad como un “cuerpo social” por el que debía circular agua como la sangre en el cuerpo humano. El agua es entonces una construcción histórica que se encuentra en el imaginario social pero que puede ser muy distinta del agua de la ciudad que entra como mercancía y sale bajo la forma de residuo. Poco a poco, a lo largo del tiempo el agua y su metáfora social se han transformado, del manantial al grifo, del pozo al tanque, el agua ha sido canalizada, “domesticada” transformándola de un bien común en mercancía. El alcantarillado y su concepción se inscriben en esta transformación social. El alcantarillado no hubiera sido posible sin una transformación profunda del agua como metáfora social.

El concepto del agua entubada conducida hasta la ciudad a través de un acueducto y que debe salir de ella a través de un sistema de alcantarillado llega a ser un concepto de diseño urbano desde finales del siglo XVIII. En 1779, el problema de las aguas negras y del alcantarillado se vuelve un debate permanente. Proliferan proyectos para canalizar los desechos. En el caso del río Bièvre en París es a partir de 1790 cuando el Dr. Hallé propone la canalización del río en un alcantarillado, sin embargo, la era revolucionaria no era propicia para las grandes obras y se tuvo que esperar hasta 1822 para que se retomara el proyecto y se empezaran las obras. En 1902 la Bièvre era casi un alcantarillado a todo lo largo de su curso en París. Con el tiempo, esta idea de canalizar aguas servidas adquirió una apariencia de inevitabilidad, sobre todo cuando estas aguas suelen desembocar en plantas de tratamiento (Audefroy, 1977).

De hecho, la idea de entubar las aguas negras corresponde a la intolerancia frente al olor del excremento que se manifestó hacia 1740 cuando los científicos, escritores, médicos y filósofos preocupados por “los aires” advertían del peligro de las emanaciones urbanas u otros miasmas. Entubar las aguas negras corresponde a “las estrategias de desodorización llevadas a cabo a partir de la mitad del siglo XVIII” (Corbin, 1982). Entre el siglo XVIII y la mitad del siglo XIX se conocen docenas de libros publicados sobre este tema, estos ensayos manifiestan la insensibilidad del público hacia estos malos olores y la necesidad de eliminar los “malos aires”. Al final del siglo XIX, las infecciones producidas por la contaminación de los mantos freáticos empezaron a filtrarse en el agua de los grifos. Los ingenieros sanitarios se vieron obligados a proceder a un tratamiento de las aguas residuales antes de su eliminación en el subsuelo u optar por el tratamiento del agua potable. Hacia la mitad del siglo XIX el agua que salía de los grifos era un líquido que nadie se atrevía a tomar. Las autoridades locales empezaron entonces a “purificar” las aguas residuales.

En 1980, el costo del tratamiento y recolección de aguas residuales era la principal partida de los gastos de las autoridades locales (Illich, 1988). Transformar ríos en alcantarillado es ahora una idea universal, los 36 ríos que llegan a la Ciudad de México son hoy en día canalizados y cubiertos hacia la red del drenaje profundo en vez de utilizarlos para recargar el manto freático. Esta idea es una construcción social, no existe naturalmente, para llegar a ejecutar tales obras se tuvo que inventar que el agua podría ser el vector de evacuación de desechos sólidos, los cuales, en vez de regresarlos a la tierra, son transportados por el agua para contaminar ríos, lagos y mares. Así se construyen los riesgos: contaminación, inundaciones, y otros. Como hemos visto, el alcantarillado tuvo un principio, ¿podría tener un fin?

Desde las grandes obras del siglo XIX, las empresas constructoras estaban muy interesadas en participar en la construcción del alcantarillado. Hoy la situación no ha cambiado, las grandes multinacionales del agua constituyen grupos de presión muy potentes para vender la idea del alcantarillado y del tratamiento del agua. El año 2008 fue declarado el Año Internacional del Saneamiento por las Naciones Unidas con la meta de reducir a la mitad a la población mundial sin servicios básicos de saneamiento para 2015. El costo anual está estimado en 10 mil millones de dólares. Con esta misma inversión anual se podrían proporcionar los servicios básicos de saneamiento para el mundo entero en una o dos décadas. Así, entendemos por qué las grandes multinacionales del agua están tan interesadas en seguir difundiendo el modelo global del saneamiento sin cuestionarlo. El saneamiento es entonces no solamente un modelo global, sino también un negocio incuestionable porque “lleva la tecnología, el desarrollo y la modernidad a poblaciones que carecen de ella”. El modelo de saneamiento con agua tiene, de hecho, un futuro incierto: unos de los impactos del cambio climático son precisamente más sequías en algunas regiones (más lluvias en otras) lo que volverá el modelo de saneamiento con agua obsoleto a mediano y largo plazo. En este contexto el negocio del saneamiento tendrá que tomar otras direcciones.

## **CASO DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE MÉXICO**

Un caso extremadamente agudo en este tema es el de la Ciudad de México donde se mezclan indebidamente las aguas negras y las de lluvia y son evacuadas a través de atarjeas y colectores al Gran Canal de Desagüe (48 km), pasando después por el Túnel de Tequixquiac a terrenos del Estado de Hidalgo. Por el hecho de que la Ciudad de México se hunde progresivamente, por la extracción importante de agua del manto freático, el Gran Canal ya no puede cumplir su función de desagüe (véase la Figura 2). En 1900 el Gran Canal estaba por debajo de la Ciudad a unos 20 metros, en 1952, estaba por debajo, a sólo unos cuatro metros y en 1990 estuvo casi por arriba de la Ciudad y por lo

tanto, por el riesgo de no poder evacuar las aguas negras se tuvieron que hacer recientemente importantes obras para poder evacuar las aguas. Desde la época prehispánica, la ciudad de Tenochtitlán estuvo amenazada por inundaciones, en 1449 permaneció inundada bajo 1 o 2 metros durante varios meses hasta el punto de que Moctezuma I reconociéndose incapaz de afrontar esta situación, pidió auxilio a su primo Netzahualcōyotl y propuso la construcción de diques o muros de madera, piedra y arcilla para limitar la fuerza de las aguas (Bribiesca, 1960). La obra es conocida como albarradón de Netzahualcōyotl o albarrada vieja de los indios. En el siglo XVIII se empezó a abrir el tajo de Nochistongo para evacuar el agua de los temporales y en 1768 Joaquim Velásquez Cárdenas de León presentó un nuevo plan de trabajo para el desagüe general que incluía un túnel para Tequixquiác, no obstante las obras se terminaron en 1788. Durante la década de 1890 a 1900 se ejecutaron las primeras obras de drenaje y de 1900 a 1908 se completaron con la introducción de las aguas de Xochimilco. Las obras de drenaje de la Ciudad de México fueron comisionadas a una compañía francesa que ya había aplicado el sistema del "tout-a l'égout" en París, lo que quiere decir que las aguas negras y de lluvia vayan juntas al sistema de drenaje. Así se aprovechó del canal y del túnel de desagüe para dar salida a las aguas negras y las de lluvia. La Ciudad de México estaba así lista y preparada para adoptar la solución del W.C. inglés, desde finales del siglo XIX. Esto trajo como consecuencia un cambio en las costumbres ciudadinas pues en todas las casas de las clases acomodadas sus dueños se vieron obligados a instalar los excusados a la inglesa sin prever el futuro desastre: la necesidad creciente de agua potable y la extracción inconsiderada de agua del subsuelo de la ciudad y la perforación de un gran número de pozos (más de 3, 600) y como consecuencia, la aparición de las aguas negras en la superficie de las calles. En 1925 se dio cima al proyecto del ingeniero Gayol del alcantarillado que se vertía en el desagüe. A partir de ahí el hecho de reunir las aguas de lluvia y las negras, puso a la Ciudad en una situación de constante riesgo ya que no se puede controlar el hundimiento progresivo de la Ciudad (Martínez, 2004).

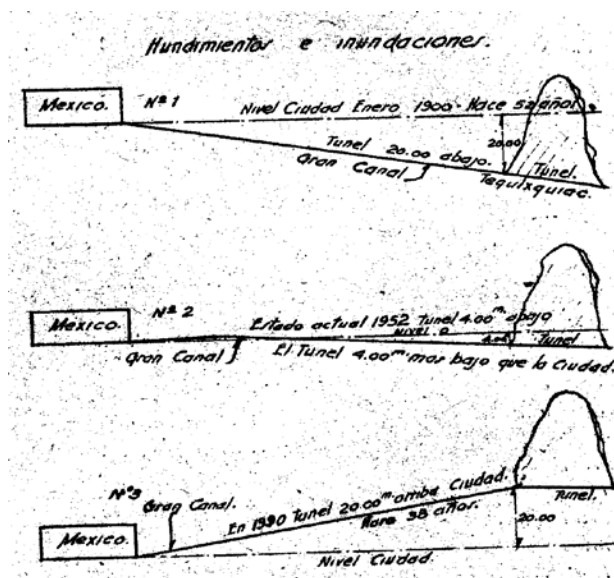


Figura 2: Niveles de las ciudades con relación al desagüe en el tiempo.

Antes de la instalación del alcantarillado de la ciudad la situación no era tampoco maravillosa: los inodoros o excusados eran todos del tipo de fosas, a veces bastantes profundas cuando se trataba de una casa de vecindad. Muchas de estas casas carecían de excusados y sus habitantes se veían obligados a guardar sus desechos en espera de una pipa de madera, montada sobre ruedas y tirada por una mulita. De cada vivienda salía alguna persona cargando una cubeta llena para vaciarla en la pipa aquella. La cual, una vez llena salía de la ciudad para vaciar su contenido en algún sitio lejano de toda población, y que se convertía en un foco de infecciones.

Es interesante observar que en la Ciudad de México, como en otras grandes urbes, nunca se examinaron otras alternativas al alcantarillado, presentado como la última tecnología proveniente de Europa y como la solución universal.

La ciudad de México está enfrentando un doble riesgo: riesgo de hundimientos que afectan calles y construcciones como en la Delegación Iztapalapa donde los efectos son más pronunciados, y riesgo de inundaciones no solamente de agua de lluvia sino de las aguas negras y grises del alcantarillado. En la Ciudad de México, desde el inicio de la construcción del alcantarillado, se habían juntado las aguas negras, grises y pluviales. Cuando surgen precipitaciones intensas, el alcantarillado no tiene la capacidad de evacuarlas. Por ejemplo, en enero del 2010, se registró la

precipitación de 36 millones de metros cúbicos de agua por lluvias intensas en 48 horas, y que sobrepasaron la capacidad de desalajo del sistema de alcantarillado, lo que provocó inundaciones en varias delegaciones.

## **DISCUSIÓN: ¿EXISTEN OTROS MODELOS?**

La tecnología del alcantarillado y del WC son tecnologías que responden a un modo de producción heterónomo con el sentido que daba Ivan Illich a la palabra en oposición a un modo de producción autónomo. Como lo explican Illich (1976), Turner (1976) y Dupuy (2002), todo valor de uso puede ser producido de dos maneras utilizando dos modos de producción distintos: un modo autónomo y un modo heterónomo. Un solo ejemplo permite entender esto: se puede adquirir una casa mediante un crédito y una constructora (modo heterónomo) o construir poco a poco uno mismo su propia casa en un terreno adquirido (modo autónomo). El mérito de Ivan Illich consiste en articular los dos modos y su hipótesis central es que la “sinergia positiva” entre los dos modos es posible sólo en ciertas condiciones precisas. Más allá de un cierto umbral crítico de desarrollo, la producción heterónoma provoca una completa reorganización del medio físico, institucional y simbólico. Entonces se pone en marcha un círculo vicioso que Illich llamó “contraproduktividad”. Illich analizó este fenómeno en el sector de la salud, de la escuela, del transporte y de las comunicaciones. Este fenómeno es exactamente lo que está pasando con el alcantarillado y el W.C. de agua. Al utilizar un sólo sistema técnico (el alcantarillado), llegamos a una contraproduktividad, se necesita más y más agua, más y más sistemas y canales de evacuación, y otros. Con una ciudad de 17 millones de habitantes, llegamos a este umbral crítico y el sistema del alcantarillado que hubiera podido ser aceptable para una ciudad de un millón de habitantes ya se ha vuelto contraproducente. Como todo ecosistema, la ciudad y su sistema sanitario, es compleja, pero esta complejidad le da una gran estabilidad y una fuerte resiliencia. Sin embargo, esto es válido hasta cierto punto, más allá del umbral crítico el sistema se desarticula y se desequilibra, en matemáticas, como dice Dupuy (2002, pp. 132), tal discontinuidad se llama “catástrofe”.

Se trata aquí de proceder a una crítica del proyecto *tecnicista* que caracteriza la ideología sanitaria. La ideología sanitaria se piensa como universal al igual que el modo de desarrollo científico, técnico, económico y político del mundo moderno, lo que lo lleva a una contradicción redibitoria para parafrasear a Dupuy. El alcantarillado ya no es sustentable, sabemos que su costo es alto y no podrá ser desarrollado en todas las ciudades de todo el planeta. Siguiendo a Guibbert (1988) las soluciones convencionales del tipo del alcantarillado son centralizadas al nivel de la ciudad, no existe participación de la población en su gestión; sectoriales, fuerte competencia entre las diferentes empresas públicas y privadas de agua, alcantarillado, recolección de basura, y otros, que impiden toda solución integral; miméticas en la mayoría de los casos: se aplican soluciones tecnológicas ajenas al contexto geográfico, climático, cultural y normativo y finalmente económicamente costosas. Además de su alto costo (costo de instalación más el costo de conexión a la vivienda más el costo de construcción de la planta de tratamiento más el costo de funcionamiento y mantenimiento de la red y de la planta de tratamiento), se tiene que contemplar el alto consumo de agua. Se estima que una taza sanitaria para una familia de cinco personas utiliza un promedio de 410 litros de agua diarios (150,000 litros/año) para transportar unos 250 litros de excrementos en un año y 2,500 litros de orina y así se multiplican los volúmenes de aguas negras para ser tratadas (Añorve, 2006). También los costos energéticos del alcantarillado son altos, tanto para la producción de los elementos del alcantarillado como para la construcción y el funcionamiento del tratamiento o del bombeo en el caso de la Ciudad de México, hacia el gran canal de desagüe. Cabe mencionar también las pérdidas energéticas que representan los millares de toneladas de abono que podrían ser recuperados para la agricultura y que por el contrario van a contaminar los ríos y el mar. Sabemos que estas energías necesarias al alcantarillado provienen de combustibles fósiles y lo menos que se puede decir es que el alcantarillado no contribuye a reducir las emisiones del gas carbónico en la atmósfera.

Pero, ¿existen alternativas al alcantarillado? Existen, pero nunca serán un nuevo dogma universal, no están basadas en la reproducción de un nuevo monopolio. Se trata de tecnologías no centralizadas, autónomas, son integrales y consideran la ciudad como un “ecosistema” en el cual se trata de restablecer el equilibrio dinámico (agua, suelo, clima) y reconstruir los ciclos que han sido rotos por las prácticas de la ingeniería sanitaria convencional, todavía enseñada en la mayoría de las escuelas de arquitectura y de ingeniería. Estas soluciones se basan en una “ecología popular” en donde los mismos habitantes pueden tener el control y tomar las decisiones acerca de las opciones tecnológicas. Son de hecho procesos técnico-sociales en los cuales los habitantes son responsabilizados e integrados.

Por ejemplo, las letrinas secas que se describen a continuación, deben de ser gestionadas de forma autónoma por los habitantes mismos y están perfectamente adaptadas a la urbanización de las colonias populares de las ciudades de América Latina, colonias de mediana densidad donde los habitantes han construido poco a poco su vivienda.

## ¿Qué es el eco-saneamiento y cuáles son sus principios?

El eco-saneamiento es la prevención de la contaminación y de las enfermedades provocadas por los excretos humanos, su tratamiento considerado como recurso, más que desecho, y la transformación y el reciclamiento de nutrientes (Esrey et al., 2001). El saneamiento convencional pierde esta dimensión de recursos, de nutrientes para el suelo, y rompe el ciclo natural queriendo evacuar los “desechos”. Como dice Robert (1992), la matriz tierra-agua es la base material de la comunidad, al no regresar el agua a la tierra, la ingeniería sanitaria rompe el ciclo. La capacidad de absorción de la tierra es lo que se llama la matriz-suelo-agua.

La utilización del eco-saneamiento implica una nueva visión y una modificación de lo que pensamos que es el saneamiento orientado hacia la equidad y la sustentabilidad. El concepto de eco-saneamiento se aplica particularmente a las ciudades cuyos recursos en agua, en espacio y financieros son limitados.

Existen básicamente dos sistemas de eco-saneamiento, el primero basado sobre la **deshidratación**, y el segundo, basado en la **descomposición o compostaje**.

El sistema de deshidratación consiste en la deshidratación de las materias en una cámara. El proceso se lleva a cabo por desecación, por medio de ventilación, calor y adjucción de un material seco (arena), la humedad tiende a bajar a menos de 25% y se tiene que utilizar un separador de orina para optimizar el proceso. El sistema está perfectamente adaptado a las zonas secas. Existen numerosas letrinas secas basadas en este principio: las letrinas vietnamitas, la Letrina Abonera Seca Familiar fabricada por el CEMAT en Guatemala; el Sanitario Ecológico Seco fabricado por el arquitecto Añorve (2006) en Cuernavaca (véase la Figura 3); el excusado a deshidratación “WM Ekologen” de Suecia desarrollado por el profesor Mats Wolgast del Instituto Karolinska en Estocolmo en los años 80; el excusado solar “Techan” del Salvador que incluye un calentamiento solar; el excusado de doble cámara y calentamiento solar en la Provincia de Cotopaxi en el Ecuador; los excusados interiores de deshidratación de caída larga en Sana’a en el Yemen y el baño tradicional a deshidratación en Ladakh, India.

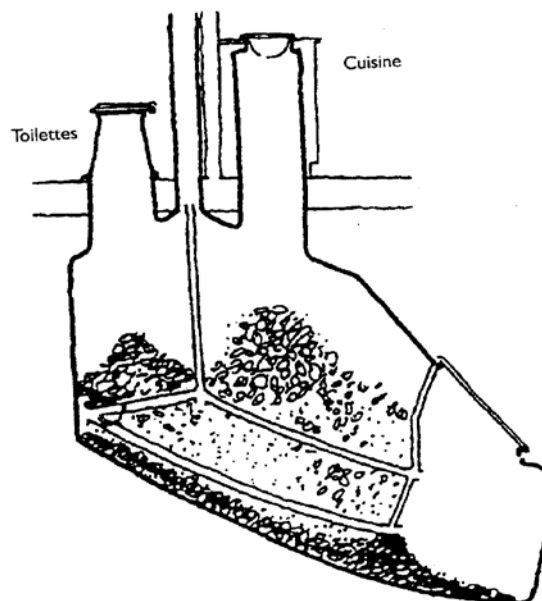


Figura 3: Letrina seca basada en el sistema de deshidratación (Añorve, 2006).

El sistema basado en la descomposición o compostaje es un proceso biológico natural por medio del cual las bacterias y otros microorganismos se transforman en sustancias orgánicas para producir una composta /abono. Es un sistema aeróbico, una cantidad suficiente de oxígeno tiene que poder entrar en el compostaje, la tasa de humedad se sitúa entre el 50 y el 60%. El equilibrio carbono-azote se sitúa entre 15:1 y 30:1 y la temperatura de la cámara tiene que estar arriba de 15°C. Esto significa que este sistema está perfectamente adaptado a zonas tropicales y tropical húmedo tal como lo utilizó Aceves (2000) del Instituto Politécnico Nacional en zonas bajas de Chiapas. Este sistema fue introducido en Suecia hace más de 50 años, es el “Clivus Multrum”: es un baño con una sola cámara que combina el tratamiento de las orinas, heces y residuos orgánicos domésticos (véase la Figura 4). La cantidad de abono producido



varía entre 10 a 30 litros por persona por año. Del mismo sistema es el baño con cámaras múltiples llamado “carousel” de Noruega: fabricado por Vera Miljø, es muy popular en Noruega. En México, la arquitecta Josefina Mena desarrolló el escusado solar llamado SIRDO seco, fabricado con dos cámaras de fibra de vidrio, tiene la ventaja de ser móvil. En la isla de Kiribati en el pacífico, la Universidad de Tasmania desarrolló un escusado con dos contenedores de basura móviles. En la India, en el Estado de Kerala, se adaptó el sistema de la letrina vietnamita para una población que utiliza agua para limpiarse. El agua servida está dirigida a un pequeño estanque de evapo-transpiración con entramado de raíces (Esrey et al, 2001).



**Figura 4. Letrina seca basada en el sistema de compostaje, “Clivus Multrum”, Suecia (Esrey et al., 2001).**

Todos estos sistemas requieren no obstante, de mucha más difusión y promoción que el convencional baño WC, e implican para su adecuada utilización, resolver algunas cuestiones de orden cultural. Estos sistemas sustentables, implican algunas manipulaciones por parte de los usuarios y es lo que, en algunas partes del mundo, ha sido expresado como un factor negativo de aceptación. Vemos a continuación los elementos de un debate entre los defensores del sistema de alcantarillado convencional y los defensores de los sistemas alternativos.

Un aspecto cultural relativo al uso de los sistemas secos alternativos que provoca debates es el de saber si los baños secos son correctamente utilizados en poblaciones donde la limpieza corporal se efectúa con agua por tradición o por religión (i.e. los musulmanes). El baño seco utilizado en el ejemplo de Kerala en la India muestra que es posible tomar en cuenta el aspecto cultural. Los excusados que utilizan un sistema de separador de orina constituyen una innovación y varios usuarios creen que estos excusados no están adaptados para los hombre o para las mujeres. Sin embargo, estos modelos funcionan para ambos sexos, sentados o de cuclillas.

Otra crítica a los sistemas ecológicos es la que considera que estas soluciones son solamente de bajo costo y que permite olores y moscas incompatibles con la vida moderna. Los sistemas de eco-saneamiento son muy sensibles a una mala gestión y siempre hay que tomar en cuenta las condiciones culturales y geográficas locales.

La elección de un sistema de eco-saneamiento está determinada por la consideración de ciertas variables tales como el clima, la topografía del suelo, la escasez o abundancia de agua, las condiciones económicas, sociales y culturales, la capacidad técnica y de gestión de la población beneficiaria y la densidad del hábitat. Sin tomar en consideración estos factores se puede provocar un mal funcionamiento de los sistemas elegidos.

## CONCLUSIONES

Es interesante observar que el debate entre los defensores de los sistemas de letrinas secas y los defensores del alcantarillado no es nuevo, hemos visto que en el siglo XIX en Inglaterra y en Francia ya había empezado esta misma controversia. Sin embargo, ahora la problemática que enfrentan las ciudades es más aguda tanto por el crecimiento de la población como por la falta de agua potable en muchas de ellas. El caso de la Ciudad de México es emblemático pero no es el único caso en el mundo donde la elección del sistema de alcantarillado está conduciendo paulatinamente a la

ciudad a un desastre anunciado. La vulnerabilidad de la ciudad a inundaciones ha crecido sobre todo a partir de los años cincuenta. La prevención y mitigación de estas inundaciones conducirá a llevar a cabo más y más obras de desagüe costosas hasta un punto límite donde se tendrán que plantear otras opciones de saneamiento.

El caso de la Ciudad de México es particularmente crítico porque, por un lado se extrae agua del subsuelo para el uso del WC lo que conlleva hundimientos en el suelo, y por el otro se mezclan aguas negras y de lluvia lo que sobrepasa la capacidad de evacuación del drenaje en épocas de lluvias intensas. Es una ciudad donde la solución seca hubiera podido ser utilizada de manera generalizada sobre todo antes de los años 50 cuando había pocos conjuntos habitacionales. La ingeniería sanitaria ha decidido optar por la solución con agua, ahora esta misma ingeniería intenta solucionar lo que ella misma ha provocado (construcción de un nuevo gran colector, separación de las aguas negras y grises de las aguas de lluvia).

En esta polémica hay que subrayar que los sistemas de eco-saneamiento son más complejos que los sistemas convencionales de saneamiento y el funcionamiento correcto exige más responsabilidad por parte de los usuarios. Este sistema autónomo implica una cierta participación social y una gestión descentralizada. En *Némesis Médica*, Illich (1976) escribe que “La recuperación de la acción autónoma dependerá no de nuevas metas específicas que comparta la gente, sino de la utilización de procedimientos jurídicos y políticos que permitan a individuos y grupos resolver conflictos originados por la persecución de objetivos diferentes”. La gestión autónoma del saneamiento está por construirse a partir de nuevas políticas urbanas.

Illich, desde los años 70, planteaba que el control social de los sistemas de producción es la base de toda reestructuración social, el control social sobre la tecnología es entonces la base de todo cambio. Actualmente, este control con relación al saneamiento, es llevado a cabo por medio de “tecnócratas expertos” (profesionales, especialistas, científicos, y otros.) que están a la cabeza de las grandes empresas multinacionales del agua (Veolia, Lyonnaise des Eaux, Severn Trend, y otras.), egresados de grandes escuelas de ingeniería, fueron capacitados para operar sistemas de alcantarillado y tratamiento de agua, sin nunca cuestionar dichos sistemas. Entonces, el cambio, no puede venir de estas empresas, sino de investigadores y científicos que trabajan en sistemas alternativos, de grupos, comunidades y municipalidades innovadoras que empiezan a cuestionar las soluciones de alcantarillado y que adoptan las soluciones secas alternativas en forma autónoma.

Las municipalidades encuentran ahora dificultades cada vez más importantes para el suministro del agua potable, el suministro de agua está limitado a sólo algunas horas por semana. En la Ciudad de México el suministro de agua está ahora limitado, la reducción diaria es de 10% y el sábado de 50% y en algunas colonias donde no llega suficiente agua se surten de agua por medio de camiones pipa. A pesar de la falta de suministro de agua y de los riesgos de inundaciones, todavía las autoridades de la Ciudad de México no cuestionan el sistema de alcantarillado y el debate público es aún inexistente.

## REFERENCIAS

- Aceves, F. F. (2000). *Chiapas, tecnologías ambientales socialmente apropiadas*, IPN, México.
- Añorve, C. (2006). “El abc del saneamiento ecológico”, CITA, Cuernavaca, México.
- Audefroy, J. (1977). *La formation du val de bièvre, essai d'interprétation architecturale de l'histoire*, CORDA, Paris, Francia.
- Bribiesca, C. J. L. (1960). *Hidrología histórica del Valle de México*, Talleres Gráficos de la Nación, México.
- Corbin, A. (1982). *Le miasme et la jonquille. l'odorat et l'imaginaire social, XVIII<sup>e</sup> XIX<sup>e</sup> siècles*, Aubier-Montaigne, Paris, Francia.
- Dupuy, J. P. (2002). *Pour un catastrophisme éclairé*, Seuil, Paris, Francia.
- Esrey, S., Gough, J., Rapaport, D. y Sawyer, R. (2001). *Assainissement écologique*, ASDI, Estocolmo, Suecia.
- Guéneau de Mussy, N. (1874-1885). *Clinique médicale*, Paris, Francia.
- Guibbert, J. J. (1988). “Saneamiento alternativo o alternativas al saneamiento”, actas del primer Seminario Latinoamericano sobre Saneamiento Alternativo, Medellín, Colombia.
- Hugo, V. (1862). *Les misérables*, París, Francia.
- Illich, I. (1988). *Alternativas II*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Illich, I. (1976). *Némesis médica*, Fondo de Cultura Económica, México.

- Illich, I. (2008). "H2O y las aguas del olvido", en *Obras Reunidas II*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 337-423.
- Martínez, O. C., Libreros, V. M., Quiñones, A. M. C., López, R. I. H., Ortiz, G. A. R. y Montesillo, J. L. (2004). "Gestión del agua en el Distrito Federal, retos y propuestas", Universidad Nacional de México – Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad (NAM-PUEC), México.
- Moule, H. (1868). *The Advantages of the Dry Earth System*, Londres. Inglaterra.
- Robert, J. (1992). *Ecología y tecnología crítica*, Fontamara, México.
- Sponi, H. (1856). *De la vidange au passé, au présent et au futur*, Impr. de Vve Bouchard-Huzard, Paris, Francia.
- Turner, J. F. C. (1976). *Libertad para construir*, Siglo XXI, México.