

HIGIENE PUBLICA

D. puración biológica de las inmundicias de los albañales como destino final.

El hombre secreta cada día una cantidad de substancia putrecible, cuya descomposición, en las materias fecales, ha comenzado desde antes de ser arrojada al exterior, como lo manifiesta el olor con que se anuncia su salida. Esta descomposición es debida á la acción de los microbios saprofitos que pululan en el intestino, y es ampliamente favorecida cuando á las materias fecales se agrega la orina, que además, sufre ella misma la putrefacción amoniacal.

Las materias fecales pueden contener, además de los microbios saprofitos, algunos patógenos, si ellas provienen de individuos atacados de tifoidea, cólera, disentería, tuberculosis intestinal y otras. La orina también puede ser el vehículo de microorganismos patógenos.

En las agrupaciones humanas estos residuos se acumulan en más ó menos cantidad, cerca ó lejos de las habitaciones; algunas veces allí mismo sufren las diferentes transformaciones que les son propias; de aquí la posibilidad de que tanto el aire como el agua y demás substancias destinadas á la alimentación de las colectividades sean contaminadas, no sólo con substancias y microbios banales, sino con microbios patógenos de la mayor virulencia. Desde este punto de vista, es preciso tener muy en cuenta las excreciones faringeadas, laringeadas y de los bronquios, que pueden ser el vehículo de agentes patógenos tan peligrosos como los de la difteria, pneumonía, tuberculosis y otros. Las aglomeraciones desechan también aguas de lavado de todas especies, aguas de las cocinas, ricas en materias orgánicas, restos de alimentos, grasas, etc., etc. A estas inmundicias es preciso agregar las que provienen de los animales, las de los establecimiento industriales y las basuras de todas clases.

Es pues, preciso, evitar la acción tan nociva de la proximi-

dad de los desechos de las aglomeraciones humanas y animales, y este problema se ha tratado de resolver satisfactoriamente, no sólo por las colectividades que cuentan con los elementos de perfección que el progreso ha puesto á su disposición, sino hasta por los menos civilizados. En la actualidad, en algunas de las localidades pequeñas, todavía se ve dejar correr delante de la casa las aguas sucias, depositar alderredor de las habitaciones los excrementos humanos, dejando á los agentes atmosféricos el cuidado de hacerlos desaparecer, ó bien depositar esas peligrosas materias en los llamados "pozos perdidos, pozos absorbentes," donde sufren la descomposición lenta, y la absorción, los gases nocivos contaminando las aguas en las capas profundas, prácticas que constituyen un gran daño cuando el suelo acaba por saturarse, ó que á causa de ellas se contamina el agua que sirve para la alimentación.

Se recurre también á depósitos cubiertos, llamados "fosas fijas," impermeables que reúnen una cantidad dada de inmundicias, para ser extraídas periódicamente.

Se emplea también el sistema de fosas móviles que permite recoger las materias fecales en depósitos metálicos con un cierre de bayoneta. Cuando estos depósitos se llenan, son reemplazados por otros vacíos, substitución que se hace fácilmente, mediante el mecanismo indicado.

Estos sistemas han sido reemplazados con inmensa ventaja por el de canalización llamado por "Flotación," "Schwenmsystem" de los alemanes, *tout á l'égoût* de los franceses, que aunque muy costosa, realiza el ideal de la higiene en este particular: el alejamiento inmediato y completo de las inmundicias, á medida que ellas son depositadas, desde las habitaciones hasta lugares apropiados situados á grandes distancias de las casas. Este sistema se caracteriza por la evacuación de la totalidad de las inmundicias líquidas, materias excrementicias, aguas sucias industriales y pluviales por los mismos conductos, sirviendo de vehículo el agua. El agua representa, en efecto, el vehículo esencial de todas las materias que se deben desechar, y cuya marcha se opera de una manera continua, bajo la influencia de la pendiente de los conductos, sin que sufran detención en ninguna parte.

* * *

El destino final de las inmundicias, es uno de los problemas de más importancia que las colectividades tienen que resolver, como complemento indispensable del saneamiento de las ciudades.

El vertimiento de ellas al mar, á los grandes lagos, al curso más ó menos caudaloso de las aguas de los ríos, es la solución que se ha dado al problema donde se dispone de estos elementos. La experiencia ha demostrado que este medio es bueno cuando pueden llevarse las inmundicias á una buena distancia de la playa. El verterlas á los ríos no ha dado un resultado satisfactorio, porque aunque en determinadas circunstancias la contaminación que produce á las aguas desaparece por completo, en otras lleva sus perjuicios á todos los pueblos que utilizan sus aguas, río abajo, del lugar en donde recibe el contenido de los albañales.

La destrucción de las inmundicias por la incineración, no es un procedimiento económico, por consiguiente, sólo por vía de experimentación es empleado por colectividades muy reducidas.

La transformación en abono artificial, es un buen medio que puede utilizarse en donde este producto sea cuotizado á buen precio; en circunstancias contrarias cuando la producción excede á la demanda, resulta poco práctico.

El empleo final de las materias pútridas en los campos de irrigación, ha sido puesto en práctica hace muchos años. Primitivamente las materias eran derramadas simplemente en la superficie de las tierras de cultivo, las que por esto adquirirían una gran fertilidad; pero este procedimiento así aplicado, no tardó en ser denunciado como la causa de algunas epidemias de fiebre tifoidea en los lugares en donde era empleado, aun cuando la tierra de labor que recibía las aguas pútridas fuera particularmente apta á transformarlas y haciendo inofensivos sus elementos por intermedio de la vegetación que los introducían en el ciclo de sus fenómenos vitales.

La evolución de los fenómenos biológicos que termina por la destrucción completa de la materia orgánica, exige entre otras

circunstancias, una aereación muy activa del suelo, la llegada intermitente de las materias y que los canalillos, en los cuales ella circule, sean bastante amplios para dejar pasar el aire, mientras que los elementos que forman sus paredes estén aun cubiertos de una fina capa líquida; además, es preciso impedir por un buen drenaje la ascensión del agua subterránea y asegurar, por el contrario, un desagüe regular al agua que es despojada de su materia orgánica á su paso por el suelo. Sin estas condiciones, el derrame simple de materias de los albañales sobre cualquier terreno de labor, resulta más bien perjudicial que benéfico, si estas materias no están bastante líquidas para penetrar en él fácilmente.

El agua, al penetrar en el suelo, arrastra consigo la materia orgánica y los microbios que tiene en suspensión; su penetración se encuentra, pues, regida por la capacidad y la permeabilidad de los terrenos, y son siempre los fenómenos de adhesión molecular los que intervienen para inmovilizar en las paredes de los canalículos del suelo, tanto las moléculas de la materia orgánica como los microbios que las acompañan. Una vez que ha penetrado en el suelo apropiado la materia orgánica vehiculada por el agua y acompañada de las especies microbianas que le son propias, según el grado de descomposición y según la clase de alimento que ellas proporcionan, la destrucción de la materia orgánica se verificará por completo, gracias á la voracidad de estos microorganismos; y como la riqueza microbiana del suelo es proporcional á la cantidad ó cualidad de la materia orgánica, allí donde se encuentre la materia orgánica más compleja, en razón de sus propiedades coloides, es decir, en las capas superficiales, allí se multiplicarán los gérmenes muy variados, susceptibles de nutrirse de esta materia, y en las capas más profundas, donde no hay más que materia orgánica ya degradada, bien soluble bajo forma de amoniaco, no pulularán sino los microbios nitrificadores, únicos capaces de mantenerse con una nutrición tan pobre.

La nutrición de todas las especies microbianas que entran en estos fenómenos biológicos tan complejos, conduce, pues, á la destrucción de la materia orgánica que se opera esencialmente por su oxidación á expensas del oxígeno del aire y bajo la influencia de los organismos que transforman al carbono en ácido

carbónico, al ázoe en amoniaco, al amoniaco en ácido nitroso y ácido nítrico. La combinación de estos ácidos con las bases salinas, dan los nitritos y los nitratos, últimos términos de la regresión de las substancias azoadas, que permiten el sorprendente fenómeno de ver entrar en el suelo una agua cargada de excrementos y salir tan cristalina y pura que puede servir, desde luego, para usos domésticos y aun para la alimentación.

*
* *

El suelo es, sin ninguna duda, un buen lugar de depuración de las aguas residuales de las ciudades, porque constituye el depósito normal de las innumerables especies microbianas, á las cuales la naturaleza ha confiado, como lo hemos dicho ya, el cuidado de descomponer todas las substancias orgánicas vegetales ó animales, residuos ó desechos de los seres vivos por la desintegración y mineralización de las moléculas orgánicas.

Pero para que esta función tenga lugar, son indispensables las dos condiciones que hemos indicado: que el suelo sea absorbente y permeable el aire, es decir, poroso, profundo y bien drenado, y como terrenos de estas condiciones no existen al alcance de todas las ciudades, no todas pueden hacer uso de este medio de depuración.

Afortunadamente las adquisiciones de la ciencia han conducido á los higienistas á ensayar el procedimiento de depuración exclusivamente biológico en un medio artificial que sirva de soporte para los fenómenos biológicos, en substitución de los terrenos naturales.

Las experiencias emprendidas hace más de trece años, después de las importantes demostraciones de Dibdin, de Sir Henry Rosevë, de Percy Frankland, de Gibert Fowler en Inglaterra, de Dumber en Alemania, de Hiram Mills y Kimcut en América y de Calmette en Francia, han correspondido perfectamente á las concepciones, y ahora más de 25 ciudades inglesas, entre las cuales conviene citar la gran ciudad industrial de Manchester, no emplean más que el procedimiento biológico ó bacteriano, para desembarazarse de sus aguas de albañales, con resultados muy satisfactorios.

De la descripción de la estación experimental instalada por Calmette en Lille, es de donde tomamos los detalles para esta comunicación.

El sistema bacteriano que nos ocupa, comprende tres tiempos bien distintos:

1º La decantación y separación de los residuos sólidos no putrecibles (arenas, escorias, piedras, carbón, restos de fierro, etc., etc.).

2º La disolución de las materias orgánicas por fermentación anaerobia en la fosa séptica.

3º La transformación de las materias orgánicas disueltas en nitritos y nitratos, por oxidación de los lechos bacterianos aerobios.

La primera parte, puramente mecánica, tiene por objeto principal el impedir la introducción en las fosas sépticas á los cuerpos minerales, tan abundantes en toda agua de albañal, que disminuirían notablemente la capacidad de las fosas, sin dar ningún beneficio al procedimiento.

El segundo tiempo es de una importancia capital: consiste en recibir en pilas de tres metros de profundidad, que deben estar constantemente llenas, todas las substancias orgánicas putrecibles que quedan en suspensión en el agua; los restos de papel, de vegetales diversos, de carnes, de grasas, residuos de las matanzas, de las lecherías, excrementos humanos y de animales, desechos industriales, etc., etc.

Las dimensiones de las fosas sépticas deben ser calculadas de tal manera, que las aguas que allí penetren, puedan permanecer 24 horas, es decir, que á cada cantidad de agua admitida á la entrada debe corresponder un volumen igual á la de salida. Las fosas quedan así constantemente llenas, y ya algunos días después de funcionar, se establece una fermentación espontánea muy activa.

Los microbios anaerobios llevados por las aguas mismas, se multiplican en las anfractuosidades de las escorias, forman una verdadera levadura y atacan á todas las moléculas orgánicas sólidas en suspensión, tan luego como llegan á su contacto.

Cuando esta levadura está constituida, se calcula que es capaz de disolver en 24 horas un peso de substancias orgánicas en suspensión igual al que las aguas de albañales llevan en el mis-

mo tiempo. Resulta de esto que, aun con varios años de funcionamiento, el volumen de las inmundicias que se depositan en el fondo, ya no aumenta.

A la salida de las fosas sépticas, las aguas que no contienen ya más que materias orgánicas disueltas (al estado de peptonas, de almidón ó de amoniaco libre), deben ser dirigidas hacia un canal colector que permita el vertimiento alternativo sobre una serie de lechos bacterianos de oxidación, donde la depuración propiamente dicha se efectuará: es el 3er. tiempo. Este, en el lenguaje técnico adoptado, comporta 1, 2 ó 3 contactos sucesivos sobre los lechos bacterianos, es decir, que el agua que hay que depurar deberá atravesar sucesivamente 1, 2 ó 3 pilas poco profundas llenas de escorias que sirven de soporte á los microbios oxidantes y en cuyas anfractuosidades se multiplican fácilmente.

Estas pilas, cuya capacidad útil es tal, que cada una de ellas puede ser fácilmente llenada en una hora y vaciada en el mismo espacio de tiempo, son construidas con pendiente suave, á partir de la compuerta de entrada hasta la de salida y de un drenaje en forma de *lomo* de pescado que asegura el escurrimiento fácil del agua que es admitida en ellas.

Se colocan en un metro de espesor, primero, escorias gruesas encima de los drenes, después escorias de 5 centímetros de tamaño, y en la superficie, escorias finas tamizadas de 1 centímetro á 5 milímetros de diámetro.

El agua recogida á la salida de las fosas sépticas en el canal colector, es conducida sobre cada lecho por medio de una vertiente en forma de abanico, de surcos radiantes que aseguren su repartición regular en toda la extensión del lecho. Las aguas permanecen allí durante un tiempo variable que no excede de dos horas, se dirige en seguida á un segundo lecho bacteriano, semejante al primero, en donde queda otras dos horas y que constituye el segundo contacto, después del cual, la depuración es terminada.

Algunas veces es preciso un tercer contacto en un tercer lecho cuando se trate de purificar ciertas aguas extremadamente cargadas de materia orgánica. Las muy diluidas son depuradas desde el primer contacto.

La fijeza de la materia orgánica por los microbios, no se efectúa

túa bien sino cuando los lechos son maduros, es decir, después de uno ó dos meses de estar funcionando y que los microbios aereobios son muy numerosos.

A partir de este momento se arreglan los períodos alternativos de inmersión y de aereación de los lechos bacterianos, de la manera siguiente:

1 hora para llenarlos.

2 horas que se tendrán llenos.

1 hora para vaciarlos.

4 horas para aerear las escorias mientras están vacías.

Sean ocho horas por período.

Cada lecho puede funcionar 3 períodos semejantes en cada 24 horas.

Si su capacidad es calculada de manera de que cada período pueda recibir por término medio 333 litros de agua de albañal por metro cúbico ó por metro cuadrado de superficie de los lechos ($\frac{1}{3}$ de la capacidad volumétrica de los lechos, los otros $\frac{2}{3}$ deben considerarse ocupados por las escorias), resulta que puede verse fácilmente en cada lecho un metro cúbico de agua por metro cuadrado de superficie y por día.

Con dos contactos se depurará un total de 500 litros por metro cuadrado de superficie y por día, sean 5,000 metros cúbicos por hectárea y por día.

Calmette, gran partidario de la depuración de las aguas de albañal á la vez por fosas sépticas y lechos de contacto, aconseja realizar como sigue, la instalación necesaria para tratar un volumen constante de 10,000 metros cúbicos por día, de aguas de albañal y domésticas que provengan de una Ciudad de 100,000 habitantes, conteniendo aproximadamente por metro cúbico 1.100 gramos de materia orgánica.

El agua de albañal llegará al principio con la más débil velocidad posible á una cámara donde parrillas y peines dobles detendrán los cuerpos flotantes voluminosos.

El agua atravesará en seguida lentamente una cámara de arena de 500 metros cúbicos de capacidad, provista de trampas cuyo fondo, inclinado en sentido inverso de la corriente, permitirá á las materias minerales insolubles, depositarse en una cubeta colocada cerca del punto de entrada y de donde estas materias serán extraídas.

De allí, el agua será encaminada con una velocidad de 20 centímetros por segundo hacia las fosas sépticas, donde se efectuará la disolución (casi total) de la materia orgánica en suspensión.

Estas fosas sépticas serán 4 con una capacidad de 2,000 metros cúbicos cada una. Su profundidad será de 4 metros á la entrada del agua y de 2 metros 50 centímetros en la otra extremidad; su fondo será compuesto de dos planos ligeramente inclinados hacia una compuerta mediana, destinada á facilitar en caso necesario, la evacuación de las inmundicias. El agua pasa del canal de llegada, en cada fosa, por un grueso sifón, para evitar las corrientes de superficie que batirán el líquido con el aire, circunstancia desfavorable á la fermentación anaerobia; las fosas que no es necesario cubrir, se disponen paralelamente unas á otras, son provistas de tabiques incompletos formando compuertas para amortiguar las corrientes; el agua debe emplear 24 horas en atravesarlas y su nivel debe mantenerse constante. Cerca de la salida, una compuerta detendrá las materias flotantes más ligeras.

A la salida de las fosas sépticas, el agua del albañal será recibida en un colector común que alimenta los lechos bacterianos de primer contacto, donde comenzará á ser fijada la materia orgánica disuelta y su oxidación. Estos lechos de primer contacto serán constituidos á derecha é izquierda del colector de alimentación por 4 pilas rectangulares, teniendo cada una 1,250 metros cuadrados de superficie (da un total de 10,000 metros cuadrados de superficie por los lechos de primer contacto) y un metro veinte centímetros de profundidad; su fondo está inclinado un centímetro por metro y provisto de un drenaje de tubos perforados. Las compuertas que arreglan la entrada y la salida de estos depósitos, son de dimensiones suficientes para dejar pasar en una hora toda el agua que cada pila pueda contener. Las pilas estarán llenas de escorias como antes se ha indicado.

Calmette ha valuado en 15 francos por metro cuadrado de superficie, los gastos de primera instalación de los lechos filtrantes; sea un gasto de 300,000 francos por los 20,000 metros cuadrados de los lechos bacterianos necesarios para la depuración de 10,000 metros cúbicos de agua de albañales. El resto de

la instalación (cámara con arena, fosas sépticas y canales), necesitará igual cantidad.

Los resultados tan satisfactorios que ha dado este sistema, su relativa economía y su fácil instalación, permiten esperar que su empleo se generalizará en aquellas ciudades que carezcan de terrenos apropiados para la depuración natural de sus inmundicias.

En el Distrito Federal, algunas de las Municipalidades necesitan adoptarlo, y ya el Presidente del Consejo Superior de Salubridad, Dr. Eduardo Licéaga, cuyo celo y competencia en asuntos de higiene pública, nos son tan bien conocidos, ha iniciado ante quien corresponde, la instalación conveniente para esas localidades. Y desde luego ha mandado establecer una pequeña fosa para depurar los desechos orgánicos que provienen del edificio del Laboratorio de Patología Experimental, en Mixcoac.

No está remoto el día en que cada casa ó grupo de casas, pueda tener, sin perjuicio alguno, sus propias fosas sépticas, para la depuración directa é inmediata de las inmundicias que de ellos provengan.

México, Mayo 8 de 1907.