

LA DEPURACION ARTIFICIAL DE LOS LIQUIDOS CLOACALES

POR EL

Ing. Federico F. Weiss

(Versión taquigráfica de la conferencia pronunciada en el aula de la Escuela Práctica de Medicina, en Córdoba).

Versará esta conferencia sobre los procesos y sobre los métodos empleados para la depuración artificial, en especial la biológica, de los líquidos cloacales efluentes de las cañerías colectoras.

Estos líquidos cloacales, antes de ser depurados, contienen elementos nocivos que es preciso eliminar. En esto consiste la depuración.

Definiéndola podríamos decir que es la eliminación o la reducción del tenor de los elementos nocivos de las aguas servidas e inmundas, llevadas hasta un grado tal que su concentración remanente no sobrepase la capacidad de la autodepuración, en corto trecho, de los cursos naturales, ríos, lagos o mares en los que hayan de ser vertidos.

Para realizar el propósito de depuración se pueden seguir procedimientos que divergen en cuanto al método, pero todos ellos llevan dentro de sí un solo proceso biológico idéntico en todas sus fases. Este proceso no ha podido ser substituído por los métodos puramente químicos por ser indispensable el concurso de la microflora y de la microfauna.

Para la mejor comprensión haremos previamente una somera descripción sintética del proceso total, luego presentaremos los medios de que se vale el ingeniero para cumplir con las exigencias que dicho proceso le plantea y finalmente estudiaremos el aspecto biológico en sí.

El efluente de la colectora es una mezcla: el 99,5 % es agua con elementos en disolución, en estado coloidal y en suspensión, a lo que se agregan diversas materias de arrastre tales como are-

na, carbón, detritus de vidrios, residuos sólidos industriales y domésticos, etc.

Prevía a la depuración biológica se hace necesaria la eliminación de todos los elementos extraños en suspensión y de arrastre; a los coloides los consideraremos incluidos entre los elementos disueltos, lo que para el caso es admisible dado que sus dimensiones son del orden del micrón y sus fracciones.

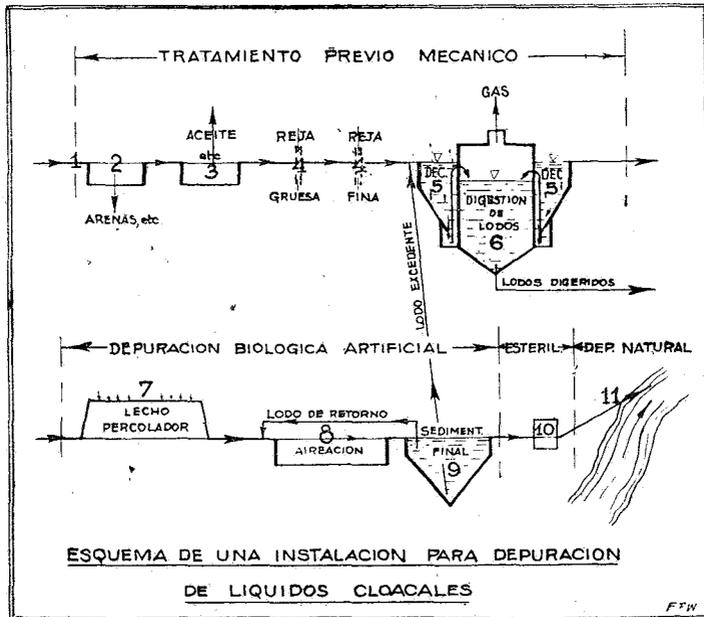


Figura N° 1

Entre los elementos en suspensión podríamos distinguir entre los que lo son en toda la acepción del vocablo, y los que, menos densos, están emulsionados o sobrenadan.

Entonces: el camino será recibir el líquido, hacerlo decantar brevemente, para que las arenas, los carbones, los vidrios, etc. queden eliminados; en una segunda etapa quitar todas las grasas, los aceites, etc., para evitar que la película que formarían en torno de los elementos orgánicos, coloides o en suspensión, dificulten o impidan la acción bioquímica de la microflora que luego veremos y el atascamiento de las rejillas; en la tercera etapa reduciré-

mos la velocidad del líquido para que por sedimentación se desprenda de lo sedimentable hasta un cierto grado, compatible con los procesos bioquímicos en sí; finalmente oxidaremos el líquido restante para inducir a la microflora nitrificante a pulular, transformando el nitrógeno orgánico en mineral. Esta última etapa es la biológica propiamente dicha y en ella es donde se cumple la finalidad buscada.

Esquematisando tendremos: (fig. 1)

En el punto 1 llega el efluente de la colectora; en el 2 efectuamos la eliminación de las arenas, etc.; en el 3 quitamos las grasas y los aceites, y en el 4 interceptamos el paso a las materias gruesas, como trapos, papeles, etc., que perjudicarían el proceso biológico. En el punto 5 penetra el líquido a la cámara, pileta o pozo de sedimentación, donde abandona del 80 % al 90 % de lo sedimentable en un plazo de unas 2 horas, sedimento que cae o es llevado al pozo de digestión de los lodos.

El efluente, putrescible, no está en condiciones de ser abandonado a la autodepuración del curso de agua, salvo los casos especiales de ríos muy caudalosos. Esta circunstancia obliga a efectuar la depuración biológica que se cumple en 7, 8 y 9. No es indispensable que se verifique esa depuración en el orden que da el esquema: pueden suprimirse los lechos y hasta las cámaras sedimentadoras y los pozos de digestión, tal como lo han hecho algunas ciudades de los Estados Unidos. Ese aspecto es más de índole económica que técnica. Hussmann ha demostrado en la "Schweizerische Bauzeitung" que una instalación racional como la que indica el esquema es la más adecuada, especialmente para ciudades medianas. Prüss y Blunk, comparando los costos de una instalación alemana, (Soest) con los de una norteamericana (Rochester) llegan a la relación de 15 Reichsmark a 24 dólares por habitante.

En el tipo racional del esquema se prevé en 7 un lecho percolador que tiene por objeto iniciar la acción nitrificante; en 8 está la cámara o pileta de aireación destinada a producir lo que se ha dado en llamar la "activación" de los lodos, y en el punto de todo lo cual nos ocuparemos en extenso más adelante. to 9 se produce una sedimentación final de esos lodos activados,

En épocas normales el efluente de la cámara 9 está en condiciones de ser entregado al agente final de la depuración: río, lago o mar. En época de epidemia grave, de pandemia, se procura esterilizar dicho efluente por la acción del oxígeno naciente obtenido mediante la introducción de cloro, sea en forma de gas, sea valiéndonos de los hipocloritos.

Dijimos al comenzar que existían grados de depuración y que el límite de ésta estaba dado por la capacidad autodepurativa del curso natural. Para la determinación de ambas se recurre a lo que podríamos llamar defecto de oxígeno bioquímico, que está dado por la cantidad de oxígeno absorbido por la flora microbiana para convertir un líquido putrescible en líquido imputrescible.

El efluente de la Zona artificial pasa en 11 a la Zona natural determinada por el curso de agua, etc., que toma a su cargo completar el ciclo.

Esta ligera idea que nos hemos formado con lo expuesto nos permite ir proyectando en la pantalla los elementos auxiliares de que se vale el ingeniero para poder satisfacer las exigencias establecidas, condiciones someramente enunciadas con el objeto del mejor entendimiento del proceso integral, y que luego las retomaremos una a una para estudiarlas en detalle.

Esta proyección (fig. 2) representa uno de los tipos corrientes de desarenadores con desviador, en el que el líquido cloacal circunda el núcleo central y se desprende de la arena por la destrucción de la energía cinética en el lugar próximo a la salida. Mediante esta draga a cangilones que se ve aquí (corte A-B) es elevada la arena que ha caído al fondo de la cámara para ser vertida en los volquetes Decauville que la transportarán al lugar de su destino final.

Las materias orgánicas arrastradas hacen que esta arena desprenda olores desagradables a causa de su putrefacción. En el desarenador de la Compañía Dorr se amengua notablemente este inconveniente.

La velocidad óptima está próxima a los 30 cm. por segundo para las cámaras de fondo plano; con ese dato el ingeniero fija las dimensiones de la misma para un gasto conocido.

Pasando al punto 3 de nuestro esquema vemos en esta proyección (fig. 3) una sección longitudinal y una planta de uno

de los interceptores tipo moderno de la Passavant con vertedor flotante. El dispositivo se basa en que mediante la insuflación de aire por la base de la cámara se logra una ascensión de las grasas y aceites emulsionados que luego son desviados con el dispositi-

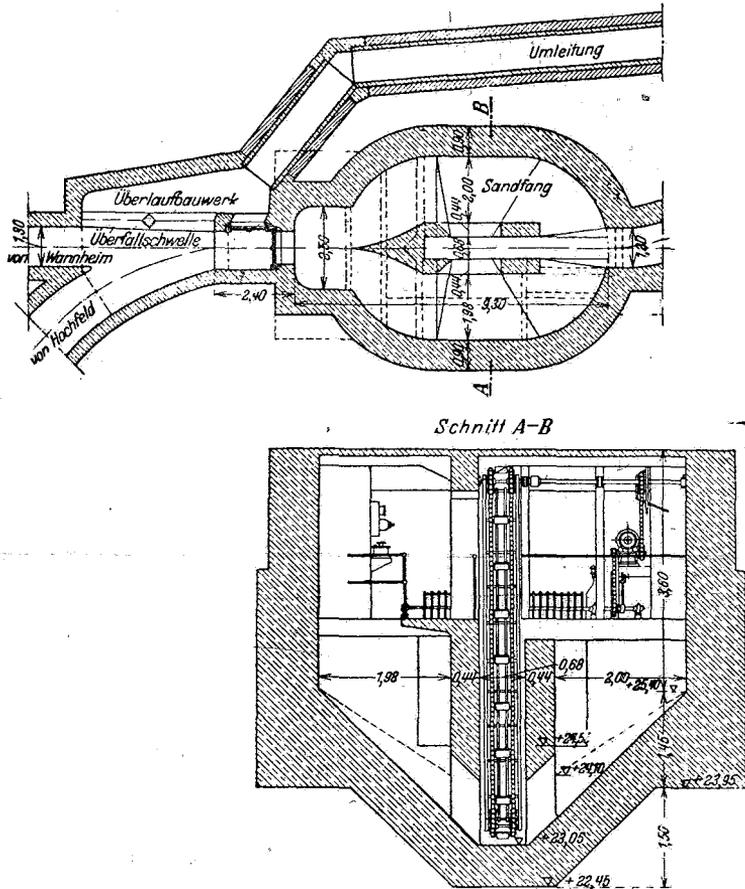


Figura N° 2

vo en forma de proa hacia conductos laterales que conducen a la sentina general donde se halla instalada la bomba de evacuación.

Con esa eliminación de aceites y grasas se evita la obturación de rejillas y tamices y se favorece notablemente la acción biológica posterior.

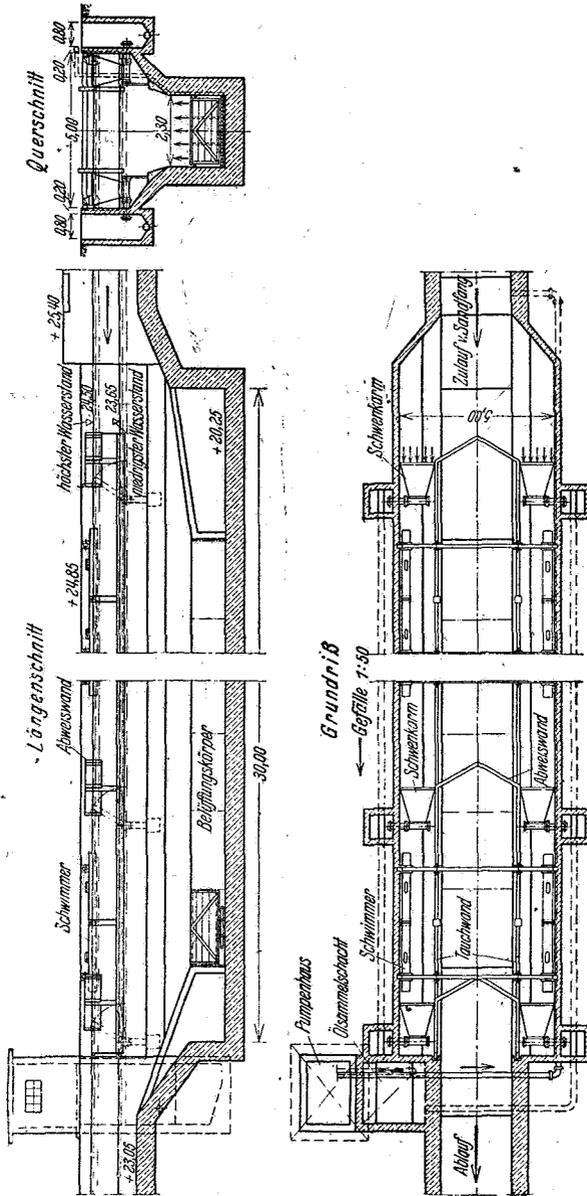


Figura N° 3

En nuestro esquema (fig. 1) vimos que después de quitados arena y aceites se intercalan dispositivos que eliminan los materiales gruesos en suspensión. Esto se logra con rejas gruesas y con tamices, discos separadores, tambores, etc.

Esta proyección (fig. 4) muestra una reja gruesa de Dorr, inclinada a 60° , con su peine, marcado con la letra *b*, que, movido por el dispositivo *c* al que va unido mediante los brazos *a*,

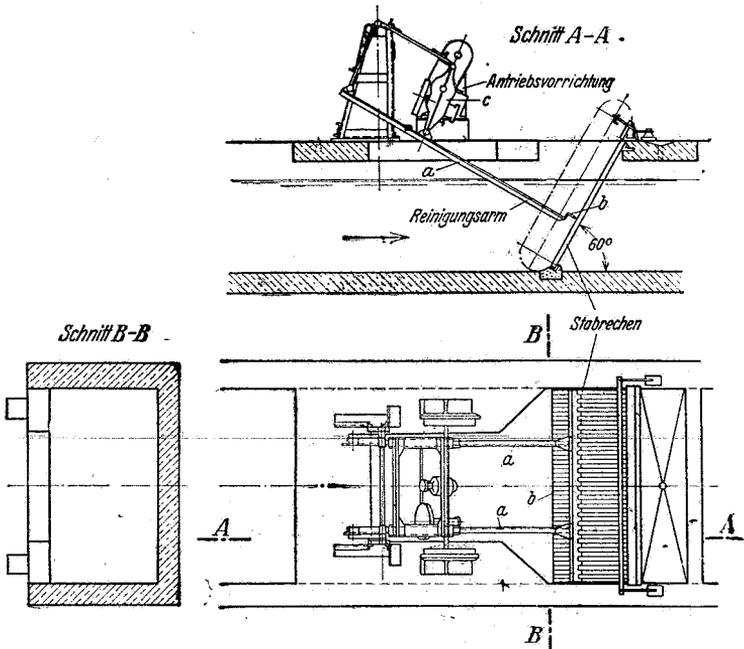


Figura N° 4

quita los materiales gruesos en intervalos proporcionales al grado de concentración de los mismos. Esos intervalos son fácilmente graduables. Los residuos son arrojados sobre una cuneta de donde se quitan a mano.

Después de los materiales gruesos tenemos que separar los finos. Entendemos por tales a los de dimensiones hasta 1,5 mm.

De los diversos tipos daremos a conocer dos: la reja fina sin fin tipo hamburgués, y el disco separador de Riensch-Wurl.

La reja sin fin que representa esta proyección es impulsa-

da por un motor eléctrico que se ve en la parte superior de este corte. En su movimiento ascendente recoge todas las materias en suspensión y las vuelca, mediante un dispositivo limpiador, sobre este volquete Decauville.

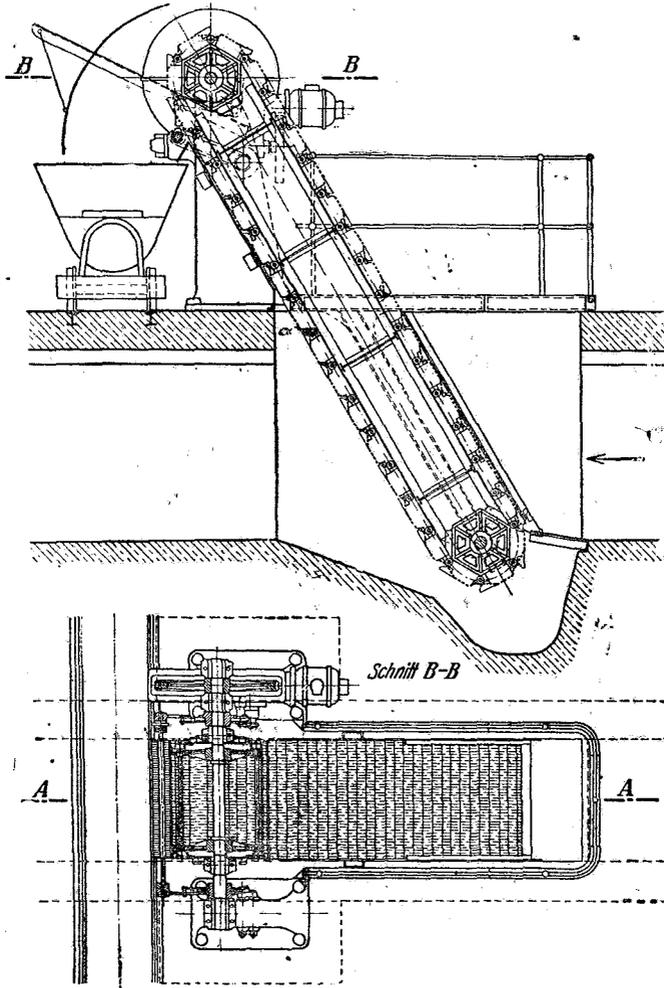


Figura N° 5

El otro tipo que da la proyección consiste en un disco que gira alrededor de un eje que le es perpendicular y que lleva una inclinación de 22° con la horizontal.

Ese disco de la izquierda, al emerger del líquido cloacal, lleva consigo el material en suspensión que no haya pasado las mallas de 1,5 mm. x 30 mm. de que está constituido.

En su movimiento de rotación transporta al material interceptado hasta el lugar en que una serie de cepillos circulares, que giran en sentido inverso al del disco, apoyándose en él, quitan to-

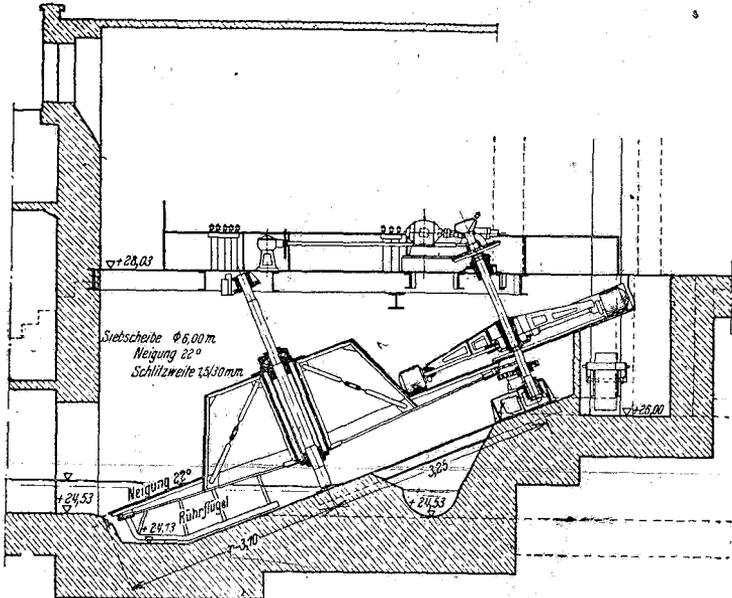


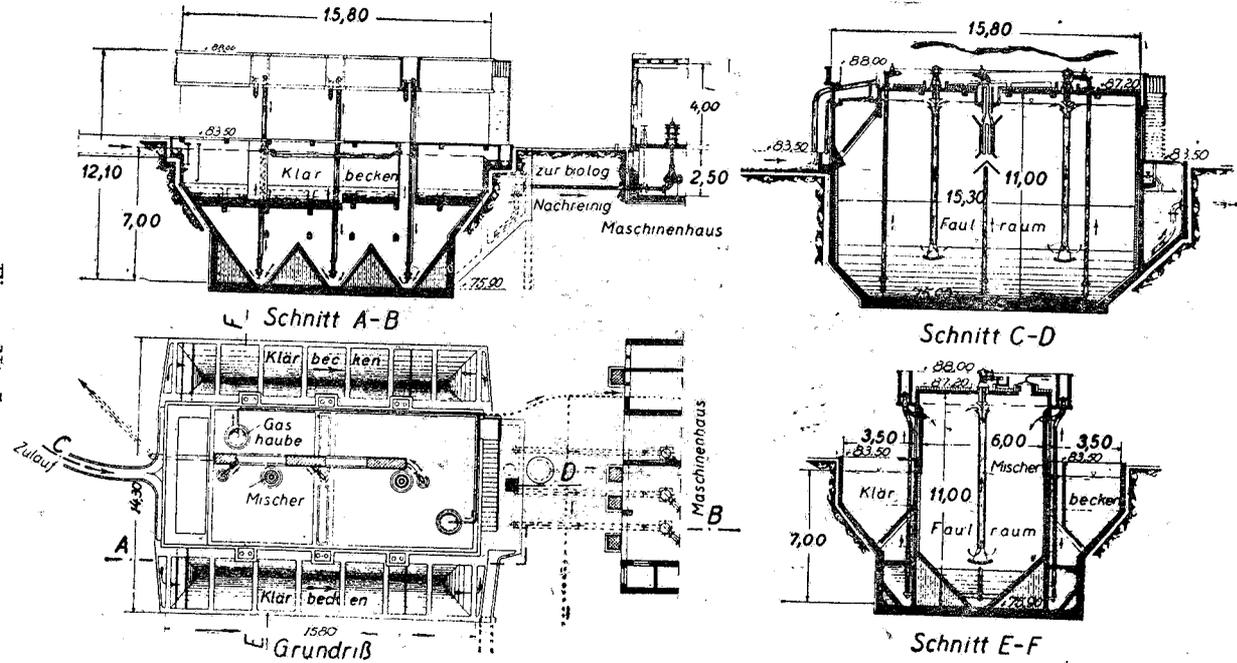
Figura N° 6

do el material y lo depositan sobre un segundo disco colector que sirve para descargarlo en el vehículo de transporte.

El líquido cloacal pasa luego, según nuestro primitivo esquema (fig. 1) en el punto 5 a la cámara de sedimentación, previa al tratamiento biológico.

En la proyección, (fig. 7) tenemos: abajo a la izquierda una planta de cámara de sedimentación combinada con cámara de digestión de lodos. Los dos grupos laterales de celdas intercomunicadas constituyen las cámaras de sedimentación: son las mismas que aquí, a la derecha, abajo, limitan lateralmente a la cámara central de digestión de lodos. El sedimento se deposita hacia el

Figura N° 7



fondo de los decantadores y se escurre por las paredes hacia el depósito inferior desde donde es elevado mediante bombas y arrojado a la cámara de digestión. En ella sufre el proceso que luego veremos, cuya consecuencia es la licuación y gasificación de gran parte del lodo. El gas es recogido en campanas adecuadas y pasa

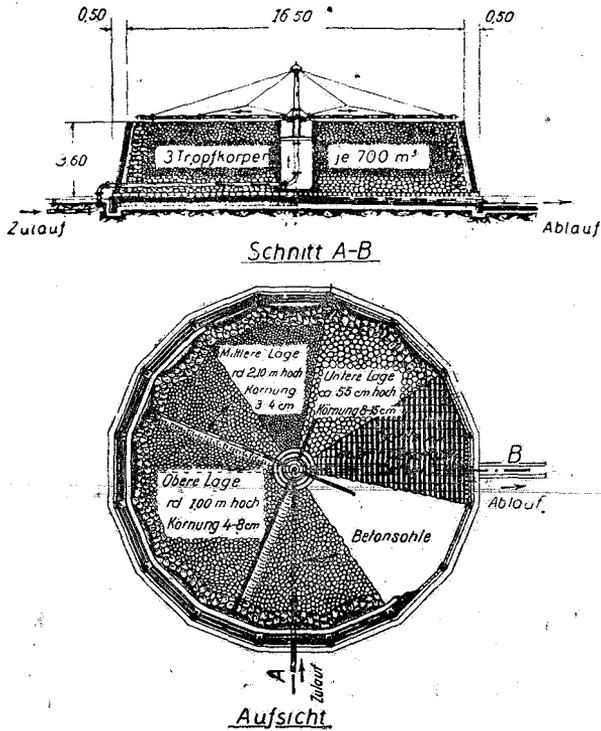


Figura N° 8

a ser utilizado en motores a gas para producir la fuerza motriz necesaria para el funcionamiento de la planta de depuración. Si hay sobrante, se vende para alumbrado o calefacción. El agua de refrigeración del motor se emplea para calentar el líquido de la cámara de digestión o putrefacción de los lodos, con lo que se obtiene una apreciable economía por aprovechamiento del espacio dado que el proceso se verifica en menor plazo y por obtención de mayor cantidad de gas por kilogramo de lodo.

El líquido cloacal preparado mecánicamente después de pasar por el punto 5 del esquema, pasa al lecho percolador, punto 7. La proyección (fig. 8) representa uno de los tipos de lechos de percolación, el de aspersión por molinete hidráulico. Las diferencias entre un sistema u otro se deben a las condiciones del lugar: precio del terreno, caída disponible, inconvenientes por malos olores, etc.

El corte transversal de la parte superior de la figura permite apreciar la llegada del líquido a depurar por la izquierda y su ascensión hacia el mecanismo central, que es un molinete hidráulico

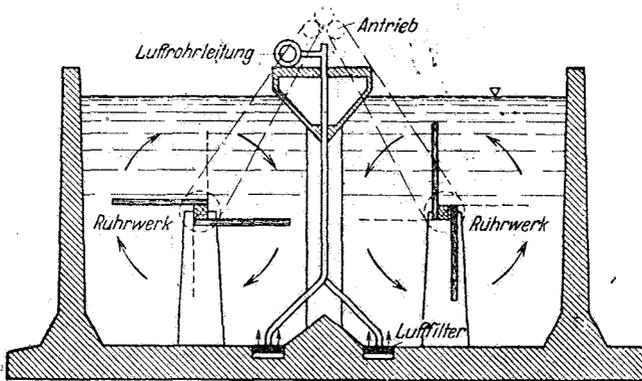


Figura N° 9

lico que los ingleses llaman "sprinkler". Luego, siguiendo la línea de las flechas, recorre los brazos tubulares provistos de muchos orificios, cae por ellos lateralmente, imprimiendo al conjunto un movimiento de rotación alrededor del eje vertical. Los lechos están constituidos por capas superpuestas de grava, coque, escorias, cascos u otro material que tenga la mayor superficie posible por unidad de volumen. En el caso de la figura proyectada se ha comenzado con una capa de escorias de lava de 8 a 15 cm. de diámetro, de una altura de 55 cm., que sirve de soporte y de reservorio de oxígeno; le sigue una central, de 2,10 m. de alto, con granulaciones de 3 a 4 cm. y finalmente una capa superficial, de 1,00 m. de altura compuesta por trozos de 4 a 8 cm. Todo el conjunto se apoya sobre una platea de hormigón con medias cañas de soporte que sirven para el drenaje y la evacuación que se ve a la derecha.

El líquido, pulverizado al caer del molinete, al percolar sufre el proceso biológico que estudiaremos más tarde y sale con una relativa depuración para pasar a la cámara de aireación, punto 8, del equipo llamado de los lodos o de los fangos activados, que por sus características finaliza la depuración terminando de convertir las composiciones orgánicas complejas en minerales.

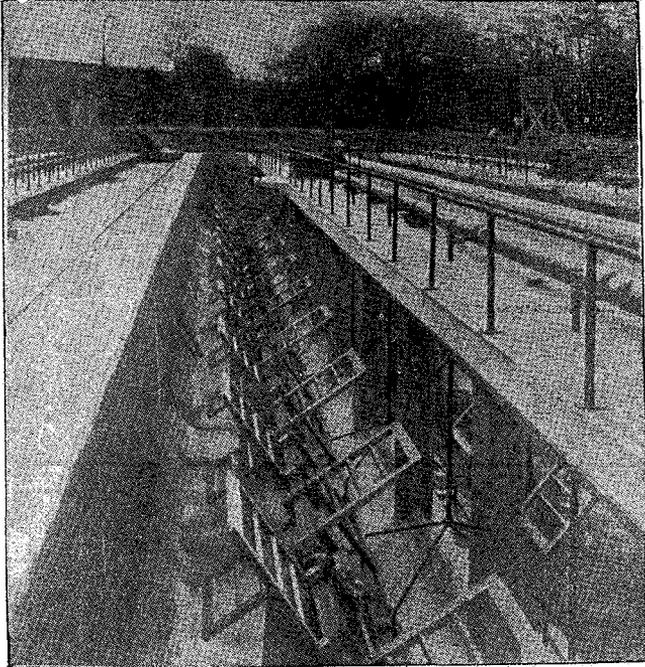


Figura N° 10 .

En la cámara de aireación, llamada también de activación, que muestra la proyección (fig. 9) y que corresponde a la instalación modelo que dirigió Imhoff para Essen-Rellinghausen, se realiza el siguiente proceso:

Las paletas que giran en el sentido indicado por las flechas, mantienen el líquido en agitación. El aire insuflado por la base cede su oxígeno y se produce, merced a la floculación de los coloides y a la transformación de las sales de hierro, acelerado el proceso por la inyección de fangos previamente preparados, “ac-

tivados'', según la designación de Fowler, un arrastre de gérmenes saprófitos y patógenos. Esos coágulos en suspensión son los soportes de la microflora mineralizante, etc., como en el caso de los lechos percoladores vimos que lo eran los trozos de lava, coke, etc.

Esta otra proyección (fig. 10) es una fotografía de la instalación cuyo esquema vimos recién, y pertenece al consorcio Essen-Ruhr.

Existen otros dispositivos que divergen del que se acaba de ver en simples detalles técnicos que son función de valores económicos: para determinadas condiciones y lugares resulta más barato el aire comprimido que para otros. Se comprenderá fácilmente que si la agitación es cumplida a impulsos del mismo aire, se re-

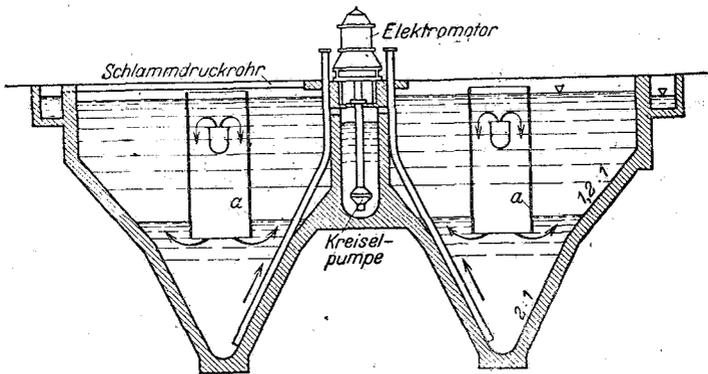


Figura N° 11

querirá mayor cantidad de éste para permitir una oxidación intensa y para impedir la sedimentación del fango que se forma.

La cámara de sedimentación final, punto 9 del esquema, que muestra esta proyección, (fig. 11), tiene por objeto separar los lodos del agua con que vienen mezclados en el líquido efluente de la cámara de aireación. Como se ve en la figura el líquido llega por esta parte central y en el cilindro *a* corre hacia abajo. A la terminación del cilindro su marcha cambia de sentido, con lo cual se logra el máximo aprovechamiento por el desprendimiento de los elementos en suspensión. El líquido sobrante pasa al punto 10 cuando ha de ser esterilizado, o al punto 11 cuando corresponda su entrega a un curso natural, río, lago o mar.

El lodo depositado es eliminado de diverso modo: el procedimiento más racional es el indicado por Imhoff y consiste en enviarlo al punto 5 para la sedimentación y subsiguiente putrefacción.

Una parte del lodo que sale de la cámara de aireación, lodo activado, es necesaria para mezclarla con el líquido que ha de sufrir la aireación en el punto 8; es enviada mediante bombas al conducto que pasa desde el 7 hasta el 8.

Descriptas las instalaciones, veamos ahora cual es el proceso bioquímico.

La composición química del líquido cloacal que llega al establecimiento de depuración es muy variable según la época del año, según los hábitos de la población y según el consumo del agua, que a su vez es función del precio del agua misma; por consiguiente no pueden darse cifras sino con la expresa reserva de que constituyen un elemento de mera ilustración.

En Buenos Aires hay variaciones desde 97 hasta 297 mg/l de materia orgánica, lo que da una idea de las oscilaciones. Esas cifras demuestran en ese caso que de una época mínima a la máxima aumenta tres veces la cantidad de materias orgánicas. Naturalmente es menor la concentración en verano que en invierno.

Todo líquido cloacal contiene materias orgánicas y sustancias minerales. Estas últimas corresponden a cuerpos disueltos o en suspensión, y están representados por combinaciones de hierro, manganeso, calcio, sodio, potasio, magnesio, fósforo, azufre, arsénico, etc. a los que se agregan los que provienen de los residuos industriales, silicatos y sílico-aluminatos de arrastre.

Las materias orgánicas están formadas por componentes ternarios, (C, H, O), y cuaternarios (C, H, O, N) combinado con azufre, fósforo, arsénico, hierro, manganeso, calcio, magnesio, etc. y a sus expensas se desarrollará y pululará una flora microbiana que en la cámara de putrefacción de los lodos producirá la transformación de éstos.

Esta transformación se inicia por el ataque aerobio que se complementa por la acción de la flora anaerobia encargada de la reducción de la materia orgánica, especialmente la ternaria que está representada por celulosa, almidón, dextrinas y azúcares, alcoholes, ácidos orgánicos y grasas.

La cuaternaria (fibrinas, albúminas, caseínas, lecitina, úrea, gluten, etc.) da lugar a la formación de peptonas, compuestos amoniacaes y amoniaco libre, hidrógeno libre, hidrógeno sulfurado o carbonado y anhídrido carbónico.

Los gases producidos, que en promedio están constituídos por 80 % de metano (CH_4), 15 % de anhídrido carbónico, (CO_2) y 5 % de nitrógeno libre son aprovechados económicamente en la forma citada anteriormente.

Los lodos en putrefacción tienen la propiedad de retener gran cantidad de agua, que va del 95 % al 97 %, y por consiguiente tienen la densidad del agua misma. Al producirse la desintegración sobre algunos elementos, los gases en ascenso arrastran coágulos hacia la superficie, donde por un corto espacio de tiempo actúa la flora aerobia. Mas llenada ya la campana con los gases de la desintegración la vida aerobia es imposible y para el resto queda el trabajo de reducción librado exclusivamente a la flora anaerobia.

La desintegración de la materia orgánica reduce notablemente el volumen de los lodos, lo que quiere decir que la producción del gas útil y la mengua del fango representan factores económicos apreciables.

Terminada la putrefacción, que para un aprovechamiento de 350 litros de gas por kg. de materia orgánica requiere unos 80 días, se destinan los lodos a abonos agrícolas o bien al relleno de terrenos bajos, previa reducción del tenor en agua mediante drenajes, o prensas o centrífugas gigantescas, capaces de reducir 12 m³ por hora.

Para la digestión adecuada se requiere una temperatura óptima para los mesófilos que es de unos 25° C, y un pH de 7,3 a 7,7 para evitar fermentaciones ácidas, que se remedian mediante la adición de lechada de cal.

Efluído el líquido que no ha entrado en digestión tiene que recorrer el lecho percolador, en cuyo interior se desarrollan fenómenos físicos y bioquímicos.

Para entender mejor el proceso recordemos el clásico ensayo de Dunbar, quien demostró el fenómeno de la adsorción de colorantes como la Fuchsin, el Azul de Metileno, etc., por parte de filtros estériles.

Un líquido con sustancias orgánicas en suspensión y disolución que atraviesa un filtro estéril cede una gran parte de dichas materias, pero no sale corregido en cuanto a su putrescibilidad. Allí sólo ha ocurrido un fenómeno físico: el de la adsorción.

En cambio, si se deja actuar prolongadamente a ese líquido, se obtiene un filtrado que ha perdido su color, sus elementos en suspensión y su putrescibilidad. Al fenómeno físico se le ha añadido otro de índole química, que sólo ha sido posible merced a una variada flora microbiana que ha tomado por sede a la película gelatinosa que se ha formado por la adsorción de elementos en suspensión y coloidales. Para la actividad de esa flora es indispensable el acceso del oxígeno del aire. Sin ello el filtro quedaría saturado rápidamente.

La genial concepción de Dunbar fué corroborada: las materias orgánicas coloidales son separadas del líquido durante su pasaje al través del filtro y son retenidas para ser descompuestas y oxidadas por microorganismos. Y ha resultado también que a mayor complejidad de la molécula orgánica corresponde un mayor poder fijador.

En el filtro que se ha dado en llamar "lecho percolador" ocurren esos mismos fenómenos del siguiente modo: Desparramado finamente el líquido, gotea de trozo en trozo. Por el fenómeno de adsorción se fijan las materias orgánicas en su superficie, y la acción bacteriana, facilitada por la acción del oxígeno del aire que se halla en los intersticios, se traduce en una demolición de las moléculas complejas haciéndolas accesibles a la ulterior oxidación. A continuación se inicia, por etapas, la nitrificación. La primera de fermentación nitrosa está a cargo de las nitrosomonas de Winogradsky; la segunda, por fermentos nítricos, la efectúan los nitrobacter de Winogradsky. En esa forma queda cumplida la transformación de la molécula de nitrógeno orgánico en ázoe mineral.

Con esto se ha cumplido la faz más importante de la depuración.

Del grado que haya alcanzado esa depuración en el percolador depende si es necesaria una segunda etapa o si no lo es. En el caso de nuestro esquema inicial (fig. 1) hemos supuesto la conveniencia de una depuración parcial en el lecho percolador y una etapa final en el grupo de lodos activados. La combinación de am-

bos tiene ventajas técnicas por el mayor grado de seguridad que para el funcionamiento ofrece.

En el método de los lodos o de los fangos activados que se debe a Clark, de Boston, luego sistematizado por Fowler en Manchester, el fenómeno se realiza con un proceso bioquímico que no ofrece diferencias substanciales con el que ocurre en el lecho percolador, aún cuando cobra aspectos distintos la forma de realizarlo.

Imaginemos la entrada del líquido a depurar o semidepurado, en aquellas cámaras subterráneas que vimos recién, en que giraban los agitadores e insuflábamos aire por la parte inferior. (fig. 9 y 10).

La insuflación del aire produce una destrucción del equilibrio reinante en la concentración hidrogeniónica, y como consecuencia una floculación de los coloides y de las sales de hierro que precipitan en forma de coágulos de hidróxido de hierro. Estos coágulos producen arrastres al descender, cargándose por contacto y por adsorción de sustancias orgánicas y de bacterias que hallan a su paso. Para producir este fenómeno de floculación se necesitan cerca de 4 semanas de aireación, interrumpida de tres a cinco veces por día, renovando paulatinamente el líquido. Este fango, a quien Fowler llamó "activated sludge", o sea fango activado, mezclado con el agua a depurar en proporciones variables desde el 3 % hasta el 25 %, constituye la base o domicilio de abundantes protozoarios, bacteriófagos y de una flora microbiana entre cuyos componentes cabe destacar los nitrificantes de Winogradsky.

Mezclada el agua a depurar con este fango activado o "vivificado" como le llaman los autores alemanes, se puede obtener la depuración en un plazo variable entre 6 y 8 horas de permanencia en la cámara de aireación. Es evidente que ese plazo, cuanto la relación entre fango activado y líquido bruto, es función de los caracteres químicos y biológicos de dicho líquido.

El efluente de la cámara de aireación es un conjunto compuesto de agua y fango. Parte de éste vuelve de retorno a la cámara de aireación para servir como de fermento para acelerar la floculación, etc., del líquido que acaba de pasar por el lecho percolador. Es el que en nuestro esquema hemos señalado con "lodo de retorno".

El resto del fango desciende al fondo de la pileta o cámara de decantación final. Como es aún putrescible, es enviado a la cámara decantadora anexa a la de putrefacción a la que en definitiva cae por su ulterior digestión conjuntamente con los lodos frescos. Notemos que para la realización del proceso bioquímico pueden coexistir o no la cámara de sedimentación, el pozo de putrefacción y el lecho percolador con el equipo de los fangos activados. Es una cuestión meramente económica, variable de lugar en lugar.

Terminada la descripción de proceso y método anotemos algunas conclusiones e indaguemos también cual es el resultado que se obtiene en la reducción de los gérmenes patógenos.

El que se ha obtenido con el método completo que acabo de describir, o sea decantación, percolación y activación, es muy satisfactorio desde el punto de vista higiénico y también desde el económico. El grado de depuración que se ha de exigir depende, como dijimos, de las exigencias que puedan presentarse por condiciones locales. En primer lugar está el ribereño de aguas abajo, si de río se trata, cuya mayor o menor proximidad complementará la apreciación de la capacidad autodepurativa del río.

Por otra parte está el factor económico, y cito esto de económico porque todos sabemos como influye el factor dinero en las actividades humanas. No se puede prescindir de él. Es preciso consultar ambas cosas: la Higiene y la Economía; para ambas hay límites. La Higiene exige que entreguemos un agua depurada hasta tal grado que si hay un ribereño aguas abajo, no se perjudique. Técnicamente es factible convertir el efluente de una cloaca en agua perfectamente potable, con todos sus caracteres orgánolépticos, físicos químicos y bacteriológicos, pero, ¿lo es económicamente? Habrá que fijar un límite entre lo económicamente realizable y lo higiénicamente necesario.

Prácticamente el límite exigido para una depuración es en todas partes el mismo. Las exigencias económicas y las de la higiene son más o menos las mismas en todas partes, y por eso nos interesará saber, para nuestro Río Primero, qué es lo que se ha hecho en Europa y sobre todo los resultados recientes, tanto en el orden químico cuanto en el bacteriológico. Respecto a la par-

te económica he citado deliberadamente Europa, porque Estados Unidos no nos puede servir de ejemplo imitable por sus despilfarros y su falta de reposo o equilibrio en materia económica.

La estación depuradora de Colombes, que tiene a su cargo la cloaca de París, ha conseguido, a partir del año 1925, una reducción de sustancias en suspensión del 95 %, del 61 % en la oxidabilidad, la eliminación de putrescibilidad y una reducción del 60 % en la sustancia orgánica medida en oxígeno consumido del permanganato de potasio. Estos son los límites mínimos, al comienzo; han seguido mejorando notablemente.

En el orden bacteriológico me permitiré insistir ante vosotros sobre las ventajas de la depuración racional por los resultados obtenidos, y me sugiere esta insistencia el hecho de haber leído en el "Tratado de Ingeniería Sanitaria" del Ing. M. Sallowitz, pág. 370, el siguiente párrafo que se halla a continuación de la descripción de los métodos de depuración: "Los líquidos salientes de los lechos biológicos han perdido una gran parte de sus bacterias banales, pero las patógenas sobreviven fácilmente".

Quien lea esto se pone en guardia y dice: "Entonces ¿para qué sirve toda la depuración?"

Evidentemente hay en la afirmación que acabo de leer un craso error y un fondo de desconocimiento de la biología microbiana. No es posible admitir, íisa y llanamente, que los gérmenes patógenos, habituados a la temperatura nuestra, exigentes de esa temperatura eugenésica; que reclaman alimentación esencialmente albuminoidea, subsistan fácilmente en un medio adverso como el líquido cloacal y hasta después de sufrir decantaciones, oxidación en los lechos y en la cámara de aireación, mientras se hayan perdido gran parte de los gérmenes saprófitos hechos a temperaturas inferiores, menos exigentes en cuanto a su alimentación, a los traumatismos y a la oxidación y mucho más activos en el antagonismo bacteriano.

Con respecto a la reducción de gérmenes dice otra cosa, muy distinta de la sostenida por el autor que acabo de citar, el profesor Ottolenghi en "Trattato d'Igiene" (Ed. Valardi, 1933), al citar los análisis de Imhoff y otros, análisis cuyas conclusiones co-

roboran la deducción lógica expuesta arriba y que me permitiré leer tomándolas de la obra citada, página 807:

Disminución del contenido total de gérmenes y del título del Coli	95 % — 98 %
Disminución del Bac. tífico (en 3 horas)	96 %
” ” ” ” (en 6 horas)	96 %
” ” ” paratífico	97 % — 98 %
” de los Bac. disentéricos	97 % — 98 %
” del vibrión colérico (en 5 horas)	98 %
” de los esporos de la Bac. carbuncosa (en 6 horas)	55 %

El prof. Neri, en “Annali d’Igiene” de Abril de 1934, da el resultado que me permitiré leer por las cifras interesantes que contiene, referidas a las investigaciones que personalmente ha realizado con los efluentes cloacales de París en la planta depuradora de Colombes: La reducción del Bacilo coli, utilizado como indicador, ha sido en un caso del 80 %, y en los restantes osciló entre el 90 % y el 96 %, y el mismo Neri agrega en la conclusión “de que los colibacilos resulten retenidos, en gran parte, por adhesión, por los coágulos del fango activado está demostrado por la reducción del 96 % — 99 % que el efluente depurado presenta en su tenor de colibacilos, comparado con la masa de la “cámara de aireación”.

Está claro, pues, que a la corrección química se le agrega la bacteriológica, y aún cuando la sobrevivencia de gérmenes patógenos existe, no es de pretender, en épocas normales, su eliminación absoluta. Es sabido que aún la clorinación llevada a una dosis de 4 a 5 mg. por litro puede no alcanzar a extirparlos a todos: el término medio de la sobrevivencia en Leipzig, donde se aplica constantemente, es de un 5 por mil.

Los ejemplos citados en el transcurso de esta exposición os habrán dicho que los sistemas de depuración biológica artificial deben ser empleados porque pueden ser empleados hasta un límite higiénicamente aceptable. No hay razones económicas insalvables

que se le opongán, y los médicos tienen la obligación de exigirle al ingeniero que les entregue, antes de la entrada al curso natural, un efluente en las condiciones que Vds. acaban de oír.

Córdoba, ciudad de más de un cuarto millón de habitantes, está atrasada en cuanto a esto. No tiene depuración de sus líquidos cloacales sino en parte. Se debe a circunstancias especiales que yo no conozco sino parcialmente; pero es hora de pedirle a los poderes públicos que la coloquen, en cuanto a la depuración del líquido cloacal, en el lugar que Córdoba, por su población, se merece.
