

CANALIZACION SUBTERRÁNEA

Y

CAMPOS DE IRRIGACION

DE LA

Museo Nacional de Medicina

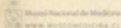
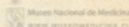
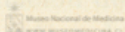
WWW.MUSEOMEDICINA.CL CIUDAD DE SANTIAGO



POR

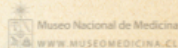
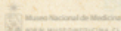
Cárlos Camaño G.

Para optar al grado
de Licenciado en la Facultad de Medicina i Farmacia



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA I ENCUADERNACION BARCELONA

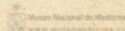
Moneda, entre Estado i San Antonio

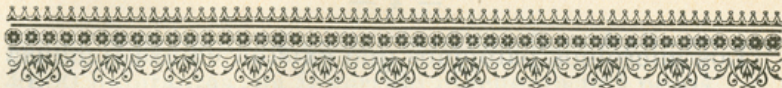
1897



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL





Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Canalización subterránea i campos de irrigacion

DE

LA CIUDAD DE SANTIAGO

La acumulacion de las deyecciones i demas inmundicias en los centros de poblacion, siempre ha sido considerada como perjudicial a la higiene pública. No solo vician el aire por los gases que desprenden, por el oxígeno que consumen en su lenta transformacion, sino tambien porque contienen los jérmes patójenos de muchas de las enfermedades infecciosas; ahí encontramos los parásitos de la fiebre tifoidea, disentería, cólera, etc.

El medio mas eficaz para destruir las propiedades nocivas de los escrementos, es sin duda la combustion; pero es esta una medida imposible de llevar a la práctica en las grandes aglomeraciones humanas. El sistema actualmente aceptado por la higiene es el alejamiento rápido de las materias fecales, por medio de una red de conductos impermeables i convenientemente ventilados.



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Los microbios patójenos que existen en esa inmensa masa líquida en movimiento, se encuentran en condiciones desfavorables para su desarrollo, i las materias orgánicas son así trasportadas a un punto bastante lejano de la poblacion, donde se les puede hacer experimentar transformaciones que les impida ser causa de insalubridad.

El alejamiento rápido de las materias fecales de los centros de poblacion en condiciones tales que no sea un peligro para la higiene pública, ha sido una medida puesta en práctica desde la mas remota antigüedad. Los judíos, los griegos i los romanos lejislaron a este respecto. En Babilonia se construyeron inmensas alcantarillas (309 años ántes de J. C.) Roma posee su cloaca máxima (en actual servicio) desde la época de Tarquino el antiguo.

Hoi que los progresos de la higiene han puesto de manifiesto la necesidad de la canalizacion subterránea para el saneamiento de las ciudades, no es escusable pasarse sin ella.

Encontramos la canalizacion subterránea en casi todas las naciones del mundo: Inglaterra, Escocia, Irlanda, Francia, Alemania, Béljica, Austria, Estados Unidos, etc., han gastado i gastan injentes sumas por establecer este servicio en las ciudades donde no lo hai i por mejorarlo donde existe. Solo España no avanza en este sentido. Madrid no tiene alcantarillas, propiamente hablando; las que ahí existen no reúnen ninguna de las condiciones necesarias para recibir tal nombre. En todos los países se estima que tratándose del saneamiento de las ciudades no debe tomarse en consideracion el costo mas o ménos subido de las obras que hai que ejecutar, sino la perfeccion de ellas. En Estados Unidos, por ejemplo, ciudades pequeñas han gastado



sumas considerables en su canalizacion: Pullman con 4,500 habitantes, ha invertido cincuenta mil pesos.

En Chile, solo desde el año 1882 existen alcantarillas. Valparaiso fué la primera ciudad que las tuvo.

Santiago, a pesar de su aumento de poblacion, de los adelantos que dia por dia alcanza i de los esfuerzos que desde largo tiempo hace el cuerpo médico i especialmente el Consejo Superior de Higiene por mejorar la salubridad, ha quedado estacionario respecto a este punto, al cual está tan íntimamente ligada la subida mortalidad de su poblacion. Felizmente, la autoridad se preocupa de poner en práctica el proyecto elaborado por el ingeniero don Valentin Martínez o algun otro que presente ventajas superiores a éste, i el Senador de la República don Federico Puga Borne, miembro del Consejo Superior de Higiene, ha solicitado del Congreso los fondos necesarios para emprender estos trabajos.

El estudio de la canalizacion subterránea de Santiago i de los campos de depuracion, agregado indispensable de un alcantarillado en la actualidad, estimo tema apropiado para una memoria, i en consecuencia me he propuesto su estudio.

Actualmente el alejamiento de las materias fecales i demas inmundicias, se hace en Santiago de una manera tal que no se concibe cómo puede haberse tolerado i cómo existe todavía. Un pueblo que se sirve de un sistema de acequias como éste, ignora en absoluto las mas elementales reglas de higiene o mira con indiferencia lo que importa un atentado para la salubridad pública. Las acequias de Santiago, corriendo en contacto directo con el suelo, sin mas que un delgado muro de ladrillos en ámbos costados, con ángulos a cada paso, cubiertas solo en parte en su cara superior, son un receptáculo i depósito de inmundicias, foco de infeccion del subsuelo

i una estensa superficie que infecta constantemente la atmósfera de las calles i de las habitaciones con los gases deletéreos que se desarrollan en las fermentaciones de las sustancias que se depositan i que con sus frecuentes desbordes, debidos a las estagnaciones que con tanta facilidad se producen, trasportan la infeccion a la calle pública, a las casas.

Pocas son las ventajas que en Santiago reporta la higiene privada a los habitantes que de ella se preocupan; mui importante es sin duda no desatenderla, pero sus ventajas pueden llegar a ser ilusorias cuando la higiene pública es tan desatendida. Las frecuentes inundaciones de las aguas infectas, ya sea en el interior de las casas o en la calle pública, son una amenaza continua para la salud, contra cuya amenaza bien poco o nada puede la higiene privada; estas aguas siembran en todas partes el jérmén de las enfermedades infecciosas, los microbios de la putrefaccion, las sustancias en descomposicion esparciendo el desaseo, los gases deletéreos, la infeccion, la muerte. Todos estan de acuerdo en que la mayor parte de las epidemias es debida a este factor, i es un hecho establecido que la fiebre tifoidea i otras enfermedades infecciosas se desarrollan en forma epidémica en aquellos puntos en que el desborde de las acequias es frecuente.

No nos detendremos a censurar como se lleva a cabo la estraccion del cieno de las acequias. Conocido es de todos que esta estraccion se verifica en baldes que van dejando parte de su contenido desde la acequia hasta la calle, atravesando casi siempre toda la estension de la casa para ser depositado en la vía pública, donde permanece durante horas i muchas veces dias enteros. No es necesario tener conocimientos de higiene para comprender cuán censurable es esto i a cuántos peli-



gros puede dar lugar semejante procedimiento; i si éste fuera el único inconveniente del sistema, habria ya sobrada razon para abandonarlo.

Pasemos ahora a estudiar la canalizacion subterránea con relacion a Santiago, refiriéndonos al último proyecto presentado por don Valentin Martínez el año 1896 a la Ilustre Municipalidad.



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

I

Antes de dar comienzo a los trabajos de una canalizacion subterránea, es necesario elejir el sistema i formar un plan jeneral de conjunto segun el cual deben efectuarse las obras, tomando para esto en consideracion no solo las necesidades de la época sino, en cuanto sea posible, las que exigirá el desarrollo futuro de la poblacion. Las ciudades que no se han ceñido a esta regla, han tenido que abandonar los trabajos ejecutados o amoldarlos a un plan jeneral formado despues, sin que por esto hayan conseguido subsanar todas las dificultades que presenta la falta de unidad. Bruselas, que comenzó su alcantarillado en 1846 sin plan ninguno, ha tenido que hacer sus nuevos trabajos desde 1875 segun un proyecto completo para red de alcantarillas. Berlin, que hizo su canalizacion en 1852, ha tenido que inaugurar su nuevo sistema segun un plan jeneral en 1872. En todas partes ha quedado, pues, de manifiesto la necesidad de un plan jeneral de conjunto, porque no basta construir una red de conductos que aleje las inmundicias, sino que hai necesidad de darles una inclinacion suficiente, un tamaño en relacion con las materias que deben contener, una forma que facilite el deslizamiento; tambien hai que atender a su ventila-



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

cion i proveerlo de una cantidad de agua necesaria para su aseo. Sin esto, el alcantarillado será defectuoso i no alcanzaremos las ventajas que buscamos.

En una canalizacion subterránea, dos son los sistemas que pueden adoptarse:

1.º El sistema unitario en el cual las alcantarillas son verdaderas galerías de dimensiones considerables i que admiten en su interior no solo las materias excrementicias i las aguas caseras, sino tambien las aguas-lluvias, las basuras de las calles i de las casas, todas las inmundicias de la ciudad, el *Tout a l'égout* de los franceses. Este sistema es el implantado en Paris. Las alcantarillas que existen ahí desde el año 1663; pero solo desde 1832, las en uso actualmente, son verdaderas galerías que alcanzaban en el año 1893 a 140 kilómetros de longitud. Las de mayores dimensiones miden 4 metros 40 centímetros de altura i las de menor tamaño 90 centímetros por 1 metro 30. Construidas de mampostería de ladrillos i cubiertas interiormente de cemento, tienen la forma ovoídea i estan provistas en su interior, las pequeñas de una acera i las grandes de dos, cubiertas por una cintura de suficiente alto para que pueda circularse por ellas con libertad. El aseo se hace por medio de vagones-compuertas en las pequeñas i barcos-compuertas en las grandes. En el fondo de las galerías hai escavaciones donde se deposita la arena, que alcanza en el año a la enorme cifra de diez mil metros cúbicos, la cual es necesario extraer. La alcantarilla va por el centro de la calle i se entra a ella por pequeñas galerías laterales que desembocan en las aceras.

Estas alcantarillas no solo admiten en su interior las aguas-lluvias, las materias fecales i todas las inmundicias de la ciudad, sino que tambien dan paso a las ca-



fierías de agua potable, hilos telegráficos, telefónicos, de alumbrado eléctrico, etc.

El aseo es en estas alcantarillas mui imperfecto; la ventilacion no se hace convenientemente; los gases i productos patójenos se escapan por las aberturas i las estagnaciones son frecuentes.

Este sistema de canalizacion no debe aceptarse porque, ademas de ser mucho mas costoso que el que pasaremos a estudiar, no da los buenos resultados que hai derecho a exigir i por el peligro que corren los individuos encargados de su aseo.

El sistema separatista (*separate system* de los ingleses), formado por una red de tubos de diámetro variable que desembocan en uno o varios cauces colectores, admite solamente en su interior las materias fecales i las aguas caseras. El escurrimiento de las materias se hace por el agua de los *water-closet* i aguas servidas, haciéndose el lavado por medio de golpes de agua. En Londres, con una poblacion de cuatro millones, las alcantarillas de este sistema funcionan perfectamente con solo ciento treinta empleados, en Francfort con solo cinco; miéntras Paris, que tiene la mitad de la poblacion de Londres, hace mal el aseo de sus galerías con mil doscientos obreros. Este sistema es, pues, preferible al anterior.

Al hacer la eleccion del sistema que debe implantarse en Santiago, hai que recordar: que las aguas-lluvias, lavando la calzada mal o no pavimentada i cubierta con detritus orgánicos de toda naturaleza, son poco ménos infecciosas que las aguas que arrastran las alcantarillas. Es necesario no olvidar que pasarán muchos años ántes que nuestras calles debidamente pavimentadas puedan dejar correr las aguas-lluvias sin peligro alguno. Por esta razon, estas aguas, que no pueden ser admitidas



en las cañerías por las obstrucciones que producirían con frecuencia la arena i demas sustancias en suspension, son recibidas segun el proyecto que estudiamos, en los colectores mas próximos, colectores que con la red de tubos de diámetro variable que trasportan a los primeros las materias escrementicias i aguas caseras, forman un sistema misto que es el que se ha adoptado.

Elejido el sistema, pasaremos en revista las distintas partes de que se compone:

Cimientos.—El lecho sobre el cual va a descansar tanto la red tubular como los cauces colectores, debe ser un suelo firme; si el lecho es movedizo, deben construirse cimientos, pues, en caso contrario, se producirán fracturas i desuniones cuyos inconvenientes veremos mas tarde. La profundidad a que irá el alcantarillado será de dos a cuatro metros i, por consiguiente, se encontrará un subsuelo compacto que no habrá sido removido; sin embargo, como acabamos de decir, se construirán cimientos en aquellas partes que no reúnan las condiciones necesarias.

Red de cañerías.—El material empleado en la fabricacion de los tubos de una cañería de desagües ha sido mui variado: la madera, el vidrio, el fierro, el concreto, el cemento, etc.; los cañones mas apropiados parecen ser los de cemento Portland; tubos de este material empleados en Alemania, se han encontrado en perfecto estado de conservacion despues de veinte años de uso. La greda cocida i vidriada enseguida, es tambien un material apropiado, presentando solo el inconveniente de que a veces suele quebrarse con las trepidaciones del subsuelo producidas por el tráfico pesado. El fierro, a lo mas, podria emplearse en las cañerías de las casas, porque su oxidacion i la accion química que sobre él ejercen los ácidos grasos i algunas de las sustancias

arrojadas a la cañería, le hacen poco apto para este servicio.

Debemos, pues, preferir los tubos hechos con cemento o los de greda cocida i vidriados en seguida, prefiriendo aquellos en el cual éste se ha hecho por medio de sales que aseguran la impermeabilidad del tubo en todo su espesor, i nó los vidriados por plomo o vidrio, que forman una lijera capa impermeable en la superficie, capa que pronto se desgasta por el roce continuo del contenido de las alcantarillas.

La impermeabilidad es una de las condiciones indispensables; sin ella la infiltracion del subsuelo tiene que verificarse, i conocido es el rol importante que estas infiltraciones tienen en el oríjen de las epidemias, sobre todo en aquellos puntos en que el agua para la bebida es la de pozo. En Lóndres, el agua de un pozo fué el oríjen de una epidemia de fiebre tifoidea en 1846 i causó la muerte de quinientas personas. En Berlin, Munich, Utrech, el cólera hizo estragos miéntras se bebia agua de pozo, i desapareció desde 1883, en que se hizo uso de agua potable conducida por cañerías.

La union de los tubos debe ser tambien perfectamente impermeable por las razones que acabamos de esponer. Suele usarse la greda para hacer estas uniones, procedimiento que debe rechazarse, porque la greda es arrastrada por el agua que del interior de la cañería tiende a salir i tambien por la infiltrada en el subsuelo. Es preferible usar la estopa i el cemento Portland, cuidando, sí, que no penetre al interior de los tubos, porque disminuiria la velocidad de la corriente i seria el oríjen de depósitos. En Pullman, ciudad a diez millas al sur de Chicago, en siete mil quinientos piés de tubos unidos por este sistema, hubo un solo caso de union defectuosa.

La forma que deben tener estos tubos es la circular, pues resiste mas a las presiones externas i sufre ménos en las manipulaciones.

El diámetro de estos tubos puede ser mui variado. En Berlin se usan de 0. m. 21 a 0. m 48; en Lóndres, de 0 m. 20 a 0 m. 45; en Estokolmo, de 0 m. 15 a 0. m. 45; en Valparaiso, de 0 m. 10 a 0 m. 30.

Los tubos, al desembocar unos en otros, no deben ser del mismo diámetro; siempre deben desembocar los menores en los mayores; deben evitarse, en cuanto sea posible, los ángulos agudos, i al construirlos debe procurarse dejar las aberturas necesarias para el desagüe de las casas.

En el proyecto del señor Martínez, el material elegido es la greda vidriada, la forma la circular, el diámetro de 20 a 35 centímetros.

Cauces colectores.—El cauce colector puede ser único o múltiple, segun la estension de la red de cañerías, i es el punto donde éstas van a desembocar. En él debemos tomar en consideracion los materiales que deben emplearse, su forma i su inclinacion.

Los materiales con que puede construirse el cauce colector son mui variados. Al hacer la eleccion debemos tener mui en cuenta la permeabilidad o impermeabilidad de ellos. No debemos tampoco olvidar que es indispensable evitar toda probabilidad de filtracion i no contar con la impermeabilidad que proporciona la mas o menos delgada capa de revestimiento de cemento Portland; ésta al fin se desgasta i si el material empleado no es impermeable, la filtracion es segura, la infeccion del subsuelo se produce i no habremos evitado el peligro que queremos apartar. En el proyecto del señor Martínez se acepta el ladrillo del pais como material de construccion para el cauce colector; estimamos que debe rechazarse i pre-



ferirse el ladrillo a fuego, que es impermeable, debiendo llevar siempre el cauce colector un revestimiento interior de cemento Portland, que haga desaparecer todas las asperezas de su superficie.

La forma del cauce colector debe ser la que mas facilite el deslizamiento de la masa líquida, la que permita mayor rapidez a la corriente, condicion que llena la forma circular en los conductos de contenido fijo i la oval en los de contenido variable. Los conductos colectores de Bruselas, Berlin, Estokolmo, etc., tienen la forma oval con la punta del ovoide hácia abajo i ésta es tambien la adoptada para los de Santiago.

El desnivel que debe tener una alcantarilla no puede ser menor de 2 por 10,000, porque en caso contrario las materias en suspension tienden a depositarse. Con esta inclinacion el contenido marcha a razon de 50 kilómetros por dia, velocidad que se estima como suficiente.

En el proyecto de canalizacion para Santiago se ha aprovechado la mayor pendiente del terreno de oriente a poniente, para darla a la red de tubos, situándola en esta direccion, por ser la que mayor desnivel necesita, i se ha utilizado el descenso del suelo de norte a sur, para dar la pendiente necesaria a los cauces colectores. Con esta disposicion se conseguirá que, con pequeñas cantidades de agua i por el peso mismo de las materias, tenga la velocidad exigida por los injenieros: 0 m. 60 en los colectores i 1 m. 10 en las cañerías.

Pozos de inspeccion.—(*Manholes inspecting schalfs* de los ingleses), deben existir en todas las boca-calles i en aquellos puntos en que hai cambios bruscos de direccion. Sirven al mismo tiempo que como puntos de entrada i de inspeccion de las cañerías, para recibir el agua de los lavados. Pueden disponerse, i es lo mejor, de manera que sirvan al mismo tiempo como ventiladores. Estos



pozos de inspeccion deben existir no solo en el cauce colector, sino tambien en la red tubular, i en ellos la alcantarilla de salida debe estar en un plano inferior a la de entrada, disposicion favorable para la circulacion de las materias. En el proyecto del señor Martínez, estos pozos de inspeccion estan convenientemente distribuidos.

Lavado.—En una red de alcantarillas construida de manera que llené todas las condiciones que se exigen respecto a materiales empleados, forma, dimensiones e inclinacion, quedan todavía dos puntos importantes que tomar en cuenta: que el agua no solo arrastre las materias arrojadas a la alcantarilla, sino que tambien haga el lavado de la cañería i la ventilacion.

Para mantener en constante movimiento las materias contenidas en la alcantarilla, se necesita una corriente continua de agua, i para hacer el aseo de la red son necesarios golpes de agua que arrastren las sustancias que pudieran haberse adherido a las paredes; así obtendremos una circulacion que alejará las inmundicias ántes de cuarenta i ocho horas, máximum de tiempo que pueden permanecer dentro de los límites de la ciudad. Si existen facilidades para tener una corriente continua, deben aprovecharse; pero sin descuidar los golpes de agua, que limpian la cañería mucho mejor que un chorro continuo i delgado. M. Remont, introductor de este sistema en Béljica, dice: «He adquirido la certidumbre de que un golpe de agua de una hora todos los dias, representando dieziocho a veinte metros cúbicos, mantendrá en un estado de completa limpieza una red de alcantarillas de 1,336 metros de estension.» En Valparaiso, a semejanza de lo que se acostumbra en otras ciudades donde el agua no es abundante, se hace el lavado de las alcantarillas de la siguiente manera:



se coloca una compuerta en un pozo de inspeccion inferior i se llena el conducto con agua arrojada en el pozo superior, quitándose en seguida repentinamente la compuerta. Para hacer estos lavados puede usarse con preferencia el sifon de Geneste Herscher, que se llena con un hilo de agua graduado a voluntad i que da golpes de agua en un tiempo determinado. Este procedimiento es el que se aconseja en Santiago. En los cauces colectores conviene usar tambien compuertas automáticas, distribuidas de distancia en distancia, las que, deteniendo la marcha de las materias, les dan paso cuando se han acumulado en cantidad suficiente, i obtenemos así golpes de contenido que arrastran las sustancias que no han seguido su curso.

La ventilacion de un alcantarillado exige una atencion preferente. Las variaciones de volúmen del contenido de una alcantarilla hace que haya casi constantemente una superficie de ella no cubierta por la masa líquida, pero empapada por haberlo sido poco ántes, superficie que da lugar a la produccion de vapores que, unidos a los gases desarrollados en las trasformaciones que en su curso va experimentando la materia orgánica, buscan una salida por causas variadas i numerosas, entre las cuales podemos citar las expansiones i contracciones del aire producidas por el agua fria i caliente que se arroja alternativamente a la alcantarilla, el flujo i reflujos de las materias, las variaciones de la temperatura exterior, etc. Estos gases que se escapan por las aberturas de las cañerías en las casas, no solo molestan con su olor desagradable, sino que ejercen tambien una perniciosa influencia sobre la salud de los moradores, siendo en la noche cuando mas se deja sentir este influjo sobre el cuerpo fatigado por el trabajo del dia.

Para evitar estas salidas, se aconseja colocar en las



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

aberturas i en el punto de partida de los tubos de aguas caseras, un sifon hidráulico que deje pasar las sustancias a la cañería e impida la salida de los gases. Estos sifones, puestos en práctica en Inglaterra, no han sido, sin embargo, aceptados por todos.

Los gases deletéreos de la alcantarilla, que no pueden hacer irrupcion en las casas por impedírsele el sifon hidráulico, buscan su salida por las demas aberturas i se escapan entónces por los pozos de inspeccion, situados en las calles, viciando así la atmósfera de la via pública i de las casas vecinas.

A fin de hacer inofensivos estos gases, se han usado diversos procedimientos. Los filtros de carbon, ensayados en Lóndres por Haywood i Bazalgette, dificiles de mantener en servicio activo, porque se necesita la renovacion constante del carbon que, humedeciéndose con facilidad, no absorbe i se hace, por consiguiente, inútil para el objeto que se destina. Deben rechazarse los filtros de carbon, porque, a mas del inconveniente que acabamos de citar, dificultan la renovacion del aire de las alcantarillas.

La ventilacion por medio de chimeneas, ensayada tambien en Lóndres, se propone, ademas de la renovacion del aire de las alcantarillas, la destruccion de las sustancias orgánicas suspendidas en él. En la práctica, estas chimeneas no han dado buenos resultados, pues no verifican esta renovacion, porque las alcantarillas no se encuentran en las mismas condiciones que una mina; demandan ademas un gasto considerable para su mantenimiento, i estan, por fin, espuestas a esplosiones de sérias consecuencias.

La experiencia ha demostrado que la mejor manera de hacer inofensivos los gases de una alcantarilla, no consiste en destruir las materias nocivas en los agujeros



de salida, sino en procurar a la alcantarilla la mas amplia i libre circulacion del aire. Debemos, pues, a toda costa tratar de hacer la mas completa ventilacion de la red.

Dos son los ventiladores aconsejados para obtener este resultado: los ventiladores al nivel de la calle i los ventiladores por encima de las casas.

Los ventiladores al nivel de la calle tienen este inconveniente: los gases que se escapan a la altura del suelo pueden llegar a las habitaciones i mantienen ademas en la via publica una atmósfera pestilencial, desagradable i perjudicial a la salud de los transeuntes.

Los ventiladores por encima de las casas tienen la ventaja de que los gases mefíticos se diluyen en la atmósfera a mayor altura que la capa de aire que respiramos; pero presentan el inconveniente de que, de orificios de salida pueden convertirse en orificios de entrada, cambiar la direccion de la corriente gaseosa i obligarlos hasta cierto punto a hacer irrupcion en las aberturas de las casas.

Los ventiladores al nivel del suelo i los por encima de las casas se completan; el uso combinado de ellos es el mejor método para hacer la ventilacion de la alcantarilla; se obtiene con ellos una corriente que entra por el ventilador al nivel del suelo i sale por el tubo que desemboca mas arriba de las casas. En el proyecto del señor Martínez, ámbos ventiladores son consultados.

Estacion de bombeo.—El cauce colector de la red de alcantarillas se encuentra, naturalmente, a una profundidad tal que no permite hacerlo desembocar ni en el rio mas próximo, ni dar lugar al esparcimiento, en el suelo, de las materias que contiene. El cauce colector debe desembocar en pozos que sirven de depósito para estas sustancias, las que serán elevadas por medio de



bombas que las arrojarán a un nuevo cauce, al cauce emisor que nace de esta estacion de bombeo i va a terminar al punto en que hayamos resuelto llevar el contenido de la alcantarilla.

II

El acarreo de las aguas sucias de las casas, de las materias escrementicias i orinas léjos de la poblacion por medio de la red de alcantarillas, libran a ésta del peligro que importa su presencia mas o ménos prolongada. Mediante la inversion de fuertes capitales, que nunca serán excesivos siempre que se apliquen a la mejor construccion de las obras, la ciudad no tiene ya que temer a los jérmenes patójenos contenidos en las deyecciones ni a los gases i microbios que se desarrollan.

Sin embargo, queda todavía un punto mui importante que resolver i que ha preocupado vivamente la atencion de todos los higienistas i especialmente durante los últimos años. ¿Qué destino debemos dar a esta inmensa masa líquida que diaria i constantemente corre por las alcantarillas? ¿Qué podemos hacer con ella, aprovechándola o nó, pero siempre tomando en consideracion que no debe ir a ser en otro punto causa de infeccion, de aumento de mortalidad?

En las ciudades vecinas al mar fácil es la solucion: el cauce emisor puede desembocar directamente en el mar, no olvidando, al elejir el punto, tomar en cuenta la direccion de las corrientes marinas i de los vientos reinantes, para evitar que las materias arrojadas vuelvan a la bahía o que los gases mefíticos desprendidos sean arrastrados por los vientos a la ciudad.

En los pueblos mediterráneos el problema es de mas difícil solucion. Si el cauce emisor desemboca directa-



mente en el río mas próximo i arroja en él el contenido de las alcantarillas, ¿con qué derecho iríamos a atender contra la salubridad de los pueblos i campos que se encuentran mas abajo? ¿Por qué por mejorar a unos perjudicaríamos a los otros?

Las aguas inmundas que salen de una alcantarilla sin sufrir previamente alguna trasformacion, se mezclan con las de un río, infectando sus aguas durante un trayecto mas o ménos largo, segun sea mayor o menor la velocidad con que corren. Cuando Paris principiaba sus ensayos de depuracion, por el suelo en Gennevilliers, el Sena recibia diariamente cerca de 400,000 metros cúbicos de aguas inmundas, i dejaba ver desde la desembocadura del gran colector de Clichy un agua negra, repugnante, cargada de materias orgánicas en continua fermentacion, donde los peces no podian vivir i la vejetación acuática no se desarrollaba. Este aspecto iba cambiando a medida que avanzaba en su curso, para desaparecer por fin a 150 kilómetros mas abajo.

Las aguas de una alcantarilla tienen en suspension i en solucion cantidades considerables de materias orgánicas; las de Paris contienen 723 de las primeras i 2,185 de las segundas por metro cúbico. Son estas sustancias las que, combinándose con el oxígeno disuelto en el agua, se trasforman en amoníaco, carburos, ácido carbónico, ácido sulfhídrico, i son ellas las que, juntamente con los jérmenes patójenos que han venido de las alcantarillas, hacen insalubres las aguas del río.

Se ha pensado en someter estas aguas inmundas a diversos procedimientos con el fin de purificarlas i hacerlas inofensivas ántes de ser arrojadas a la corriente del río mas próximo.

La desinfeccion por sustancias químicas se ha aconsejado, aunque con éxito poco satisfactorio. Se ha usado

la cal en forma de lechada, la que, combinándose con el ácido carbónico de los carbonatos disueltos en el agua, se precipita, arrastrando el 60 por ciento de las sustancias orgánicas en suspension i el 30 por ciento de las en disolucion, dejando, por consiguiente, la mayor parte sin modificar, puesto que las en disolucion estan en mucho mayor cantidad que las en suspension. I en efecto, Richard i Chantemesse, en Francia, en sus observaciones con respecto a esta sustancia, han llegado al resultado que se espresa en el siguiente cuadro, en el cual el signo + indica que el cultivo ha prosperado i el — que ha quedado estéril:

Naturaleza de las deyecciones	Naturaleza del desinfectante	Resultado despues			
		½ hora	1 hora	2 horas	48 horas
Deyecciones tíficas.....	Sublimado 1%	+	+	+	+
	Sublimado 1% con 5% ácido clorhídrico.....	+	+	+	+
	Cloruro de cal al 5%....	+	+	—	—
	Lechada de cal al 20%.	—	—	—	—
Deyecciones disentéricas	Sublimado adicionado con ácido clorhídrico.	+	+	—	—
	Lechada de cal al 20%.	—	—	—	—

Segun Liborius, Kitasato i Pfuhl, cuatro por mil bastan para matar el bacilus tífico i colérico en las deposiciones. Calculando la poblacion de Santiago en 300,000 habitantes i estimando solo en cien litros por individuo la cantidad arrojada en la alcantarilla, se necesitarian 1,200 quintales métricos diarios, cantidad, como se ve, exorbitante i que siempre dejaria sin modificar las sustancias orgánicas en disolucion.



Se ha usado tambien el cloruro de calcio, el ácido fénico, el sulfato de fierro, etc., todos, como hemos dicho, sin resultado bastante satisfactorio.

No debemos pensar en purificar las aguas de las alcantarillas por medio de filtros artificiales, pues sus dimensiones tendrian que ser tales i su mantenimiento tan costoso que no podrian ser puestos en práctica. Además, el resultado que se obtendria seria incompleto.

Nos queda todavía un medio como hacer inofensivas estas aguas, aprovechando, al mismo tiempo, las sustancias que contienen i dejándolas aptas para la bebida; medio que ha dado lugar a numerosas discusiones i sobre el cual la opinion de los higienistas está aun dividida: la filtracion a traves del suelo, *los campos de irrigacion*.

La irrigacion consiste en la filtracion de las aguas inmundas a traves de una capa de tierra mas o ménos gruesa en condiciones determinadas.

Empleada en Edimburgo durante mas de dos siglos por economía i nó por higiene, comenzó a practicarse en Inglaterra solo en 1870, a pesar de los esperimentos de Gazzeris i Bronner, que dieron a conocer la potencia purificadora del suelo para las aguas de alcantarillas. En la actualidad se usa en mas de 145 poblaciones de Inglaterra, i de este pais han tomado ejemplo los demas.

En Alemania se han establecido los campos de irrigacion sin encontrar grandes resistencias; se han aprovechado las ventajas de ellos, puestas de manifiesto en Inglaterra, llevando a cabo las obras con constancia i decision i remediando los defectos que en la práctica se han presentado.

En Francia, la depuracion del agua de las alcantarillas por medio de la filtracion a traves del suelo, ha dado lugar a largas i acaloradas discusiones que han



retardado la implantacion de estas mejoras. Nue-
rosos i bien caracterizados han sido los enemigos de
los campos de irrigacion; entre ellos figura Bouardel,
quien, en una de esas largas i acaloradas discusiones a
que, como hemos dicho, dió lugar esta cuestion, se
espresó en los siguientes términos: «El agua de las
alcantarillas que contiene materias fecales no debe
esparcirse en campos de irrigacion, porque si bien es
cierto que las materias orgánicas muertas son destruidas
i experimentan la nitrificacion, en cambio, los organis-
mos vivos, los parásitos, no son destruidos, se repro-
ducen ahí; pululan algunos, como el ajente de la niti-
ficacion descubierto por Schlœsing i Müntz; el fermento
descrito por Déhérain i Maquenné en 1872, análogo al
fermento butírico; el bibrion de la septicemia, etc. Esto
prueba, agrega despues, que la tierra no destruye todas
las materias orgánicas.» Esta opinion fué refutada por
Bouley, de quien tomamos las siguientes frases: «Es
verdad, dice Bouley, que algunos micro-organismos no
son destruidos por el suelo; pero esto no es de temer,
porque el de Schlœsing i Müntz sirve precisamente
para la destruccion de las materias orgánicas; i en cuanto
a la resistencia vital de algunos microbios de ciertas
enfermedades, es necesario reconocer que al fin la tierra
concluye con ellos. La tierra, agrega, tiene una fuerza
de destruccion mui grande; nunca se ha visto salir una
epidemia de cólera de un cementerio de coléricos, etc.»
Y en verdad, como mas adelante veremos, la esperien-
cia ha venido a confirmar la no existencia del peligro
que algunos han atribuido a los campos de irrigacion.
Los campos de irrigacion han sido culpados de dejar
desprender olores que hacen insalubres los campos
vecinos, de ser perjudiciales para la salud de los obreros
que en ellos trabajan, de ser focos de fiebres intermi-



tentes, de fiebres tifoideas, de dejar pasar las aguas con jérmenes patójenos i ser, por consiguiente, impropias para la bebida. Todos estos cargos son infundados; observaciones hechas por numerosas comisiones en Inglaterra, Francia, Alemania, etc., manifiestan que no hai motivo para considerar como un peligro la proximidad de un campo de irrigacion.

El estado sanitario de las comarcas que rodean estos campos es excelente. De 1884 a 1894 la mortalidad en Berlin fué de 25.4 a 20.4 por diez mil habitantes, miéntras que en los campos de irrigacion fué de 1.5 a 5.5 i no hubo en ellos sino cinco casos de fiebre tifoidea desde 1887 a 1888. Despues de establecidos los campos de irrigacion, la mortalidad bajó de 18 a 12 por mil en Norwood, de 17 a 15 en Croydon, de 21 a 18 en Gennevillier, campos en los cuales Paris hizo sus primeros ensayos el año 1869. Al rededor de los campos de irrigacion, las poblaciones i las casas de campo son perfectamente salubres; nadie se queja de los malos olores, i los campos que eran ántes estériles, se convierten en verdaderos oasis. Tal es la confianza en las buenas condiciones hijiénicas de los alrededores de los campos de depuracion de Berlin, que en ellos se ha establecido un asilo para convalecientes.

La salud de los obreros que trabajan en los campos de depuracion no es influenciada desfavorablemente por ellos. Berlin, que tiene 5,828 hectáreas de campos de irrigacion, ocupa en el trabajo de estos campos a los vagabundos i reclusos de la cárcel de la ciudad, i se ha notado que en estas condiciones mejoran de salud. Hé aquí un cuadro de la mortalidad comparada de los campos de irrigacion i de Berlin:



Años	Mortalidad por 10,000 habitantes		Mortalidad de los niños de 10 a 15 años	
	En los campos de irrigacion	En Berlin	En los campos de irrigacion	En Berlin
1884-1885	15,0	25,4	35,5	52,0
1885-1886	14,1	25,0	29,1	50,7
1886-1887	10,3	23,7	33,4	47,4
1887-1888	13,1	21,1	48,5 (1)	40,3
1888-1889	6,5	20,5	22,2	42,2
1889-1890	8,8	22,3	15,6	44,7
1890-1891	6,7	21,3	15,4	41,9
1891-1892	11,5	20,4	32,0	39,6
1892-1893	6,9	20,5	17,3	41,0
1893-1894	5,5	8,0	25,7	8,0

Las fiebres intermitentes no se producen en los alrededores de un campo de depuración sino en los casos en que la irrigación no es hecha de una manera conveniente; cuando se convierte el campo en verdadero pantano, entonces la fiebre intermitente no es el producto del campo mismo, sino de la falta de drenaje del subsuelo i del esparcimiento vicioso de las aguas.

La fiebre tifoidea no se ha presentado en los puntos en que hai campos de depuración en una proporción mayor que la ordinaria; según Schottelius i Baumter, los casos observados son debidos a la imprudencia de los que han bebido agua de las regueras.

En cuanto que el agua depurada por la filtración a través del suelo puede ser vehículo de jérmes patójenos, es decir, que el agua del drenaje de los campos de irrigación contenga los jérmes infecciosos que han venido de las alcantarillas, no es exacto. Pasteur, en 1885, decia ante la comisión de la Cámara encargada

(1) Epidemia de difteria sin relación con las irrigaciones.



de dictaminar respecto de los campos de depuracion de Paris: «Las aguas subterráneas suministradas por la irrigacion de las aguas de alcantarillas son inofensivas. Lo afirmo porque he hecho esperiencias. Basta que atraviesen algunos metros de tierra para que las aguas de las alcantarillas sean filtradas, i sus jérmenes patójenos queden en el suelo». Wirchow admite que los campos de depuracion no son la perfeccion; pero deja constancia que exámenes diarios, por decirlo así, no han manifestado jamas la presencia de jérmenes patójenos en el agua del drenaje de estos campos.

Segun Trélat, los jérmenes patójenos no penetran sino 15 a 20 centímetros en el suelo de depuracion, no descienden jamas hasta 2 metros de profundidad, nivel de la capa impermeable, i no escapan, por consiguiente, con las aguas depuradas.

Segun observaciones de Grancher i Dechamp, hechas en cilindros llenos de tierra de 2.40 de largo por 0.17 de diámetro, en los cuales han derramado cultivo fresco de bacilo tífico, se ha observado que el bacilo de Eberth no se encuentra nunca en el agua de filtracion recojida en la estremidad inferior. A 20 centímetros por debajo de la superficie se hallan algunas colonias de bacilo, a 40 centímetros no se encuentra ninguna. En esta primera capa conservan su vitalidad, sin ser destruidos por los otros organismos del suelo.

El análisis de las aguas del drenaje de los campos de depuracion de Paris, hechos en diferentes ocasiones por Mariè-Davy i Miquel, del observatorio de Montsouris, manifiestan que el azoe orgánico contenido en un litro es de un milígramo i que en un centímetro cúbico apenas se encierra una decena de microbios; miéntras que en el agua del Vanne, tan renombrada por su pureza, se encuentran hasta 62. Estas aguas son frescas, agra-



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

dables para beber i las emplean para este uso muchos habitantes del país.

En resúmen, la práctica i las observaciones han manifestado que los campos de depuracion no son perjudiciales para los que viven en sus alrededores, ni para los que en ellos trabajan, ni son tampo focos de epidemia. Constituyen la mejor manera de purificar las aguas de las alcantarillas, haciendo, al mismo tiempo, que vuelvan a la tierra los principios orgánicos que sirven para fertilizarla, siguiendo así el ejemplo de la naturaleza, «la que, como dice Boudat, donde no tiene trabas, recibe en la tierra, absorbe i conserva las deyecciones de la vida animal; es, pues, en el suelo i nó en los rios i arroyos donde es necesario confinar estos residuos de la vida animal, que en el agua llegarían a ser una fuente de putrefaccion a espensas del suelo que los reclama, miéntras que en el suelo son una fuente de fecundidad». Esta misma es la opinion de la Comision Superior de Saneamiento de Paris, la que se espresa en estos términos: «Las aguas de los desagües de la ciudad de Paris tomadas en su estado actual, es decir, conteniendo una gran proporcion de materias escrementicias, pueden someterse al procedimiento de depuracion por el suelo, sin peligro para la salubridad pública.»

En los campos de depuracion, esten o nó cubiertos de plantas, los fenómenos que se verifican son siempre los mismos; no es una simple filtracion. En un filtro, una vez tapados los orificios por los cuerpos sólidos que el agua tiene en suspension, el filtro se inutiliza i es preciso renovar el material. En un campo de depuracion bien llevado, su funcionamiento se mantiene por sí mismo, porque la accion de la atmósfera i del suelo sobre las materias orgánicas, produce la combustion de



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina

WWW.MUSEOMEDICINA.CL

éstos i queda otra vez el terreno en estado de recibir nuevas cantidades.

En todo suelo hai que distinguir tres zonas: en cuanto a su grado habitual de humedad, 1.^a la zona de evaporacion, la mas superficial i que varia segun la cantidad de aguas-lluvias; 2.^a la de transicion, suficientemente profunda para no ser influenciada por la evaporacion de la superficie; i 3.^a la zona contigua a la capa subterránea, a la que quita su agua por capilaridad. Las materias orgánicas en suspension del agua de la irrigacion, son detenidas en la capa superficial; i fijadas al suelo por atraccion las en disolucion.

La marcha de estas materias hasta la profundidad se hace por medio del agua de la primera capa, variable segun la mayor o menor sequedad de la atmósfera; pero como la humedad de esta capa es regularizada por el agua de la irrigacion, estas materias avanzan progresivamente i en un tiempo mas o ménos largo, sin que ellas o los microbios patójenos alcancen a ser levantados por el viento con el polvo del suelo. Hoffman ha demostrado que en muestras de terreno de Leipzig las sustancias orgánicas, aun las disueltas, han tardado 482 a 713 dias para penetrar a tres metros de profundidad.

Las sustancias orgánicas que han quedado en la capa superficial del terreno i las que disueltas en el agua han descendido a las capas mas profundas e impregnado cada una de las partículas del suelo, presentan una inmensa superficie que, en contacto con el oxígeno del aire contenido en él, facilita la oxidacion de estas sustancias, las cuales se trasforman en agua, ácido carbónico i azoe, i avanzando aun mas este proceso, el azoe mismo se convierte en ácido nítrico. Estas tras-



formaciones, consideradas hasta 1870 como un acto mecánico-químico, son debidas a la presencia de microorganismos; son ellos los que trasforman las sustancias albuminoideas, úrea, etc., en ácido carbónico i amoníaco i a éste en ácido nitroso i nítrico. Esto se desprende de los esperimentos de Schloësing i Muntz, descubridores del fermento que tiene la propiedad de hacer combinar el oxígeno con las materias orgánicas mas diversas, el cual se encuentra en gran abundancia en la tierra arable, i de ahí que estos terrenos sean los mas apropiados para establecer los campos de irrigacion.

El suelo debe llenar ciertas condiciones con respecto a permeabilidad, drenaje, etc., i las aguas, sometidas o nó a alguna trasformacion previa, deben ser esparcidas en condiciones determinadas, las que pasaremos a estudiar.

En algunas ciudades se hacen sufrir modificaciones a las aguas de las alcantarillas ántes de ser entregadas a la depuracion: se las deja decantar mezcladas con sustancias químicas (cal i alumbre), se recoje el precipitado, se aprensa i se vende como abono. Winbledon, arrabal de Lóndres que cuenta con 25,000 habitantes, obtiene por este medio cinco mil kilógramos de pasta por semana, en cuya elaboracion gasta 3.10 pesetas por cada mil kilógramos. Croydon, ciudad con 22,000 habitantes, hace pasar sus aguas por una tela metálica primero i por una capa de koke en seguida; el limo se recoje i se aprensa.

Estos procedimientos no mejoran en nada la depuracion por el suelo; se hacen solo con un fin mercantil i presentan el peligro de que, entregando al público este abono para ser mezclado con la tierra, sin tomar las precauciones debidas, los jérmenes patójenos pueden ir a ser focos de infeccion en puntos que no estan bajo



la directa supervijilancia de las autoridades encargadas de velar por la hijiene.

Se ha aconsejado por algunos, diluicion de las aguas de alcantarillas ántes de ser esparcidas en los campos de depuracion. Barrier, entre ellos, dice que «los campos irrigados por aguas mui concentradas, despiden malos olores.» Schlöesing afirma que, por el contrario, miéntras mayor es la concentracion, menores son éstos, por cuanto es mas fácil tapar con tierra de los bordes de la reguera las materias insalubres depositadas en ella; además, las aguas concentradas tienen la ventaja de que alejan la posibilidad de que puedan llegar hasta la capa subterránea puesto que en su mayor parte son evaporadas, i el resto, avanzando lentamente, facilita la oxidacion de las sustancias orgánicas disueltas o en suspension, porque, como lo ha probado Schlöesing i Riche, la accion oxidante del suelo es tanto mayor cuanto mas lenta es la progresion de estas sustancias. Segun estos autores, la perfeccion del procedimiento consistiria no solo en concentrar las aguas de irrigacion, sino en llegar hasta la sequedad i enterrar el residuo como abono. Por otra parte la diluicion de estas aguas tiene el gravísimo inconveniente de que por su gran cantidad, bañando el terreno, impiden la renovacion del aire contenido en el suelo, dificultan así i llegan hasta hacer nula la accion nitrificadora del fermento nítrico. Schlöesing, en el terreno de Alfortville, irrigado desde hace veinte años con aguas concentradas, ha encontrado a 50 centímetros de profundidad la misma proporcion de azoe que se halla en el terreno de los alrededores de Paris; a un metro, esta proporcion baja a un milésimo, a dos metros no se encuentra sino tres i medio diez milésimos; el suelo hasta dos metros de profundidad está perfectamente aireado. Por consiguiente, no está saturado i se



presta para la depuracion tanto como cuando se comen-
zaron las irrigaciones.

La *cantidad de agua* que debe esparcirse en una su-
perficie limitada, no es indiferente. Richard decia el
año 1887, con respecto a los campos de irrigacion de
Berlin: «Los campos del lado norte no tienen absoluta-
mente olor, miéntras que los del lado de Osdorf tienen
un olor sensible, que a cincuenta metros de distancia
es nulo, debido solamente a que se ha echado mayor
cantidad que la que pueden aceptar.» Freisinet, en su
libro sobre alcantarillas, establece que en un terreno per-
fectamente permeable i con el mejor de los drenajes,
no puede derramarse por año i por hectárea mas de
doce mil metros cúbicos, si quiere obtenerse el mejor
de los resultados, que puede elevarse la cantidad hasta
veinte mil metros cúbicos, si se toma en cuenta la pro-
duccion i la depuracion, i que nunca debe llegarse a
cuarenta i cinco mil metros cúbicos, porque entónces no
hai cultivo ni depuracion posible.

La *superficie* de un campo de depuracion está en rela-
cion con el volúmen del agua que debe ser esparcida
i, por consiguiente, con la poblacion i el número de litros
de agua de que puede disponer cada habitante. En Berlin
se calcula una hectárea por cada 250 habitantes. La
estension de los campos de depuracion de Berlin es de
nueve mil hectáreas, de las cuales 4,927 tienen drenaje
i estan destinadas a la irrigacion i el resto está consti-
tuido por tierras incultas, contrucciones, jardines, etc.

La *permeabilidad del suelo* es uno de los factores mas
importantes de una buena irrigacion. Un suelo permea-
ble facilita la renovacion del aire i, por consiguiente,
la trasformacion de las sustancias carbonadas i nitroje-
nadas; por eso los terrenos gredosos son los ménos
apropiados. Los análisis practicados en el laboratorio



de Franklan han dado los resultados que se indican en el cuadro siguiente:

Calidad del suelo	Tanto por ciento de las sustancias orgánicas disueltas y retenidas por el suelo:	Tanto por ciento de sustancias orgánicas en suspensión retenidas por el suelo.
Tierra arcillosa.....	62,4	100
Id.	78,4	96
Arenisca.....	74,0	100
Id.	83,4	100
Arena lijera.....	78,2	93,7
Id. dura.....	76,1	93,2
Tierra arcillosa mezclada.....	88,6	100
Id. pura.....	75,0	100
Arcilla lijera.....	75,0	100
Id.	75,0	100

En un campo perfectamente permeable, el espesor de él es secundario; no se necesita que tenga dos o mas metros, como se ha exijido; basta con un metro, metro i medio a lo mas. Koch dice: «No creo que el poder filtrante esté en relacion con la profundidad; a un metro la nitrificacion es completa; este es el caso de Berlin». No hai que temer la saturacion progresiva siempre que se regle convenientemente la cantidad de agua derramada, la trasformacion de las materias orgánicas es completa sin que haya ninguna modificacion del suelo.

Antes de ser entregada a los campos de depuracion el agua de las alcantarillas, es conveniente estraerles las espumas, grasas, cuerpos estraños, como se ejecuta en Reims, cuidando de enterrar oportunamente estas sustancias, porque su acumulacion hace que despidan olores mui infectos. La reparticion de estas aguas se hace por conductos de greda cerrados que tienen de trecho en trecho chimeneas verticales de ocho a diez metros



de altura i por conductos abiertos cerrados por tapas de madera. Las chimeneas de los conductos cerrados impiden la ruptura de éstos por un exceso de presión e indican la presión disponible por medio de flotadores. De estos conductos pasa el agua a los surcos que previamente se han abierto en el suelo, o se esparce formando una capa en las praderas.

En uno i otro caso el riego debe ser *intermitente*, porque así se asegura la renovación incesante del aire contenido en el suelo, condición indispensable para que viva el fermento nitrífico i se verifique la depuración. El campo de irrigación debe dividirse en secciones que filtren durante seis horas i descausen dieziocho. En Berlín, donde se procede de esta manera, al abrir un conducto de distribución, se nota solo un ligero olor a légamo que desaparece pronto; el agua es negra, turbia, espesa como toda agua de alcantarillas, i el terreno regado se encuentra ligeramente húmedo, se desmenuza fácilmente en la mano i carece de olor. Se cultivan en él cereales, avena, etc.; hai hermosas praderas que reciben un riego de tres a cuatro horas todos los días, riego que se suspende cuando la yerba ha alcanzado cierta altura, i no tiene así mal olor ni sabor.

En invierno se ha pensado, en algunas partes, esparcir las aguas en campos de deprimidos donde se acumulan en una capa de diez a veinticinco centímetros i desaparecen gradualmente por filtración i evaporación. En la primavera se suspende el esparcimiento, se espera diez a quince días i el terreno es sometido al cultivo. Este procedimiento, usado antes en Berlín, no ha dado buenos resultados, i en la actualidad se hace la irrigación del suelo tanto en invierno como en verano, a pesar de que el poder depurador de él ha disminuido, por cuanto en la época lluviosa la cantidad de aire que con-



tiene es menor. Los ingenieros de Berlin han declarado que durante el invierno no tienen ninguna dificultad para hacer las irrigaciones; las aguas de las alcantarillas corren perfectamente bajo la capa de hielo, porque tienen una temperatura mínima de 5 a 6 grados. Durante las lluvias torrenciales la irrigación puede hacerse sin inconveniente.

El *drenaje del subsuelo* se ha notado en la práctica que es indispensable en todo campo de depuración; se evitan con él las estagnaciones i la sobre-saturación. Los campos de irrigación que carecían de él se han visto en la necesidad de establecerlo, como sucedió en los de Berlin. El drenaje puede hacerse por tubos de greda perforados de 30 a 45 centímetros de diámetro i colocados a una profundidad variable, según el espesor de la capa permeable. En Berlin están colocados a un metro o metro i medio por debajo de la superficie, en Reims a dos, i en Gennevillier a cuatro metros.

El cultivo de los campos de irrigación, aceptado por algunos i combatido por otros, no influye directamente en la depuración de las aguas; las plantas no ejercen ningún papel en los fenómenos de nitrificación, pero sí absorben i evaporan el agua irrigada, aprovechan el producto de la nitrificación de las materias orgánicas i de esta manera contribuyen a que el suelo se mantenga apto para la depuración. El que un campo de depuración sea entregado al cultivo no significa que esté siempre cubierto de plantas; mientras en algunos puntos éstas crecen i no pueden ser regadas sino cuando su desarrollo así lo exige, en otros el suelo está desnudo, es cultivado, regado i preparado para recibir a su turno las plantaciones. Por otra parte, como el riego no se hace poniendo el agua de las alcantarillas directamente en contacto con las plantas, sino esparciéndola en regueras



que estan mas o ménos distantes de ellas, puede el suelo removerse i hacerse en él los trabajos que el esparcimiento exige, i si las materias que quedan en la superficie despiden malos olores, pueden ser cubiertas con tierra como en un terreno desnudo. Las plantas que crecen en estos campos, como no deben estar en contacto con el agua de las alcantarillas, no contienen jamas ningun jérmén patójeno i pueden ser usadas sin el menor peligro. Koch aconseja, sin embargo, por precaucion, hervir las legumbres i vejetales de los campos de depuracion.

Al terminar, habríamos deseado indicar los puntos donde debieran establecerse los campos de irrigacion; pero la falta de estudios completos sobre la composicion, naturaleza, permeabilidad, etc., del suelo de los alrededores de Santiago, nos impiden precisarlos.

CONCLUSIONES

1.^a La canalizacion subterránea de Santiago es una obra que se impone i cuya ejecucion no admite espera;

2.^a Al ejecutar este trabajo, deben tomarse mui en cuenta, como se hace en el proyecto del señor Martínez, los materiales de construccion, los cimientos, la forma de los conductos, la inclinacion, el lavado i la ventilacion;

3.^a Los campos de depuracion constituyen un agregado indispensable de un alcantarillado en el estado actual de los conocimientos hijiénicos;

4.^a Se hace indispensable practicar estudios del suelo en los alrededores de Santiago en los puntos en que esta irrigacion pudiera establecerse;

5.^a Al establecer los campos de irrigacion debe dárse-



les una estension proporcionada al volúmen de agua que acarreará la alcantarilla;

6.^a El riego debe ser intermitente;

7.^a Las aguas no deben diluirse ántes de ser esparcidas;

8.^a El cultivo del suelo debe ejecutarse;

9.^a Debe hacerse el drenaje de todo el campo de irrigacion; i.

10. Con el establecimiento de estas medidas disminuirán notablemente las epidemias i de consiguiente la mortalidad tan excesiva que nos dan las estadísticas.



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

CONCLUSIONES



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL



Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL

Museo Nacional de Medicina
WWW.MUSEOMEDICINA.CL