

Filtros rápidos y su primera aplicación en Chile

POR

LEONARDO LIRA

Todos los ingenieros que terminaron sus estudios antes de 1914 no tuvieron ocasión de conocer en la Universidad lo que era un filtro rápido; y, como son muy pocos los que en el ejercicio de la profesión han debido imponerse de esta materia, creo que resulta de utilidad el hacer una exposición general de este dispositivo,

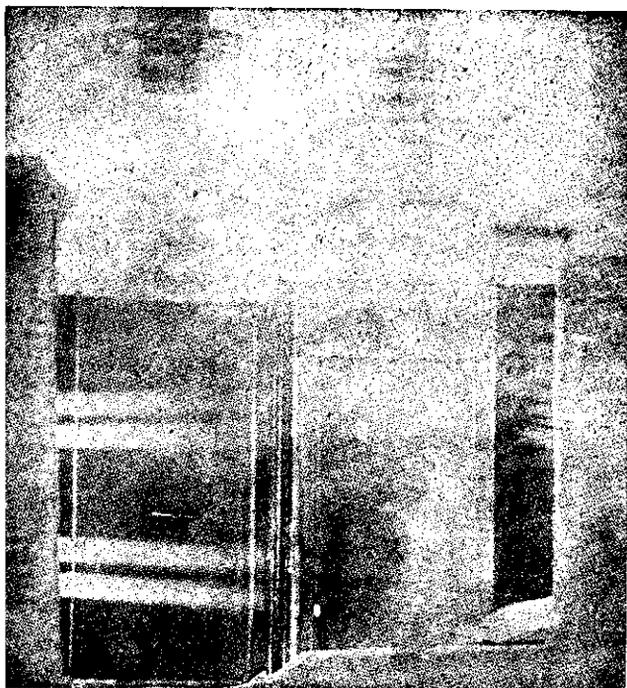


Fig. 1. - Filtro de Tyndal

ya que la Empresa de Agua Potable de Valparaíso está por terminar la primera gran instalación de filtros rápidos y es probable que en Concepción se instale una segunda. Por lo demás, todo lo que aquí digo se encuentra diseminado en diversos libros y revistas que me han servido de fuente de información. Entre los primeros debo citar *Public Water Supplies* de Turneaure y Russell y *Water Purification* de Ellms, entre las segundas el *Engineering Record* y el *Journal of the American Water Works Association*.

Antes que todo, es conveniente y es de interés el saber en qué casos es obligado

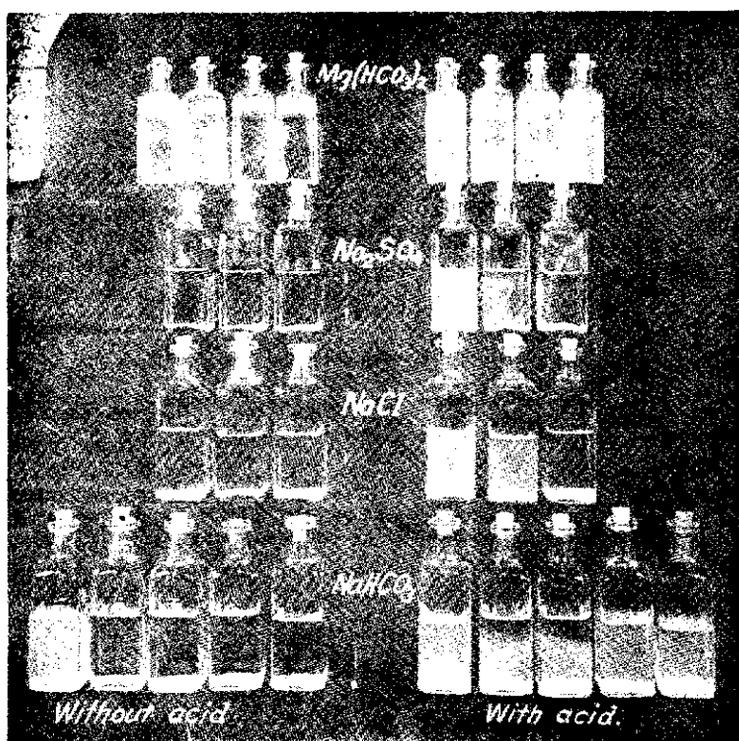


Fig. 2

el empleo de filtros rápidos y en qué casos sólo es recomendable por razón de economía. Así se evitará que se caiga en su adopción por entusiasmo del momento o, para decirlo de una vez, por moda, ya que hasta en nuestras severas actividades profesionales tiene también cabida esta modalidad temeraria.

Agua que tiene arcilla coloidal no puede quedar completamente clara por medio de una filtración simple. Igualmente la filtración simple es incapaz de separar toda la materia orgánica o de hacer desaparecer el color de origen vegetal que tie-

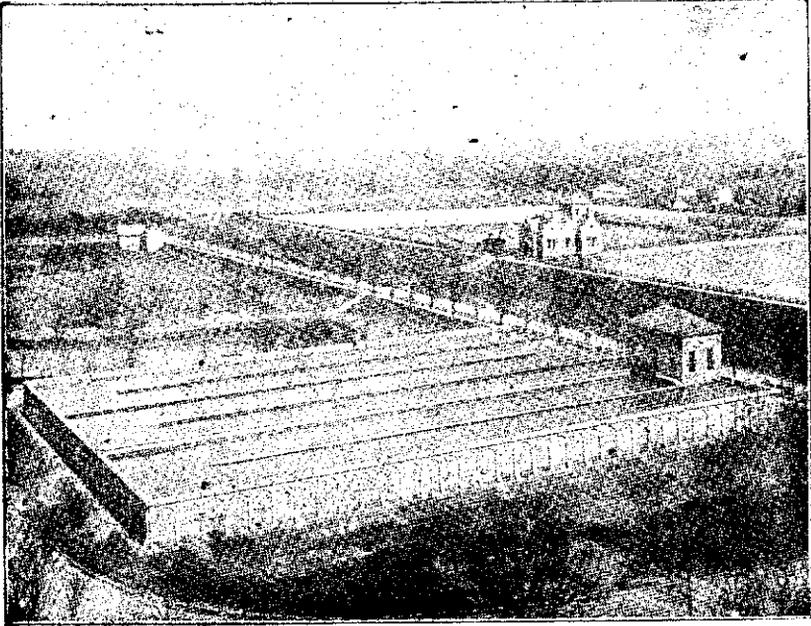


Fig. 3

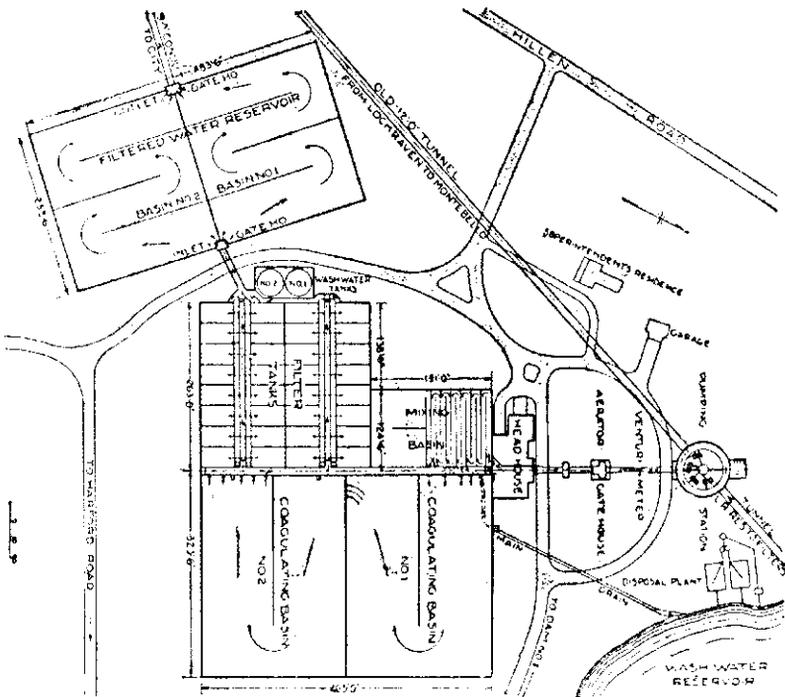


Fig. 4

en ciertas aguas naturales. He aquí entonces tres casos en que cuando se desea llegar a la claridad perfecta, a la reducción total de materia orgánica o al descoloramiento, es obligado el uso de filtros rápidos. Ahora la filtración simple como límite superior puede tratar en buenas condiciones aguas que como término medio tengan 100 partes en peso por millón de materia en suspensión, lo que equivale más o menos a la turbidez 0,4 de la escala del alambre de platino. En Estados Unidos puede ser económico el tratamiento con filtros rápidos desde 50 partes por millón y seguramente lo es desde 100 para arriba.

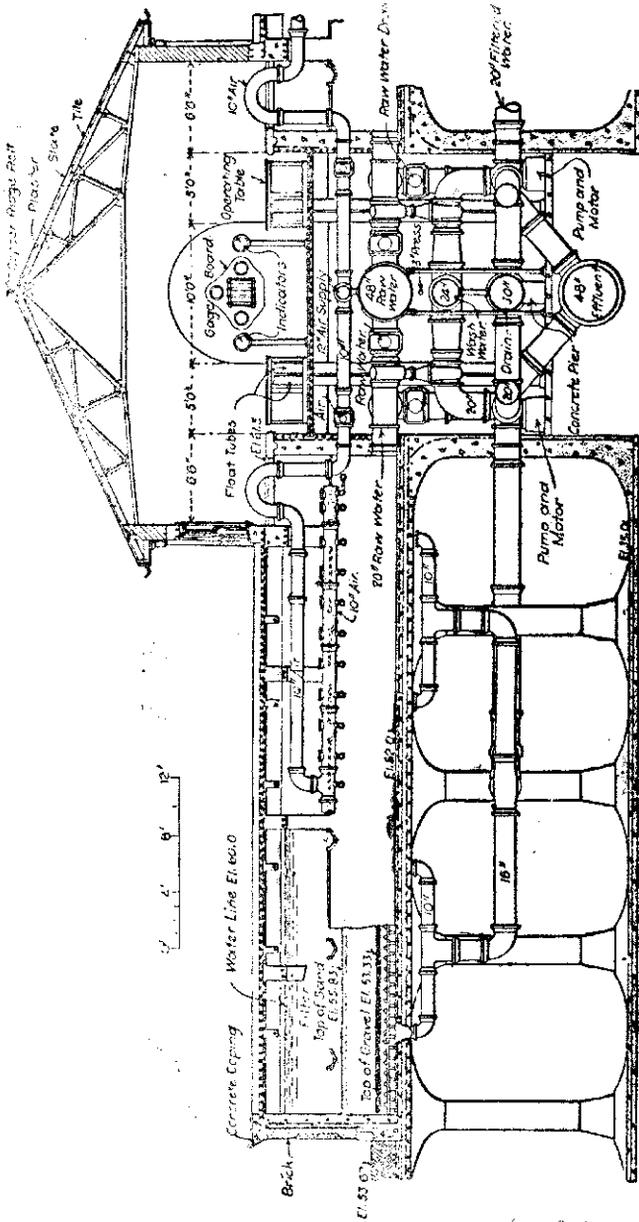
El filtro rápido tiene, como lo indica su nombre, una diferencia de rendimiento con el filtro lento o común: como término medio puede tratar por metro cuadrado unos 120 metros cúbicos en las 24 horas, mientras el filtro lento trabaja sólo a razón de 2 a 3 metros cúbicos al día. Además tiene una diferencia específica de funcionamiento y es que necesita que el agua haya sufrido un tratamiento previo con un coagulante y un comienzo de sedimentación, de modo que en toda planta de filtros rápidos habrá también estanques coaguladores (fig. 3, fig. 4). De estos dos hechos fundamentales, la gran cantidad de agua tratada y el empleo del coagulante, han resultado para el filtro rápido tal número y clase de dispositivos, que hoy sólo le parece lejanamente al filtro lento que le dio vida con la idea matriz de aclarar el agua haciéndola pasar a través de una capa de arena.

Se sabe que la arcilla es una mezcla de sustancias minerales de las cuales las principales son los silicatos de aluminio y fierro con una parte de materia orgánica. La más abundante de estas sustancias es el silicato hidratado de aluminio llamado eolita.

Esta arcilla se presenta a veces en forma coloidal. El estado coloidal es un estado especial de la materia sólida que se encuentra en suspensión en un líquido. En ese estado la materia se encuentra dividida en partículas muy pequeñas que varían desde el tamaño molecular hasta las dimensiones perceptibles por el microscopio y presenta la particularidad de no decantarse en ningún tiempo.

Estas materias coloidales tienen además algunas propiedades curiosas: pasan a través del papel de filtro, están cargadas de electricidad de uno o otro signo y así las partículas de arcilla se van hacia el polo positivo y las de hidrato de Fe y de Al. al polo negativo; están animadas de un movimiento continuo llamado Browniano y, cuando se ilumina el líquido con un haz luminoso, presentan el fenómeno llamado de Tyndall. (fig. 1) Las materias coloidales tienen la propiedad de absorber los microbios y las materias colorantes.

Se pueden preparar soluciones coloidales artificialmente disolviendo ciertas sustancias en el agua. Se obtiene, por ejemplo, una solución coloidal agregando al agua sulfato de aluminio el que reacciona con los carbonatos y bicarbonatos del agua



Section A-B.

Fig. 5

produciendo el hidrato de aluminio al estado coloidal dividido en partículas muy pequeñas de gran superficie con respecto a su tamaño, que poseen un poder absorbente. Este coloide pasa gradualmente del estado coloidal al estado de suspensión formando grumos, absorbiendo durante esta transformación los coloides de signo contrario que existan en el agua y depositándose finalmente en coágulos por decantación. Así cuando a una agua que tiene arcilla coloidal se agrega sulfato de aluminio, se observa primero una disminución de la carga eléctrica de las partículas de arcilla, en seguida la neutralización y al final, si se sigue agregando sulfato, se obtiene el cambio de signo.

En consecuencia, el método empleado para separar la arcilla coloidal consiste en emplear una solución artificial y coloidal de un electrolito positivo coagulable. La experiencia ha demostrado que los coagulantes más activos son los de radicales

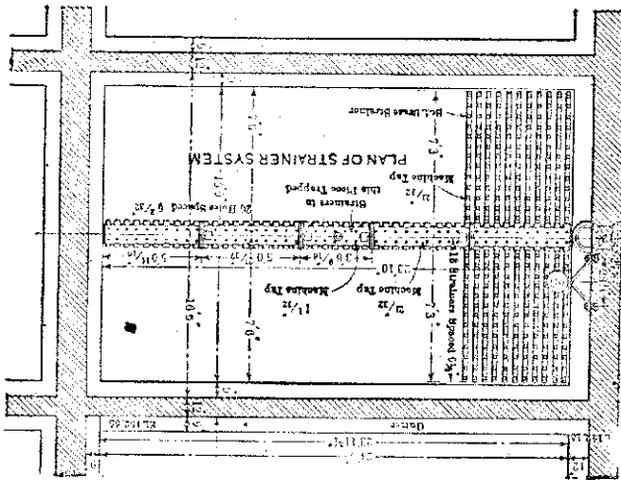


Fig. 6

trivalentes como el aluminio y el hierro. Esta misma experiencia ha hecho ver que la presencia de sales de calcio y bario en el agua ayudan la coagulación y que la presencia de sales de sodio o de ácido silícico al estado coloidal la retrasan. (fig. 2) (fig. 11).

Alargaría demasiado esta conferencia, si entrase al detalle de la coagulación. Básteme decir que ella consiste en agregar al agua una cierta cantidad de sulfato básico de aluminio o de sulfato de hierro, los cuales reaccionan químicamente y dan origen el uno al hidrato de aluminio y el otro al hidrato de hierro que son las dos sustancias coagulantes, esto es, que forman un precipitado de carácter gelatinoso que atrae las partículas inorgánicas en suspensión en el agua y luego se coagula

formando grumos que se depositan rápidamente. El filtro rápido necesita que alrededor de sus granos se forme rápidamente una capa de materia coloidal que va a retener la arcilla que existe en el agua al estado coloidal. Esta capa es formada por la materia coagulante. De modo que una parte de las materias en suspensión se separan por decantación en los estanques coaguladores y la otra en los filtros rápidos a donde va el agua con el resto de materia coagulante. En la presente conferencia tomaremos el agua en el momento en que entra al filtro y la veremos salir de él hacia el estanque de agua pura.

En general el filtro rápido es un recinto rectangular estanco que contiene en el fondo una red de cañerías que colectan el agua pura y sobre las cuales hay una serie de capas de piedras y arena. Sobre la arena está el agua por filtrar que llega al filtro por varias filas de canaletas (fig. 5) paralelas que van a una distancia de 1.80 mts. la una de la otra, que quedan a 0.30 mts. sobre la arena y que vierten el agua en toda su longitud. Como veremos más adelante, estas canaletas sirven también para recoger el agua sucia con que se ha lavado el filtro; pero entonces

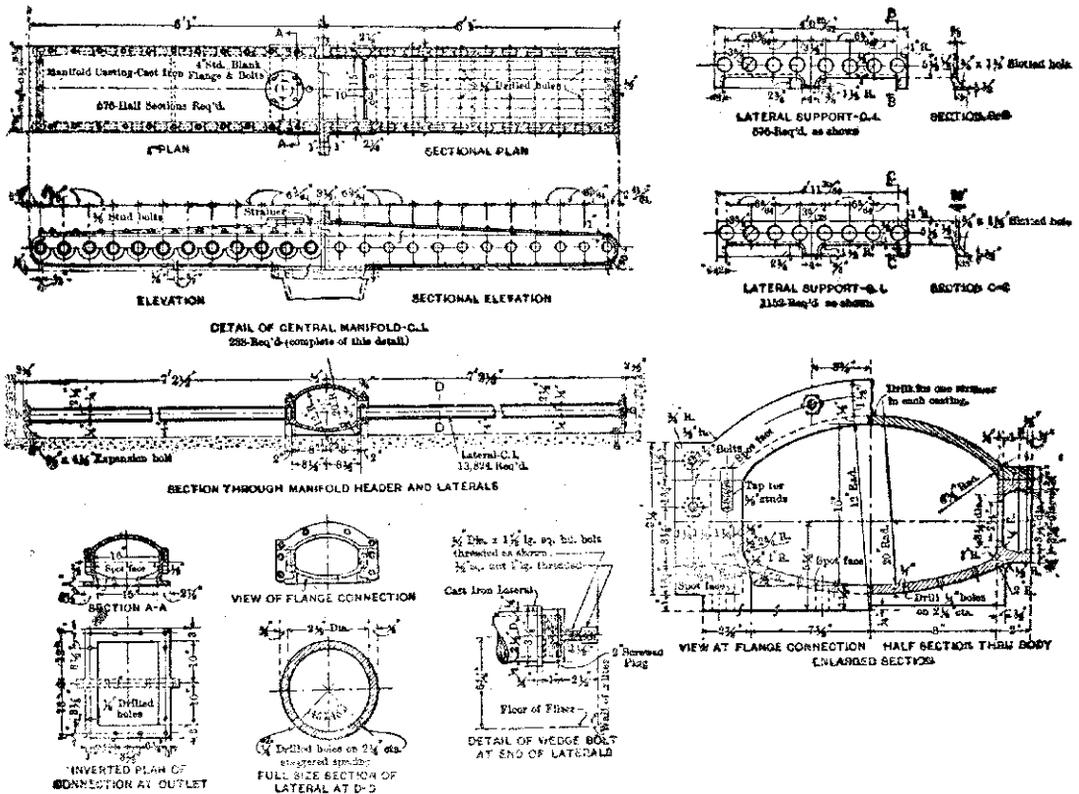


Fig. 7

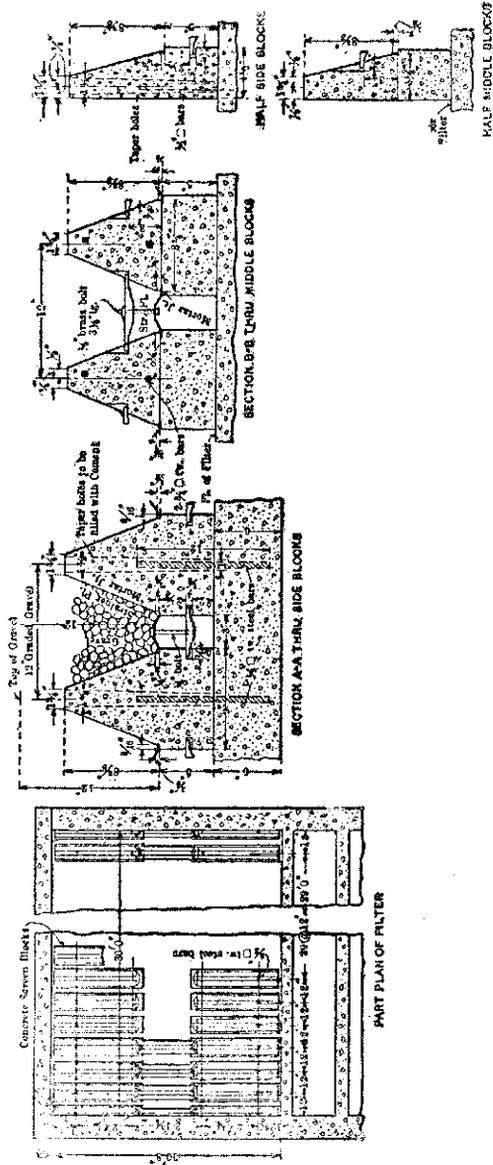


Fig. 8

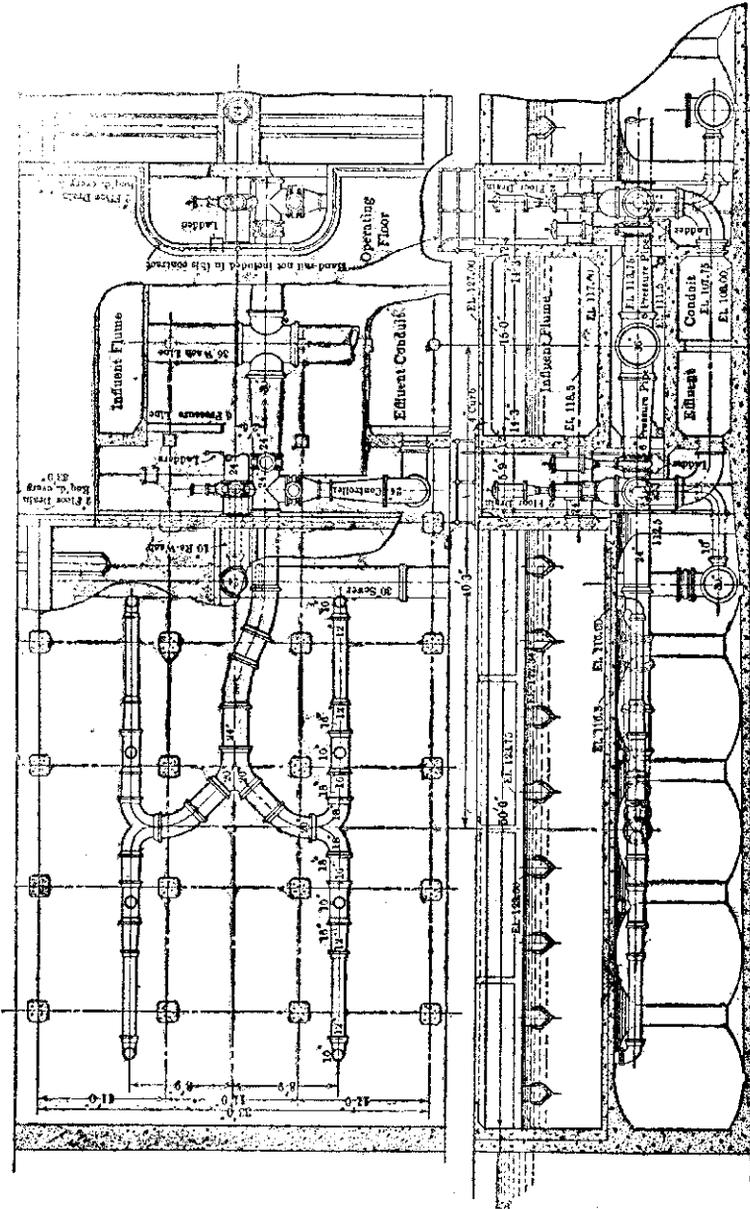


Fig. 9

el agua sucia recorre el camino en el sentido contrario al agua por filtrar. Estas canaletas tienen, como se comprende, una sección transversal creciente de un extremo a otro y su forma es la de una u con el fondo formado por dos planos inclinados.

El material filtrante está formado por una capa inferior de grava de un espesor de 0.20 mts. a 0.45 m. con tamaño variable de 0.07 m. para la capa inferior a 1,5 m|m. para la capa superior. La capa de arena tiene un espesor total de 0.75 m. a 0.90 m. con un tamaño efectivo de 0.5 a 0.6 m|m y un coeficiente de uniformidad de 1.6.

El agua filtrada se colecta en el fondo por una red de cañerías paralelas que tienen para ello una serie de hoyitos o por una red de pequeños acueductos para



Fig. 10

ellos cubiertos superiormente por planchas metálicas perforadas. En el primer caso la disposición podría consistir, por ejemplo, en una cañería central de unos 40 cms. de diámetro a la que van unidas por ambos lados tubos de 60 m|m. de diámetro colocados cada 0.15 m. con agujeros de 6 m|m. de diámetro en espiral (figs. 6 y 7). En el segundo caso la disposición material sería la siguiente: el fondo del filtro sería formado por una serie de canales paralelos y equidistantes de 0.30 m.; la forma de la sección transversal de estos canales sería la de un rectángulo de unos 7 cms. de ancho por 12 de alto, que formarían la parte inferior de la sección, al cual iría sobrepuesto un trapecio que comenzaría abajo con el ancho de 7 cms. y terminaría arriba con un ancho casi igual al espaciamiento de 0.30 (fig. 8). El agua sería recogida de los canales en diversos puntos uniformemente repartidos por desaguaderos del fondo unidos a una red de cañerías ramificada con diámetros no menores de 0.30 m.

en los ramales últimos (fig. 9). Las planchas metálicas que cubren los canales de concreto son de bronce con agujeros de 2,5 m/m. en número de 20 por cada 10 cms. La plancha va colocada entre el rectángulo y el trapecio. La parte trapecial se llena con grava.

Como se comprende, todo este complicado y costoso dispositivo no tiene otro objeto que hacer trabajar el filtro en la forma más uniforme posible, lo que no es tan necesario en la recolección del agua filtrada como en el lavado de la arena. En estos filtros, a causa de la gran cantidad de agua tratada por metro cuadrado se hace necesario lavar el filtro a intervalos cortos de tiempo, no de semanas como en los filtros lentos, sino de 5 a 24 horas. En consecuencia, el lavado debe hacerse rápidamente en unos cuantos minutos, 15 a 20, y esto se consigue inyectando por

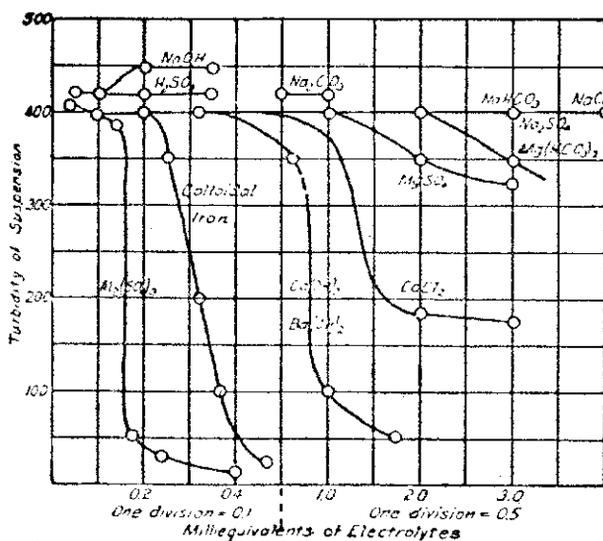


Fig. 11

abajo agua en presión. Ahora bien, si esta agua no se largase uniformemente reparada, el agua rompería el filtro y quedarían zonas sin lavar. De aquí los dispositivos descritos que reciben el nombre de ccladores: por ellos descende el agua filtrada y por ellos mismos asciende el agua destinada al lavado del filtro. Para hacer más completo el lavado se remueve la arena por medio de aire comprimido que se aplica por medio de cañerías, que se colocan entre la capa de grava y la de arena y que insuflan aire a razón de 1 metro cúbico por metro cuadrado y por minuto y con una presión de unos 0,3 kg. por centímetro cuadrado. El agua de lavado se aplica a razón de 10 lts. por metro cuadrado y por segundo y la presión necesaria en el filtro es

de unos 3 metros. Esta agua se recoge en una cañería que sale del fondo de las canaletas de concreto de que se ha hablado al principio y que atravesando el filtro va a dar a un acueducto de desagüe.

Recapitulando se ve que es necesario que dispongamos de varias cañerías: una para la llegada del agua por filtrar, otra para la salida del agua filtrada, la que, como se ha visto, consistirá en una red de cañerías; esta misma red servirá para el lavado y para ello tendrá comunicación con una cañería que tenga agua en presión; una segunda red hará la distribución del aire comprimido; una quinta cañería lle-

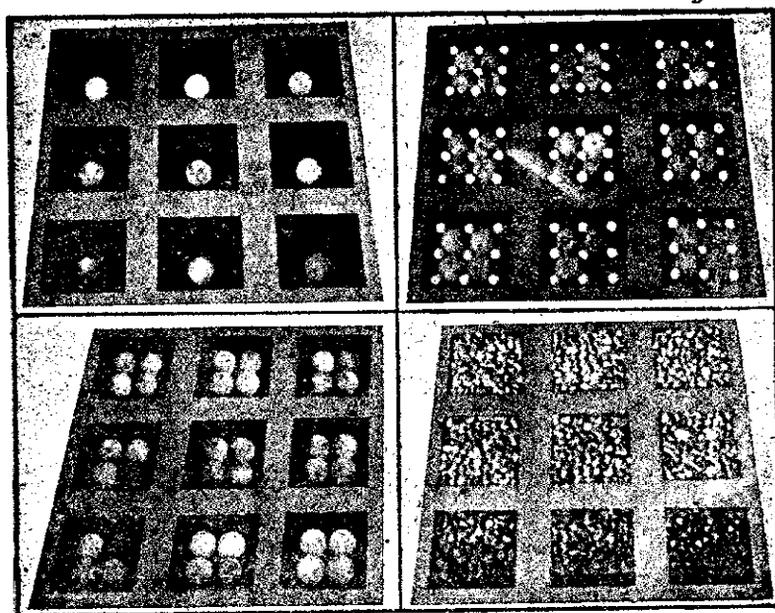


Fig. 12

vará el agua sucia de lavado. Como todas estas cañerías tienen llaves que tienen que abrirse y cerrarse varias veces al día, conviene tenerlas reunidas todas en un solo punto y a esto obedece lo que se llama en una instalación de filtros rápidos la galería central de manobra (figs. 5 y 10). Se disponen los filtros a uno y otro lado de esta galería y a ella van a dar todas las cañerías.

La fig. 12 representa el colador Wheeler que será usado en la instalación de Concepción. Como lo indica la figura, el fondo del filtro queda formado por una serie de pequeñas tolvas por cuya extremidad inferior entra el agua de lavado que es repartida por las esferas.