

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Filtración y esterilización de aguas ⁽¹⁾

Impresión de la visita de inspección á instalaciones del extranjero.

La Villa de París utiliza, para su alimentación, las aguas de los manantiales Vanne (20.000 m³), Dhuis (120.000 m³), Avre (100.000 m³) y Loing (26.000 m³), sin previa filtración ni esterilización, las de Lunain (24.000 m³), de los cuales 10.000, que constituyen el manantial de Villemer (agua mala, 3.000 gérmenes por c. c. y 1.000 colibacilos por litro), se ozonizan sin filtración; la del río Marne, filtrada y ozonizada en Saint Maur (45.000 m³), y la del Sena filtrada en Ivry (60.000 m³). Todas estas aguas, potables las unas y depuradas las que no lo son, se mezclan y son distribuidas para el consumo.

Además utiliza también la población de París, como aguas de río, las siguientes:

Canal de l'Ourq (150.000 m³), Sena (260.000 m³), Marne (120.000 m³) y pozos artesianos (7.000 m³).

Filtración de Ivry (París).—La instalación de Ivry consta de 16 filtros, de 900 metros cuadrados de superficie cada uno, ó sea en total 14.400 metros cuadrados, precedidos de desbastadores y prefiltros. Está dividida en dos grupos, en cada uno de los cuales trabajan siete filtros, estando dos siempre en limpieza, que se lleva á cabo cada quince á veinte días. Esta se hace á mano, rasando la capa superficial en un espesor de 2 centímetros, y cuando se ha reducido el espesor en unos 40 centímetros, se llenan nuevamente de arena lavada mecánicamente, por máquinas de la Compañía Lyonnese (43, rue de la Federation), en las que se gastan 5 metros cúbicos de agua por metro cúbico de arena.

La limpieza de los desbastadores se hace, cuando hay poco barro, bajando el nivel del agua hasta la capa superior de la gravilla, y barriendo ésta con una lámina delgada de agua. Cuando después de varias limpiezas de esta clase, la pérdida de carga es grande, se vacía el desbastador, y se remueve la gravilla con azadas, al mismo tiempo que se deja correr gran cantidad de agua para que arrastre el barro.

La velocidad de filtración es de 2,4 metros cúbicos, por metro cuadrado y día; pero esta velocidad suele ser alterada, según las necesidades del servicio de distribución, llegando á la de

5 metros cúbicos; la velocidad se regula, por reguladores de sifón, en cada filtro.

Para determinar la pérdida de carga en cada uno de éstos, hay indicadores de flotador.

Hay propensión á sustituirlos desbastadores por prefiltros, pues en aquéllos, cuando el agua viene muy cargada de materias férricas, se colmatan muy rápidamente, siendo más costosa su limpieza que en los prefiltros; y cuando viene clara, debido á los huecos existentes entre las piedras, no producen efecto alguno apreciable.

La relación de superficie de los prefiltros á los filtros es de $\frac{1}{4}$.

Se filtran actualmente 60.000 metros cúbicos, y se hacen trabajos para duplicar esta cantidad. El sistema de filtración es el preconizado por Puech; es decir, el de hacer una filtración metódica de mayor á menor velocidad para que en los desbastadores queden las mayores impurezas y los filtros lentos tengan que ser limpiados muy de tarde en tarde, á fin de utilizar debidamente la membrana orgánica que en ellos se forma.

Esta membrana, que es la que produce la casi esterilización del agua, da á los filtros que llevan algún tiempo en servicio un aspecto poco agradable á la vista, por la gran cantidad de algas que aparecen, tanto en el fondo, como flotando.

Se verifican diariamente en el laboratorio de la instalación determinaciones físicas y químicas, de aspecto, alcalinidad en cal, nitrógeno nítrico, amoníaco y materias orgánicas del agua, antes y después de filtrada.

La alcalinidad en cal la determinan por medio de una solución decinormal de ácido sulfúrico, y empleando como indicador el metilo anaranjado; el nitrógeno nítrico, por el método colorimétrico, empleando el reactivo fenolsulfúrico para llegar á producir la coloración amarilla del picrato amónico; el amoníaco, por el método colorimétrico con el reactivo de Nessler, con precipitación previa, por carbonato sódico; y las materias orgánicas las expresan en oxígeno, por ebullición del agua, con permanganato potásico, en líquido, neutralizado por bicarbonato de sosa, con empleo del sulfato de hierro amoniacal, según el método descrito en la pág. 60 de la obra de M. F. Dienert, titulada *Eaux douces et eaux minerales*.

Los resultados medios obtenidos son:

	Alcalinidad en cal.	N. nítrico.	Amoníaco.	Materias orgánicas.	Aspecto.
Agua del Sena, bruta	111	1,6	Alguna vez trazas	1,05	Turbio
Agua del Sena, filtrada	104	1,6	0	0,37	Claro

Los resultados están expresados en miligramos por litro.

(1) Del notable informe del Jurado del Concurso de proyectos para las de Bilbao, constituido por los Sres. D. Valentín Gorbeña (Presidente), doctor Enrique G. de Ancos, D. Jesús de Aristegui, D. José Bolívar, D. Miguel Armisen, D. Esteban de Echegaray, D. R. Bastida, D. Nicolás Bengoa, D. Enrique Areilza y D. F. Menjón.

Se verifican asimismo diariamente determinaciones bacteriológicas que abarcan: 1.º, numeración de gérmenes por centímetro cúbico de agua. 2.º, investigación y numeración de *Bacillus coli communis*. La primera se practica por medio de cultivos en gelatina nutritiva, verificando el recuento á los quince días de incubación en estufa, á 22º. La segunda, sembrando el agua en diferentes diluciones, en caldos peptonizados, lactosados y fenicados al 1,20 por 1.000.

Los resultados obtenidos son:

	Número de gérmenes por cm ³ .	Bacillus coli communis por litro.
Agua del Sena, bruta.....	10.000 á 250.000	Más de 1.000
Agua del Sena, filtrada.....	10 á 250	0, excepto en las crecidas.

Filtración y esterilización de Saint-Maur (Paris).—La instalación filtrante consta de doce filtros de 1.600 metros cuadrados de superficie cada uno, precedidos, cada grupo de tres filtros, de seis prefiltros y seis desbastadores.

La velocidad de filtración está regulada á 5 metros cúbicos por metro cuadrado y día, debido á que el agua es luego esterilizada por el ozono. La limpieza de los prefiltros y filtros se hace como en Ivry.

Para la esterilización hay dos sistemas distintos de producción del ozono, uno del tipo Siemens-de-Frisse, y otro de la Compañía general del Ozono, sistema Otto.

El primero consta de ocho baterías, con 480 tubos ozonizadores, cinco esterilizadores, cinco compresores de aire, una máquina frigorífica para desecación y dos transformadores de 8.000 voltios.

El segundo de cinco baterías de 16 elementos dobles y cinco esterilizadores, y corriente monofásica á 15.000 voltios. Existen bombas de agua con motores eléctricos, un ventilador, un desecador y una bomba de circulación de agua para refrigeración. Cada una de las instalaciones emplazadas en un mismo edificio puede tratar 45.000 metros cúbicos de agua al día, y cuando hicimos nuestra visita, solamente funcionaba la del sistema Otto.

El costo de ambas fué igual, según los contratos, y de francos 361.750, siendo de cuenta de la villa el edificio. Las instalaciones no están aún recibidas definitivamente, y tienen algunas deficiencias, como la incompleta desecación y la no filtración del aire, que originan la rotura de placas de los ozonizadores, cosa que podría corregirse sustituyendo el sistema de desecación por otro, consistente en hacer pasar el aire por columnas con cloruro de calcio dispuestas en serie, y filtrando el aire para limpiarle del polvo.

Las columnas esterilizadoras son de cemento armado; el aire ozonizado se mezcla por emisores, no existiendo recuperación del ozono, por considerar muy costosa la condensación del agua que satura el aire, después de estar en contacto con aquélla en los esterilizadores; mas este punto puede ser estudiado, empleando la desecación por cloruro de calcio.

La ozonización eleva la temperatura del agua, aproximadamente, medio grado.

El aire ozonizado lleva de 3 á 3,5 gramos de ozono por metro cúbico, y el número de vatios empleados para producir un gramo de ozono es, aproximadamente, de 16 á 18, y acostumbra, por término medio, emplearse un gramo de ozono para esterilizar cada metro cúbico de agua.

En el laboratorio de la instalación se verifican diariamente, como en Ivry, determinaciones físico-químicas, análogas y por los mismos procedimientos antes expuestos.

Se verifican, además, diariamente determinaciones de la cantidad de ozono existente por metro cúbico de aire ozonizado. Estas determinaciones de ozono se practican por duplicado por un empleado de la municipalidad y otro de la casa constructora. El empleado de la municipalidad de París efectúa la determinación, haciendo pasar el aire ozonizado por una disolución de yoduro potásico y arsenito potásico, con bicarbonato del mismo metal, y dosando después el arsenito no oxidado por una solución valorada de yodo, empleando como indicador el engrudo de almidón.

El empleado de la casa constructora utiliza el procedimiento de Otto, haciendo pasar el aire ozonizado por una solución de yoduro potásico acidificada con ácido sulfúrico, y dosando después el yodo libre mediante una solución valorada de hiposulfito. La cantidad de ozono obtenida por el procedimiento Otto es constantemente superior á la obtenida por el otro procedimiento, con diferencia apreciable.

No obstante, cualquiera de los dos es aplicable, utilizando siempre el mismo, pues entonces los resultados son comparables; pero hay que tener en cuenta esto en su día, si se verifica la instalación, al fijar las condiciones que ésta debe llenar para marcar el procedimiento que ha de exigirse, á fin de evitar posibles divergencias.

La ozonización no altera sensiblemente la alcalinidad en cal; cuando la producción de efluvi no es muy violenta, no produce vapores nitrosos, pero se forman éstos en caso contrario. El amoniaco que pueda llevar el agua desaparece si antes no ha producido ya este efecto por filtración, y en cuanto á la materia orgánica, disminuye notablemente si la filtración previa ha sido incompleta; pero si ésta ha sido bastante completa, la disminución que se obtiene por la ozonización resulta muy pequeña y frecuentemente nula.

Los resultados medios obtenidos son:

	Alcalinidad en cal.	N. nítrico.	Amoniaco.	Materias orgánicas.	Aspecto.
Agua del Marne, bruta ..	117	1,8	Ligeras trazas.	1,4	Lechosa.
Agua del Marne, filtrada.	112	1,7	0	0,73	Clara.
Agua del Marne, filtrada y ozonizada..	112	1,7	0	0,73	Clara.

Se verifican diariamente análisis bacteriológicos sobre el agua bruta filtrada y ozonizada, por los mismos procedimientos que en la instalación de Ivry y los resultados obtenidos, son:

	Número de gérmenes por c. c.	Coli bacilo por litro.
Agua bruta.....	10.000 á 100.000	1.000 á 10.000
Agua filtrada.....	2.000 á 20.000	10 á 30
Agua filtrada y ozonizada.....	0 á 10	0 á 0

Esterilización de Villemer (Paris).—En esta instalación se esteriliza el agua de uno de los manantiales que forman el viaje de Lunain, tratándose por el ozono 10.000 metros diarios. Esta instalación, citada por el señor van der Made como de su sistema, ha sido construída por la villa de Paris, y aun están en pruebas de dieléctricos.

Consta de cinco baterías de cuatro elementos, con doce tubos cada uno, de los que sólo trabaja una, y en ella los tubos ozonizadores eran de diferente forma que en las otras cuatro, siendo en éstas idénticos á los que instaló en Bilbao, para las pruebas el Sr. J. van der Made. La desecación del aire se hace por clo-

ruro cálcico, y además se filtra por algodón para quitar el polvo. No hay roturas de tubos de vidrio, y éstos solamente cuestan 0,25 francos cada uno.

La energía es generada por una máquina de vapor locomóvil, habiendo otra de repuesto. Se tratan 460 metros cúbicos de agua por hora, empleando para ello 260 metros cúbicos de aire, también por hora. La presión del aire es de 4,40 metros á la entrada y 4 á la salida.

El consumo de energía es aproximadamente de 8 kilovatios por hora y los vatios gastados por metro cúbico son, aproximadamente, 16.

Los análisis físicos y químicos, así como los bacteriológicos, se verifican por los mismos procedimientos que en Saint-Maur.

Los resultados medios obtenidos son:

	Alcalinidad en cal.	N. nítrico.	Amoniaco.	Materias orgánicas.	Aspecto.
Agua bruta.....	107	1,9	0	0,3	Opalina.
Agua azoizada.....	106	2	0	0,05	Opalina.

	Número de gérmenes por cm ³ .	Número de colibacilos por litro.
Agua bruta.....	30.000	Más de 1.000
Agua ozonizada.....	Menos de 30	0

Filtración de Suresnes (Banlieu de París).—La instalación de filtración está montada para el servicio de la Banlieu de París, con arreglo al sistema Puech Chabal, tratándose al día 40.000 metros cúbicos.

Los desbastadores están en cuatro grupos de cuatro; los prefiltros en dos grupos de seis, instalados sobre dos de los filtros, y el número total de éstos es de 18.

La primera fase de desbastadores tiene una superficie de 146 metros cuadrados; la segunda, de 246; la tercera, 447, y la cuarta, 741 metros cuadrados, subdivididas en cuatro compartimientos iguales.

Los 12 prefiltros tienen una superficie de 2.160 metros cuadrados, y los 18 filtros la de 12.600 metros cuadrados.

La velocidad de filtración es de 3 metros cúbicos por metro cuadrado y día.

Debajo de los filtros hay un depósito de 19.000 metros cúbicos de capacidad, dividido en tres compartimientos desiguales.

Se regula el gasto por reguladores automáticos, sistema Delon y Compañía, que es también el adoptado por la villa de París.

Según referencias, el coste de filtración por metro cúbico de agua es de 6 á 8 milésimas de franco.

Costó el terreno 50.000 francos y las obras 250.000.

La limpieza se hace á mano y el lavado de la arena también, no estando dotada como las instalaciones del mismo sistema más recientes, del lavado por aire comprimido. Es de notar la disposición de los prefiltros, construídos sobre dos de los filtros, con lo que se reduce la superficie de terreno necesaria.

Se practican análisis químicos y bacteriológicos diarios por el director de la instalación, en representación de la Compañía explotadora de las aguas, y semanales, por la municipalidad de París.

Los resultados medios son:

	Alcalinidad en cal.	N. nítrico.	Amoniaco.	Materias orgánicas.	Aspecto.
Agua del Sena, bruta....	111	1,64	Trazas.	1,29	Turbio.
Agua del Sena, filtrada..	107	1,73	0	0,53	Claro.

	Número de gérmenes por c. c.	Número de colibacilos por litro.
Agua del Sena, bruta.	100.000	Más de 1.000
Agua del Sena, filtrada.....	10 á 100	Raras veces y siempre menos de 5

Filtración de Barmen (Alemania).—Esta instalación, construída por la casa Reiser, es modelo en su clase y predispone desde el primer momento en su favor.

Los filtros son de forma rectangular, construídos de cemento armado, tienen cada uno 37 metros cuadrados de superficie y están emplazados unos junto á otros, pudiendo así aumentarlos con sólo construir ó alargar el edificio en que están instalados.

Debido á esto se nota sobre la superficie del agua mayor limpieza que en las instalaciones anteriores, pues no hay materias arrastradas por el viento. No presentan algas, pues se limpian con gran frecuencia, porque no utilizan la membrana para la depuración, ya que su objeto es solamente clarificar el agua.

La buena disposición de las llaves de entrada, regulación y desagüe del líquido, así como las de entrada y purga del aire comprimido que se emplea para la limpieza (pues todas están juntas), hacen que un solo obrero pueda verificar la limpieza en muy pocos minutos.

El motor empleado para el compresor de aire funciona automáticamente, de modo que una vez obtenida la presión de cinco atmósferas en el acumulador, cesa en su funcionamiento.

Había en servicio nueve filtros, estaban terminándose otros cuatro y dejado espacio para seis más.

El agua procede de un pantano y tiene un fuerte color que desaparece con la filtración rápida, á la velocidad de 72 á 240 metros cúbicos por metro cuadrado y día.

Como determinaciones de carácter físico y químico verifican únicamente la determinación de las algas existentes por metro cúbico de agua, expresadas en centímetros cúbicos de volumen y ensayos de transparencia.

Los resultados medios obtenidos son:

	Algas por metro cúbico expresada en c. c. de volumen.	Transparencia en metros.
Agua bruta.....	1,6 á 6,3	Casi nula.
Agua filtrada.....	0,2 á 1	De 3 á 10

	Número de gérmenes por c. c.	Número de colibacilos por litro.
Agua bruta.....	200 á 600	Más de 20
Agua filtrada.....	40 á 250	0

Filtración y esterilización de Luneville (Francia).—Consta de filtros sistema Puech Chabal, y esterilización por rayos ultravioletas. La filtración es igual á la de Suresnes, con la sola diferencia de la superficie, pues aquí se tratan solamente 7.600 metros cúbicos de agua de río, á una velocidad de 7 metros cúbicos por metro cuadrado y día, á los que se suman otros 400 me-

tros cúbicos procedentes de un manantial, para ser todos esterilizados.

Los filtros están cubiertos por un edificio para evitar la congelación á causa de la temperatura baja del invierno.

En Suresnes, donde también sucede esto, lo evitan rompiendo el hielo, para que pueda obrar la presión atmosférica.

La esterilización se hace por lámparas de vapor de mercurio, de cuarzo, cuyos radios ultrá-violetas actúan sobre las bacterias.

Hay instaladas 12 lámparas para trabajar en grupos de dos, pero al hacer la visita trabajaban nueve en serie, según nos manifestaron, para hacer pruebas.

El consumo de estas nueve lámparas era de 500 voltios y 23 amperios, y el motor era de 30 caballos de potencia.

No se obtuvieron datos del costo, pues nos dijeron que, como solamente estaba en servicio desde el mes de Enero, y aún estaban haciendo pruebas, no los tenían, y tampoco pudieron decirnos la duración aproximada de las lámparas.

Como el consumo de agua en la población ha aumentado, la velocidad del agua en los prefiltros se elevó de 12 á 18 metros cúbicos por metro cuadrado y día, á fin de poder tratar 8.000 metros cúbicos en lugar de los 6.000 contratados.

Se verifican en el laboratorio de la instalación únicamente determinaciones del color del agua, antes y después de filtrada, dato muy importante para el procedimiento de esterilización allí seguido. La composición química de las aguas utilizadas es la siguiente:

AGUA DEL RÍO MEURTHE		AGUA DEL MANANTIAL RIANVIS	
Grado hidrotimétrico.....	5	Grado hidrotimétrico.....	6,5
Carbonato de cal.....	41	Grado hidrotimétrico permanente.....	3,7
Sulfato de cal.....	12	Residuo fijo.....	78
Carbonato de magnesia.....	16	Oxido de cal.....	31,3
Cloruro sódico.....	3	Oxido de magnesia.....	3
Salas de hierro.....	15		

Todo ello expresado en miligramos por litro de agua.

Los resultados bacteriológicos son:

	Número de gérmenes por c. c.	Número de colibacilos por litro.
Agua bruta.....	30.000	Más de 500
Agua filtrada.....	40 á 200	Reduce casi siempre á 0 y siempre á menos de 50.
Agua esterilizada.....	1 á 10	0

Filtración y esterilización de Rimiez (Niza).—La instalación de esterilización es capaz de tratar 150 litros de agua por segundo. El agua procede del canal del Vesubie. Se clarifica por desbastadores verticales, instalados al lado del canal. Hay tres grupos: el primero; de seis desbastadores, á 16 elementos cada uno ($S = 576\text{ m}^2$); el segundo, también de seis, á 22 elementos cada uno ($S = 792\text{ m}^2$), y el tercero, de dos, con 16 elementos ($S = 192\text{ m}^2$).

Este agua clarificada se lleva á los filtros, que tienen 3.300 metros cuadrados. La velocidad en los desbastadores es de 29 metros cúbicos por metro cuadrado y día, y en los filtros 5 metros cúbicos.

Los desbastadores ocupan poca superficie por su disposición vertical, pero tienen el inconveniente de tener que invertir mucho tiempo en su limpieza. La de los filtros se hace raspando la superficie con palas cada dos meses, es decir, cuando la pérdida de carga alcanza á 0,5 — 0,6 metros.

El lavado de la arena se hace á mano, y cada obrero lava,

aproximadamente, 2 metros cúbicos al día, y se gasta mucha agua (3 litros por 1 m^3).

Hay un indicador de nivel del agua en el canal, que por contacto eléctrico avisa al guarda.

La esterilización por ozono, sistema de la Compañía general del Ozono, es idéntica á la que existe en Saint-Maur. Hay cinco baterías y sólo trabajan dos. La instalación está bastante descuidada. El transformador es de 110 á 15.000 voltios. La energía es generada por la misma agua tratada, que mueve una turbina. Los resultados medios de los ensayos químicos y bacteriológicos de *control*e verificados por la Sociedad explotadora de las aguas, son:

	Agua bruta.	Agua filtrada.	Agua ozonizada.
Grado hidrotimétrico total.....	22 á 26	22 á 26	22 á 26
Grado hidrotimétrico permanente.	10 á 15	10 á 15	10 á 15
Materias orgánicas.....	1,2 á 2,9	0,4 á 2,5	0,24 á 2,2
Amoniaco.....	Trazas.	0	0
Nitritos.....	0	0	0
Nitratos.....	0,6 á 1,3	0,7 á 1,3	0,7 á 1,5
Cloruros en (cloruro sódico).	7 á 8	7 á 8	7 á 8

	Número de gérmenes por c. c.	Número de colibacilos por litro.
Agua bruta.....	2.000 á 3.000	30 á 50
Agua filtrada.....	200 á 250	Rara vez y siempre menos de 5
Agua ozonizada.....	2 á 6	0

Instalación de Bon-Voyage (Niza).—Se utiliza el agua filtrada de Santa Tecla, y hay ocho baterías de ozonizadores, del mismo tipo de placas del anterior, de las que solamente trabajan cuatro. Hay 12 emulsores y sólo trabajan siete. En el depósito se nota que existe gran cantidad de ozono. También esta instalación está bastante descuidada.

El volumen de agua tratada es de 260 litros por segundo. Tensión, 20.000 voltios.

Los resultados medios obtenidos son:

	Agua antes de la ozonización.	Agua ozonizada.
Grado hidrotimétrico.....	19	19
Materias orgánicas.....	2,1	1,8
Nitritos.....	0	0
Nitratos.....	Trazas.	Trazas.
Amoniaco.....	Trazas.	0
Cloruros en cloro.....	20	20

	Número de gérmenes por c. c.	Número de colibacilos por litro.
Agua bruta.....	2.000	Más de 50
Agua filtrada.....	200 á 400	25
Agua ozonizada.....	1 á 10	0

Instalación de Villefranche (litoral del Mediterráneo).—La instalación de Col de Villefranche trata 195 litros por segundo de agua filtrada del Vesubie por disposición de la Compañía general de Aguas; pero está montada para tratar 300 litros. La velocidad es de 8 metros cúbicos por metro cuadrado y día. Hay dos cubos con ocho emulsores, de los que trabajan cinco. La desecación se hace por cuatro desecadores con cloruro de calcio, que trabajan en paralelo, pero según indicaron, conviene que sea en serie. Desecan el cloruro usado y lo vuelven á utilizar.

Hay tres baterías de ozonizadores, con diez elementos de placas cada uno. Solamente trabaja una batería.

El consumo de energía era: de día 9 kilovatios para 196 litros y 7 kilovatios para 140 litros durante la noche.

Con la perfecta desecación del aire no se rompen las placas. Es una instalación muy bien estudiada y que ocupa poco espacio.

Trabajan dos baterías; la potencia absorbida es de 16 kilovatios para 756 metros cúbicos de agua por hora, ó sea 21,1 vatios por metro cúbico de agua. El número de metros cúbicos de aire ozonizado es de 236, y el peso de ozono por metro cúbico de agua 1,24 gramos.

Con una batería para 756 metros cúbicos de agua, la potencia absorbida es de 9,5 kilovatios, ó sea 12,5 vatios por metro cúbico de agua, 235 metros cúbicos de aire y 0,63 gramos de ozono por metro cúbico de agua.

Con una batería para 540 metros cúbicos de agua, la potencia 9 kilovatios, ó sea 16,6 vatios por metro cúbico de agua, 160 metros cúbicos de aire ozonizado por hora, 0,91 gramos de ozono por metro de agua.

La cifra prevista es de 25 vatios por metro cúbico de agua, pero se ha podido obtener un gasto menor hasta de 9 vatios por metro cúbico de agua.

Los resultados químicos y bacteriológicos obtenidos son análogos á los de Rimiez.

Instalación filtrante de Pau (Francia).—Es del tipo de filtros Puech Chabal para filtrar agua del Neez, que está generalmente limpia, pero que se enturbia con las tormentas.

El caudal es de 104 litros por segundo, ó sea 9.000 metros cúbicos diarios.

La velocidad de filtración es de 3 metros cúbicos por metro cuadrado y día. Hay tres desbastadores dobles, seis prefiltros y doce filtros.

Los primeros tienen una superficie $\frac{1}{15}$ de la total, y los segundos $\frac{1}{10}$.

El gasto de agua en la limpieza es de $\frac{1}{100}$ del total, y se hace por medio del aire comprimido, por motor de 8 kilovatios.

Después de la limpieza de los filtros que se hace cada cuatro á doce meses, según la pérdida de carga, se deja marchar el agua durante cuarenta y ocho horas, y se pone en servicio el filtro, cuando de la oficina de investigación bacteriológica, que la hace el veterinario municipal, se da como buena el agua. Es decir, que una vez limpio el filtro, está, por lo menos, cuatro días sin que se utilice su agua.

Es la instalación más completa de este tipo de filtros.

Su emplazamiento es en terreno inclinado, por lo que ha habido que hacer desmontes en un lado y en otro construir los filtros sobre pilastra de hormigón armado.

No se verifican determinaciones de carácter físico ni químico, sino únicamente bacteriológicas.

La composición química del agua tratada, expresada en miligramos, es la siguiente:

AGUA DEL MANANTIAL NEEZ

Grado hidrotimétrico total.....	14
Grado hidrotimétrico permanente.....	4,6
Residuo fijo.....	154
Oxido de cal.....	67
Oxido de magnesia.....	7
Anhidrido silícico.....	6
Alcalis.....	6
Cloruros, en cloro.....	Trazas.
Anhidrido sulfúrico.....	11
Amoniaco, nitratos y nitritos.....	0

El resultado medio de las determinaciones bacteriológicas es:

	Número de gérmenes por c. c.	Número de colibacilos por litro.
Agua bruta.....	1.000 á 2.000	Numerosos.
Agua filtrada.....	Menos de 5	0

Como consecuencia de las visitas á las diferentes instalaciones, de las referencias facilitadas por los técnicos encargados de ellas, así como por los directores de los servicios de aguas y de higiene de las distintas localidades visitadas, y teniendo en cuenta las opiniones autorizadísimas de personalidades tan notables como los Sres. Colmet-Daage, Dieuert y Dres. Roux, Chantemesse, Cambier y Thiery, resumimos nuestros juicios en las impresiones siguientes:

1.^a Que la filtración rápida no basta para purificar convenientemente las aguas, sino solamente para mejorar las condiciones físicas, y para prepararlas á la esterilización.

2.^a Que la filtración lenta no es conveniente para las aguas de manantial por la difícil madurez del filtro; pero da resultados satisfactorios en la potabilización bacteriológica de las aguas del río, sin llegar á obtenerse una depuración tan completa y segura como con la esterilización.

3.^a Que la filtración lenta tiene los inconvenientes de exigir una superficie de terreno muy grande, de dar lugar á una elevación de temperatura en el agua, que en París alcanza hasta los 26°, de exigir la suspensión del suministro en un plazo mínimo de tres días, después de la limpieza del filtro, y la posibilidad de una fácil contaminación, debida al agrietamiento de la película biológica ó capa superficial.

4.^a Que hay, en general, una predisposición en contra del empleo de coagulante por su elevado precio y por el deseo de huir de adicionar al agua ninguna clase de sustancias.

5.^a Que la limpieza de los filtros rápidos conviene hacerla por aire comprimido, por resultar mejor y más económica, y la de la arena mecánicamente.

6.^a Que la esterilización por los rayos ultravioletas no está, por hoy, suficientemente experimentada, teniendo, además, el inconveniente de que en cuanto el agua á tratar es ligeramente coloreada, no esteriliza bien, aparte del mayor consumo de energía sobre la ozonización, del coste incierto de la lámpara y de la dificultad de poder comprobar fácilmente, en cualquier instante, si está funcionando en condiciones adecuadas.

7.^a Que la ozonización da resultados satisfactorios á condición de estar muy bien vigilada su marcha por análisis diarios y de efectuarse sobre aguas que no estén muy turbias.

8.^a Que el coste de la ozonización depende del precio de la energía eléctrica, siendo, aproximadamente, en Saint-Maur, de 1,5 céntimos por metro cúbico de agua; pero puede obtenerse más barato produciendo el fluido eléctrico, aprovechando el salto del agua misma que se va á tratar, como ocurre en las instalaciones de Rimiez y Bon-Voyage.

9.^a Que aun cuando la filtración no depure por completo el agua, la esterilización actúa en forma tal, que por sí sola es capaz de purificarla, con ventaja sobre la filtración lenta; por lo tanto, cuando se ha de esterilizar una agua, aunque ésta sea opalina ó turbia, bastará con practicar previamente una rápida filtración, por ser suficiente y más económica.

10. Para evitar la rotura frecuente de las placas y tubos de vidrio de los ozonizadores, se hace indispensable que el aire llegue á éstos en un estado higrométrico inferior siempre á 0,30 para lo cual creemos necesarias la desecación por cloruro cálcico dispuesto en serie, y la instalación de higrómetros registradores.

11. En los ozonizadores es necesaria una constante vigilancia en la producción de ozono para conseguir la mayor uniformidad posible en su marcha, y en los de forma cilíndrica, conviene, además, regular la tensión en forma tal, que el aire á la salida de estos aparatos no contenga más de 2,5 gramos de ozono por metro cúbico, para evitar la oxidación rápida de los tubos de aluminio.

12. De las instalaciones visitadas considerámos como modelos más completos, en filtración lenta, la de Pau; en filtración rápida, la de Barmen, y en esterilización, las de Villemer y Villefranche.

13. Los resultados estadísticos sanitarios obtenidos en aquellas poblaciones en que la totalidad del agua suministrada al vecindario es filtrada ó esterilizada, son altamente satisfactorios, y en aquellas en que las aguas esterilizadas ó filtradas se mezclan con las que no han sufrido tratamiento alguno, ó se surten, solo parcialmente, de aguas depuradas, se observa también una disminución apreciable en la morbilidad y mortalidad por fiebre tifoidea.—*Fidel Menjón.*—*José Bolívar.*—*Nicolás Bengoa.*—*Miguel Armisen.*

EL PROBLEMA DEL ENGANCHE AUTOMÁTICO DE LOS COCHES DE LOS FERROCARRILES DE EUROPA

Por A. CAMPIGLIO

Ingeniero, Presidente de la Unión italiana de los ferrocarriles
de interés local y de los tranvías,
Administrador del ferrocarril del Norte de Milán, etc., etc.

El concurso recientemente abierto por el Ministerio de Obras públicas de Francia va á llamar de nuevo la atención de las administraciones de ferrocarriles respecto á este importante asunto, que á pesar de las dificultades con que tropieza sigue su marcha, debido á las circunstancias extrañas que rodean al problema:

Primeramente la cuestión humanitaria, que se impone cada vez con más urgencia en todas las industrias; sería, pues, inconcebible que no se tomaran medidas para disminuir los accidentes del trabajo que son tan frecuentes, y en general de bastante gravedad, cuando estas medidas se han considerado obligatorias aun para evitar accidentes de menor importancia.

En segundo lugar, es preciso prever la influencia que ejercerá en el problema la incautación por los Estados de la explotación de los ferrocarriles.

Siendo el Estado el explotador, no puede, por motivos de orden económico, dejar de ocuparse de la cuestión humanitaria como podría hacerlo una Compañía de capitalistas.

Dentro de poco tiempo, bien sea por retroventa, bien por caducidad del plazo de concesión ó de los contratos de explotación de las Sociedades, la mayoría de las redes de ferrocarriles ordi-

narios se encontrarán dependientes de la autoridad directa de las Administraciones del Estado.

Así, pues, la cuestión económica, sin dejar de ser muy importante, quedará reducida á un segundo término; además, se despojará poco á poco de muchas de las objeciones relativas á las cargas accesorias; estas últimas pueden ser eliminadas, si se hace racionalmente la sustitución del sistema.

Sobre este particular es preciso que nos detengamos un momento.

La idea de un mecanismo protector que evite al empleado introducirse entre dos coches y que permite hacer el acoplamiento automático, reduciendo así el tiempo necesario de la operación, que no solamente es peligrosa, sino también bastante larga, tuvo su origen en Inglaterra.

En 1871, cuando ya habían sido solicitadas gran número de patentes, un funcionario de la inspección propuso al Board of Trade un sistema perfeccionado para el acoplamiento de los vagones de los ferrocarriles.

Se organizó un primer concurso en 1882, en el que se presentaron ocho concurrentes, de ellos uno para enganche automático y siete para enganches no automáticos.

En 1886, bajo los auspicios del Amalgamated Society of Railway Servants, se celebró otro concurso, lo cual prueba que el personal sentía la necesidad de disminuir los peligros que le amenazaban constantemente.

En esta ocasión el número de concurrentes excedió de 300; todos, con excepción de una Sociedad francesa, fueron ingleses; de los proyectos presentados, solamente fueron admitidos 27, entre los cuales siete eran de aparatos automáticos.

Es preciso, sin embargo, hacer observar que la forma de enganche, entonces en uso, consistía solamente en una cadena de algunos eslabones alargados, y que el nuevo aparato tenía por objeto levantar el eslabón extremo y ajustarlo en el garfio de tracción.

De estos aparatos tres fueron premiados, pero necesitaban todavía importantes modificaciones para poder ser aplicados al material móvil.

Entretanto, se aplicaba en Inglaterra (el mismo año 1886, el sistema de enganche de una pértiga en gancho, que sin necesidad de introducirse entre los vagones, hace la maniobra de asir el eslabón extremo de la cadena y efectuar el acoplamiento haciendo palanca sobre el tope del vagón.

Este sistema reducía el número de accidentes, pero por lo demás no era aplicable en los casos en que se use el tensor fileteado.

Después de Inglaterra, fué América la que se preocupó más seriamente del problema.

En los Estados Unidos se empleaban dos sistemas de acoplamiento: uno de cadena y de gancho y otro de barra central que funcionaba al mismo tiempo como tope; esta barra se acoplaba á la del vehículo contiguo, por medio de una argolla horizontal y de un perno vertical, en la forma que en la actualidad se ve generalmente en los tranvías eléctricos.

En América el sistema más empleado era el de barra central; primeramente se procuraba darle una altura uniforme, luego, en 1884, la Master Car Builders Association, propuso y recomendó un sistema de enganche central, el que después de sufrir algunas modificaciones de detalle fué adoptado en toda América.

Acoplándose mal el nuevo sistema al antiguo, al principio, los accidentes empezaron á aumentar, pero una vez que el sistema se generalizó, disminuyeron hasta reducirse á las dos séptimas partes del número registrado anteriormente.

Sin embargo, el enganche automático americano, que en la