

para facilitar la comunicación entre el dique y muelle en construcción bastaría ejecutar la primera alineación de los proyectados y construir un camino de servicio alrededor de la Punta de Guixols, reformándose, en caso que se estimase necesario, el anterior proyecto.

Por Real orden de 8 de Noviembre de 1907 se aprobó el proyecto reformado de *ensanche de los muelles* por el importe del presupuesto de contrata de 254.465,16 pesetas, considerándose este presupuesto como adicional al anterior, según así lo dispuso la Real orden de 14 de Marzo de 1908.

Por Real orden de 28 de Septiembre de 1908, de acuerdo con el Consejo de Obras públicas, se aprobó otro presupuesto adicional por reforma de las obras, importantes 247.571,92 pesetas.

Y, por último, por Reales órdenes de 12 de Enero de 1910 y de 28 de Septiembre del mismo año, se aprobaron otros pequeños presupuestos adicionales, debidos á diferencias entre los aranceles vigentes al terminar las obras y los anteriores.

Tráfico del puerto.—Ya expusimos antes que en el año de 1900 alcanzó un total de 17.000 toneladas, habiéndose aumentado en los diez años siguientes, y siendo probable que una vez terminadas las obras por completo se llegue á tráfico mayor, y á un movimiento de un millar de buques al año.

B. DONNET.

(Concluirá.)

Purificación del agua.

La revista inglesa *Engineering* ha publicado en sus números del 27 de Enero y 3 de Febrero de este año un artículo sobre las pruebas de filtración y esterilización para usos domésticos, pruebas que durante siete meses, desde 1.º de Junio de 1910, se han verificado con el agua del río Durance, que abastece la ciudad de Marsella desde el año 1847, cuando se terminó el canal, de 93 kilómetros de longitud.

Una Comisión del Municipio de Marsella ha montado ocho instalaciones de distintos sistemas, tratando en cada una 200 metros cúbicos por veinticuatro horas.

APARATOS DE FILTRACIÓN Y ESTERILIZACIÓN

Número	SISTEMA	Sustancias químicas empleadas.	TRATAMIENTO PRELIMINAR	TRATAMIENTO FINAL
1	Puech-Chabal....	Ninguno.....	Filtración múltiple por «Degrossisseurs» y pre-filtros.....	Filtros sumergidos lentos de arena.
2	Idem.....	Idem.....	Idem.....	Filtros lentos de arena no-sumergidos.
3	Idem.....	Idem.....	Idem.....	Esterilización por los rayos ultra-violetas.
4	Siemens y Frise..	Sulfato de alúmina	Decantación forzada y filtración mecánica Halvor Breda.....	Esterilización por ozono.
5	Idem.....	Peróxido de hierro.	Decantación forzada y filtración rápida de arena.	Idem.
6	Desrumaux.....	Sulfato de alúmina	Decantación forzada	Filtración mecánica.
7	Otto.....	Ninguna.....	Filtración basta rápida.....	Esterilización por ozono.
8	Duyk.....	Cloruro de cal. Sulfato de alúmina..	Esterilización química y decantación forzada...	Filtración mecánica.

El río Durance lleva en todas las estaciones grandes cantidades de limo y cal en suspensión, y su clarificación ha sido desde el principio del abastecimiento muy difícil, y á pesar de haber gastado en canal y depósitos de decantación más de cincuenta millones de francos, todavía el

agua llega cargada con materia en suspensión y su condición bacteriológica está demostrada por las pruebas oficiales de Julio de 1910, que dan un término medio de 5.098 colonias aeróbicas por centímetro cúbico del agua del canal Durance-Marsella, un máximo en el mes de 16.500 y un mínimo de 500 en el mes.

AÑOS	Mortalidad general por 1.000 habitantes.				Mortalidad por tifoides por 100.000 habitantes.			
	Marsella.	Hamburgo.	Bremen.	Amberes.	Marsella.	Hamburgo.	Bremen.	Amberes.
Población en 1904.....	500.000	765.840	201.455	301.647				
1895.....	26,7	18,9	17,9	17,6	52	10,68	4,95	18,91
1896.....	26,9	17,1	16,7	15,6	42	5,64	8,32	18,01
1897.....	24,6	16,9	16,6	17,5	113	7,74	3,37	16,26
1898.....	22,7	17,3	16,9	17,0	40	4,53	4,50	12,17
1899.....	27,2	17,3	15,7	18,4	44	4,17	2,55	16,37
1900.....	26,2	17,5	18,1	16,3	35	3,30	10,54	27,05
1901.....	23,6	17,1	17,0	16,1	43	4,20	6,01	23,80
1902.....	22,1	16,4	16,6	15,8	43	5,10	3,63	11,67
1903.....	24,0	16,7	16,0	14,8	37	4,20	2,48	13,57
1904.....	21,2	15,8	17,0	15,3	33	4,00	2,91	17,52
Término medio en los 10 años.....	24,5	17,1	16,8	16,4	48,2	5,35	5,03	17,53

El cuadro anterior, comparando la mortalidad de Marsella con otros tres grandes puertos europeos, confirma lo que las pruebas han dado á conocer.

Hamburgo, Bremen y Amberes están todas abastecidas de ríos contaminados; pero en estas ciudades la filtración lenta por arena ha estado en uso durante el período abarcado por este cuadro.

Las comparaciones arriba citadas son aún más elocuentes cuando se considera que el Elba en Hamburgo, el Weser en Bremen y el Nethe en Amberes son ríos muy contaminados y no pueden compararse con el agua del Durance y, por lo tanto, parece á primera vista que la dificultad de proveer con agua pura á Hamburgo, Bremen y Amberes, sería mucho mayor que á Marsella.

1, 2 y 3.—Instalación de Puech y Chabal.

Trata 600 metros cúbicos de agua en veinticuatro horas por tres series de filtros de grava y un pre-filtro de arena. Saltos están introducidos entre cada sucesiva filtración para aumentar el oxígeno disuelto en el agua. Des-

pués de clarificación, el agua se divide en tres partes de 200 metros cúbicos para purificación por distintos sistemas indicados en el cuadro.

El resultado bacteriológico está á favor del antiguo filtro sumergido(1), comparado con el filtro no sumergido(2),

alimentado por una lluvia producida por surtidores fijos ó rotativos.

Esterilización por los rayos ultra-violetas (3): se aplica por una lámpara tipo Hewett modificado por Henri, y los resultados diarios demuestran esterilización completa; las pruebas para B. Colk negativas en todos los casos. No se ha notado cambio físico ó químico en el agua.

Durante el mes de Octubre de 1910 fueron esterilizados 600 metros cúbicos diarios después de pasar por el filtro lento de arena, cuya velocidad fué aumentando hasta la que corresponde 0,40 metros por hora, ó sea cuatro veces la velocidad normal, con el siguiente resultado:

FECHA —	DESPUÉS de pasar los filtros de grava.		DESPUÉS de los prefiltrros.		DESPUÉS del filtro lento de arena.		DESPUÉS de la esterilización por rayos ultra- violetas.	
	B. Coll por litro	Gérmenes por cm. cúb.	B. Coll por litro	Gérmenes por cm. cúb.	B. Coll por litro	Gérmenes por cm. cúb.	B. Coll por litro	Gérmenes por cm. cúb.
Octubre 1910								
1	»	»	»	»	0	150	0	0
2	»	»	»	»	4	81	0	0
3	»	»	»	»	8	63	0	1
4	»	»	»	»	25	60	0	0
5	»	»	»	»	4	21	0	0
7	»	»	»	»	4	15	0	1
8	»	»	»	»	0	13	0	1
9	1.000	464	100	17	4	10	0	0
10	»	»	»	»	0	4	0	0
16	»	»	1.000	12	0	2	0	0
18	»	»	»	»	0	4	0	0
19	2.000	807	333	8	4	5	0	0
20	»	»	»	»	4	7	0	0
21	2.000	2.263	1.000	20	4	9	0	0
23	2.000	650	200	78	8	2	0	0
26	»	»	»	»	»	»	0	0
27	»	»	»	»	8	5	0	0
28	100	278	50	51	4	5	0	0
31	2.000	614	100	120	0	2	0	1

4 y 5.—Instalación de Siemens y Frise.

Después de decantación forzada con sulfato de alúmina (4), 400 metros cúbicos de agua por veinticuatro horas pasan por un filtro mecánico sistema Halvor-Breda.

En el aparato alternativo la decantación se hace con peróxido de hierro (5); la misma cantidad de agua baja al fondo de un depósito de decantación, y al subir pasa por una capa de escorias de hierro que da al agua una pequeña cantidad de carbonato de hierro ($FeCO_3$); pasa después á un depósito de precipitación, donde bajo la aeración con aire comprimido, el protoxido de hierro (FeO) se transforma en peróxido de hierro (Fe_2O_3) que va con el agua á un filtro rápido de arena.

Para ozonizar el aire para la esterilización del agua clarificada y filtrada por los dos sistemas descritos, los ozonizadores están agrupados en baterías de 8 elementos encerrados en una caja de hierro fundido con una cara de cristal, en la cual circula agua.

Los electrolodos se forman de un tubo de cristal y uno interior de aluminio, dejando un espacio anular entre los dos de 1 $\frac{1}{2}$ milímetros, donde el aire entra por debajo y está sometido á la acción de la electricidad (7.000 á 10.000 voltios) al pasar.

El aparato para esterilizar consiste en una columna, en la parte inferior de la cual hay cámaras separadas por diafragmas de celuloide perforados con 70 orificios por centímetro cuadrado.

El agua y el aire entran separadamente por el pic de la columna, y subiendo juntos se mezclan perfectamente al

pasar por estos orificios. El agua sale de la columna antes de llegar á su extremo superior, y en el espacio que queda se recoge y utiliza de nuevo un 20 por 100 del ozono.

El agua después del tratamiento tiene un color ligeramente verdoso y un sabor y olor decidido; pero se dice que éstos desaparecen completamente después de ser almacenado en los depósitos de distribución.

6.—Instalación de Mr. Desrumaux, de Paris.

El filtro mecánico es del tipo de presión con aparato para mezclar sulfato de alúmina con el agua cruda, usando una preparación de 3 por 100 en la relación de 50 gramos al metro cúbico. Pasa por una torre de decantación y después al filtro mecánico.

No hay datos del resultado de las pruebas de esta instalación.

7.—Instalación de la Compañía general de ozono, de Paris.

Consiste en una serie de filtros de arena muy fina para una filtración basta y un aparato esterilizador sistema Otto.

Los ozonizadores con series de placas de cristal separadas por el espacio de 1 milímetro entre sus caras, rodeadas por cámaras metálicas refrescadas por agua en circulación; la corriente es de 12.000 voltios.

El aparato esterilizador consiste en un depósito, encima del cual los tubos de entrada de agua se unen á dos inyectores, donde el aire ozonizado se mezcla con ella y va por unos tubos al fondo. El agua sale perfectamente mezclada con el aire ozonizado que, sin embargo, se separa gradualmente á medida que el agua sube. El depósito está cerrado y forma un colector para parte del ozono que se recoge.

Sigue la separación del ozono merced á varios saltos en una cámara aparte, de donde el agua pasa á las cañorías. Se nota una diferencia muy marcada en el olor y en el sabor del agua antes y después de pasar por los saltos, pero debe ser almacenada por algún tiempo para eliminar el olor algo nauseabundo.

8.—Instalación de Duyk, Société d'Assainissement des Eaux, Paris.

Efectúa la esterilización del agua, previamente clarificada por medio del cloruro de cal, que se elimina después por filtración mecánica.

La decantación se hace con una preparación de sulfato de alúmina y agua cruda de 4 por 100, añadiendo ésta en la relación de 450 centímetros cúbicos al metro cúbico.

El agua va por un tubo al fondo del depósito de decantación y cuando sube clarificada á la superficie se añade el cloro, 100 centímetros cúbicos de una solución de 2 por 100 al metro cúbico.

Para separar el cloro se usan dos filtros mecánicos, pasando el agua á una velocidad que corresponde á una columna de agua de 200 metros en veinticuatro horas, ó sea 30 veces la velocidad del filtro lento de arena. El material usado es cuarzo pulverizado. Como el núm. 6, tampoco hay datos del resultado de las pruebas.

Según los informes oficiales en fin de Julio de 1910, de las instalaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 8, resulta:

1.º Que el agua tratada sin sustancias químicas por prefiltros de velocidad moderada tiene condiciones bacteriológicas superiores al agua de filtros mecánicos usando aquéllas y la decantación.

2.º Que los filtros abiertos para filtración basta son menos eficaces que los filtros múltiples en serie; pero al mismo tiempo tienen ventajas, por causa de su velocidad moderada, sobre los filtros rápidos en que se emplean sustancias químicas.

3.º Que la eficacia bacteriológica del filtro sumergido es mayor que la del no sumergido alimentado por la lluvia.

4.º Que con esterilización por ozono y los rayos ultravioletas, previa clarificación y filtración, la reducción de bacterias es mayor de 99 por 100, y la ausencia del *Bacillus Coli* en un litro de agua prueba la seguridad absoluta de purificación del agua sometida á este tratamiento; pero queda por demostrar que el olor y sabor del ozono puede ser completamente eliminado, y también si se puede obviar los efectos corrosivos del ozono en las cañerías é instalaciones del abastecimiento.

Ultimamente las pruebas realizadas en Octubre de 1910 del sistema Pucch-Chabal ha demostrado que, aplicando el método de esterilización por los rayos ultra-violetas, es sumamente práctico el aumentar el rendimiento de las instalaciones de filtración existentes, confiando en la eficacia de la esterilización que permite mayor velocidad de agua en los filtros.

Sevilla 9 de Febrero de 1911.

C. A. FRIEND.

LOS RIEGOS EN ELCHE

(CONCLUSIÓN)

VI

Recrecimiento de la presa del pantano.

El actual pantano de Elche no funciona como tal, pues los tarquines han reducido su cabida en tales términos, que á la menor avenida salta el agua por la coronación de la presa.

No se saca, pues, del actual pantano el provecho que debiera esperarse, perdiéndose en invierno un caudal que luego hace falta en verano.

La capacidad actual del embalse es sólo de 400.000 metros cúbicos, siendo así que, al construir el pantano, el volumen almacenable se elevaba á cuatro millones de metros cúbicos.

No es lógico suponer que por efecto de las limpias se volverá á recuperar esta capacidad, pero aunque sólo se consiguiese quintuplicarla, ó sea llegar á dos millones de metros cúbicos, quedaría siempre un excedente de agua almacenable por lo menos de otro tanto, pues las condiciones de la cuenca y el régimen de las lluvias así lo demuestran.

Es, pues, preciso sujetar este caudal dentro del embalse, y para ello no existe otro medio que recrecer la actual presa del pantano.

Dicha presa tiene 22 metros de altura, 9 metros de espesor en su coronación y 12 metros en su base.

Los paramentos llevan un talud de $\frac{1}{10}$, y su planta es circular, estando perfectamente estribada sobre la roca. Esta presa, desde el punto de vista de su estabilidad, resiste más bien como una bóveda que como un muro, y esto, unido á su esmerada construcción, permite asegurar que su recrecimiento no había de ofrecer dificultad alguna, mucho más teniendo en cuenta que la altura á recrecer habría de resultar pequeña.

Practicado por el que suscribe el estudio detallado de los volúmenes que se aumentarían en el embalse por cada metro que se recreciese la presa, resulta que elevándola cuatro metros, el volumen correspondiente á esta altura sería de dos millones de metros cúbicos. La cola del embalse avanzaría hasta el molino de Pavía.

Pero en el artículo I se dijo que el caudal mínimo que las avenidas suministran excede de cuatro millones de metros cúbicos por año.

Luego limpiando el pantano hasta conseguir dos millones por esta causa y recreciendo la presa cuatro metros se conseguiría en un plazo relativamente breve (seis ú ocho años) dotar al pantano de una capacidad diez veces mayor que la actual, ó sea de cuatro millones de metros cúbicos.

Este volumen debe reservarse para los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, que son los de mayor penuria. En estos meses el caudal aforado durante diez años ha sido por término medio de 600 litros por segundo.

En cambio, en otoño, invierno y parte de primavera, el caudal normal del río se eleva de 1.000 á 1.500 litros por segundo.

Cierto que en el año actual estas cifras han sufrido disminuciones grandes; pero la sequía que se padece constituye una excepción, que no debe servir de base para cálculo alguno.

Los cuatro millones que podrían almacenarse en Mayo de cada año, repartidos durante los cuatro meses del estiaje, equivaldrían á un gasto continuo por segundo de 400 litros en números redondos, de donde se deduce que los riegos de verano podrían hacerse extensivos á una zona sensiblemente doble que la actual.

El régimen á que debería sujetarse el nuevo embalse consistiría en dejar abierto el pantano durante Octubre y Noviembre, para dedicar las avenidas exclusivamente á las limpias y cerrarlo después, regulando la salida del agua de modo que en Mayo el embalse estuviera completamente lleno.

El proyecto de recrecimiento de la presa, tal como se propone, es modestísimo, y de los cálculos que hemos practicado resulta que con un presupuesto de 200.000 pesetas podría elevarse la presa y dotarla de una compuerta de limpia que sustituyese al defectuoso portón de cierre que ahora existe.

La existencia en la presa de Elche de la galería de visita, tan imitada en otros pantanos, habría de facilitar considerablemente la instalación de los mecanismos y las maniobras de la nueva compuerta.

Antes de terminar hemos de hacer observar, que en el plan de canales y pantanos del Estado redactado en 1902, figura el aumento del embalse del pantano de Elche, y que, por lo tanto, esta obra habría de ser subvencionada por el Estado con un 50 por 100.