

ESTACIONES DE DEPURACION DE AGUAS EN INGLATERRA Y ESCOCIA

Por JUAN DELGADO MORALES,
Ingeniero de Caminos.

Se describen por el autor algunas interesantes instalaciones de depuración de aguas visitadas. En un artículo sucesivo se dará cuenta de otras instalaciones y sistemas en Bélgica, Francia y Marruecos francés.

I

En el pasado mes de junio, un grupo de Ingenieros de Caminos, formado por los señores Ortiz Dou, Cernudá, Larios, y el que estas líneas escribe, tuvo ocasión de visitar en la Gran Bretaña las más modernas instalaciones de depuración de aguas construidas en dicho país. Considerando de interés el asunto para los lectores de la REVISTA, vamos a hacer una pequeña descripción de las obras visitadas.

LUTON CORPORATION SEWAGE WORKS

Aunque se recorrió la totalidad de esta instalación depuradora de aguas residuales, el objeto de la visita fué ver los filtros rápidos de gravedad que hacen la purificación final de 27 000 m.³ diarios efluentes de sus tanques de cieno. Esta instalación presenta el interés de ser la primera ocasión en la que los filtros rápidos de gravedad con limpieza de aire se han aplicado al tratamiento de las aguas residuales y fueron instalados debido a que la calidad del efluente no se consideraba apta para su vertido a un arroyo vecino.

Tres bombas de eje vertical accionadas por motores de velocidad variable elevan el efluente hasta la entrada de los filtros. La velocidad de los motores viene regulada por el nivel en el canal del efluente.

Actualmente hay seis filtros, cada uno con un área filtrante neta de 19,5 m.² y están proyectados para trabajar a una velocidad de filtración de 10 m. por hora (foto núm. 1).

El fondo de los filtros es del tipo Candy *standard* y están provistos de su sistema patentado para la evacuación del agua sucia de lavado que se lleva a cabo por un canal cuyo borde está a la altura de la superficie del lecho de arena, y hacia el cual fluye el agua del lavado, horizontalmente y a una velocidad creciente tan pronto ha terminado de atravesar la superficie filtrante. De esta forma se evita que tenga que elevarse el agua hasta alcanzar colectores situados por encima del lecho filtrante y se obtiene una mayor rapidez en el lavado con menos consumo de agua.

La salida del agua de los filtros va provista de

módulos automáticos reguladores de caudal que se abren más o menos según el nivel del efluente en los filtros, a fin de asegurar un caudal constante, compensando de este modo la pérdida de carga creciente que se produce en cada filtro al irse ensuciando la arena.

La entrada de agua, agua de lavado, salida de ésta y las válvulas de aire están accionadas por mandos a mano, pero los filtros están equipados con indicadores de pérdidas de carga accionados eléctricamente, y cuyos aparatos registradores están situados en un punto central del edificio.

Siendo mayor la velocidad de filtración media que la empleada generalmente en el caso de aguas para abastecimientos, también resulta algo mayor la cantidad de agua empleada en el lavado. En lo demás, los filtros son idénticos a los empleados para la depuración de aguas potables.

En esta instalación trabajan los filtros sin coagulantes, pero se ha visto que reducen la materia en suspensión del efluente en un 90 por 100, y la demanda biológica de oxígeno del mismo, en un 75 por 100.

Como consecuencia de los buenos resultados obtenidos, van a construirse más filtros, a fin de incrementar la cantidad del efluente tratado.

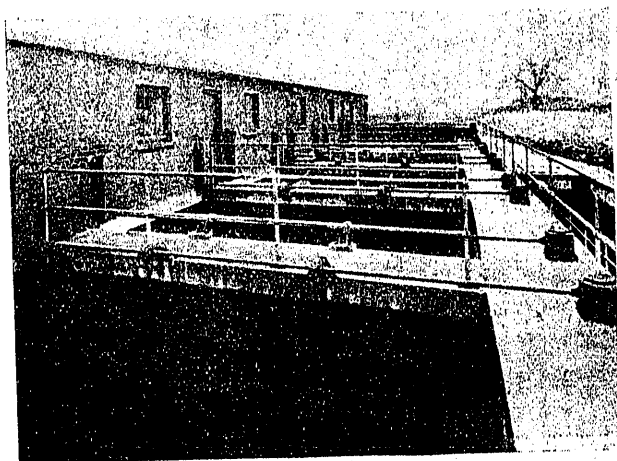


Foto núm. 1.—Luton. Batería de filtros.

Finter plant.

En esta estación el agua procede de pozos y tiene una dureza media de 182 p. p. m., alcalinidad de 154 p. p. m., pH 6,9 y contiene hierro soluble hasta la cantidad aproximada de 1,55 p. p. m.

Tratamiento. — Se comienza por inyectar aire suficiente en el agua cruda para oxidar el hierro soluble, y se añade cal para elevar el valor del pH. A continuación se filtra el agua en unos filtros a presión, conteniendo un catalizador patentado que absorbe el oxígeno del aire y lo suministra para la rápida oxidación de las sales ferrosas, convirtiéndolas en férricas, que precipitan y pueden ser retenidas por el filtro. Finalmente, el agua es clorada.

El aire se inyecta mediante compresores y la cal se prepara como lechada en tanques circulares metálicos equipados con agitadores mecánicos, de donde es inyectada en la tubería de entrada por bombas "Minor", cuyo caudal se mantiene estrictamente proporcional al caudal de entrada mediante un dispositivo "Candy" patentado.

La batería de filtros consta de 12 filtros a presión de 9 pies (2,74 m.) de diámetro, con inyección vertical de aire y equipados con el catalizador "Polarite", para eliminar el hierro. Su capacidad total es de 6 750 m.³ diarios, a una velocidad de filtración de 4 m. a la hora (fot. núm. 2).

Los aparatos de cloración van también dotados de control automático proporcional al caudal de agua filtrada.

Este interesante sistema de eliminar el hierro soluble en los filtros a presión viene siendo empleado con éxito en Inglaterra desde hace casi cincuenta años.

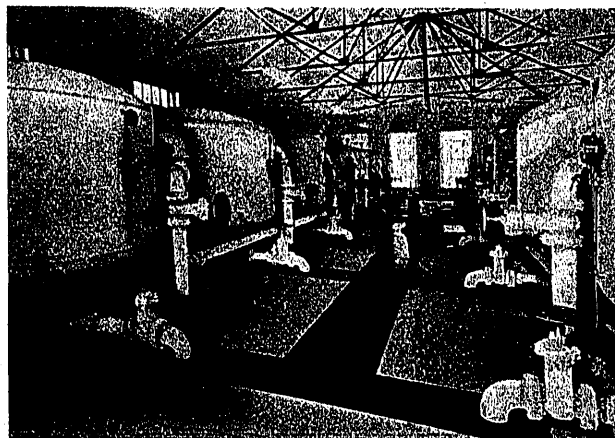


Foto núm. 2. — Biggleswade. Filtros a presión.

Staines.

El agua de esta estación se deriva directamente del río Támesis y está destinada al abastecimiento de un sector suburbano de Londres.

En 1930 se instaló una batería de cuatro filtros rápidos de gravedad, con una capacidad total de 20 000 m.³ al día, al objeto de actuar como prefiltros sin coagulante que disminuyesen la carga sobre los antiguos filtros lentos de arena que constituían la instalación primitiva.

Otra batería similar fué instalada en 1938.

Ambas baterías tienen la evacuación inferior del agua de lavaje y el barrido superficial, siendo dos de las primeras plantas equipadas con accionamiento hidráulico de aceite para las válvulas de los filtros.

Las operaciones de cada filtro se centralizan en un pupitre de control, en el que puede leerse la pérdida de carga del filtro, se abren y cierran las válvulas hidráulicas, se operan a distancia selectivamente las bombas de agua y compresores de aire; están equipados con los indicadores de presión del fluido y su accionamiento manual para elevarlo lo necesario, y, finalmente, quedan indicadas mediante luces de color las distintas operaciones de lavaje del filtro: una luz blanca señala que el filtro está trabajando normalmente; una roja, que ha alcanzado la pérdida de carga a la cual necesita lavarse, y una verde, que ha desaguado lo suficiente para poder iniciar el lavaje.

Los años de explotación de esta estación han demostrado que la turbidez del agua del río resultaba, a veces, una excesiva sobrecarga para los prefiltros, y se decidió adoptar el sistema de coagulación y sedimentación en tanques de corriente vertical, trabajando según el principio del "manto de precipitado", seguido de filtración a través de los actuales filtros, que quedan convertidos en finales, pues se eliminan los filtros lentos. Como coagulante se empleará el sulfato de alúmina y la sílice activa.

Cuando visitamos esta instalación estaban en avanzado período de construcción tanto las instalaciones para añadir el coagulante como la batería de tanques verticales, compuesta por 20, de planta cuadrada, de 7,65 m. de lado y con una capacidad de 36 000 m.³ diarios a una velocidad de 1,3 m. a la hora.

BURNHAM, DORNEY AND HITCHAM

Taplow Pumping Station.

En esta estación el agua procede de pozos y es bombeada a una presión de 10,5 atmósferas.

El agua es clorada hasta el "punto de ruptura", mediante clorómetros equipados con dispositivos automáticos para arranque y parada. Como la presión

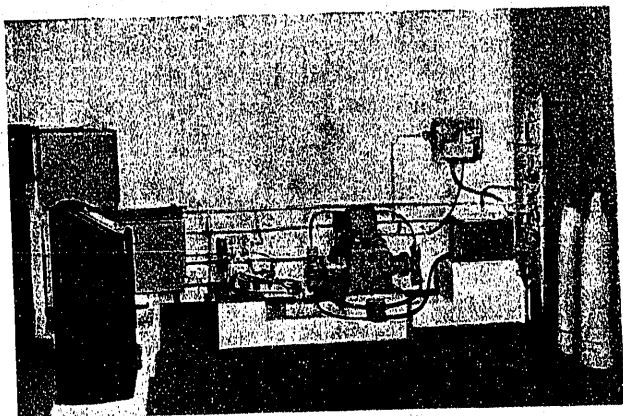


Foto núm. 3. — Burnham. Instalación de cloración.

de la tubería es demasiado elevada para una inyección directa, la solución clorada pasa a un tanque, desde el que es inyectada a la conducción principal mediante unas bombas de regulación variable (fotografía núm. 3).

Una vez clorada el agua, pasa a un depósito metálico de contacto, donde se procede a una decoloración automática hasta obtener una determinada cantidad de cloro residual, mediante la inyección de una solución de tiosulfato de sodio. Un aparato registrador del cloro residual — basado en el sistema del Dr. Palin, de la ortotolidina neutra — actúa sobre un dispositivo patentado, constituido esencialmente por una célula fotoeléctrica que produce a su vez la regulación necesaria de la bomba de inyección del tiosulfato. De este modo se obtiene un automatismo completo en el funcionamiento de esta interesantísima pequeña instalación, que creemos es la primera de su clase. El mismo sistema puede emplearse para utilizar, si se prefiere, anhídrido sulfuroso, en vez de tiosulfato de sodio, en la decoloración.

MID-SUSSEX JOINT WATER BOARD

Shell Brook Filter Plant.

Se toma el agua para esta estación del inmediato Shell Brook, un arroyo relativamente pequeño y cuya turbidez está sujeta a apreciables variaciones.

Tratamiento. — Consiste en la aplicación de sulfato aluminoférrico para la coagulación, decantación en tanques de fondo piramidal y corriente vertical, filtración a través de filtros rápidos de gravedad, adición de cal para la corrección del pH, cloración hasta el "punto de ruptura" y decoloración mediante el anhídrido sulfuroso, a fin de dejar una cantidad controlada de cloro residual.

La capacidad total de esta pequeña instalación es de 2 800 m.³ al día.

Instalaciones. — Hay dos tanques verticales de sedimentación, de 7 m. de lado, que trabajan a una velocidad ascensional del agua de 1,15 m. a la hora.

Los filtros rápidos son también dos, cada uno con una superficie neta filtrante de 11,62 m.² y proyectados para trabajar a una velocidad de filtración de 4,85 m. a la hora. Están provistos de reguladores automáticos del caudal, obteniéndose de este modo un caudal constante con independencia de la pérdida de carga a través del filtro, y de uno de los últimos modelos de reguladores de puesta en marcha lenta, aparato auxiliar que trabaja en conexión con el regulador de caudal y que hace que la velocidad de filtración, después del lavaje, vaya aumentando lentamente, no alcanzando su marcha de régimen hasta un tiempo prefijado, que puede variar de cinco a sesenta minutos; cierra automáticamente el filtro — accionado por un flotador — cuando el nivel del agua del mismo desciende por bajo de la salida del agua de lavaje y, finalmente, cierra también el filtro automáticamente, manteniendo cubierto de agua el lecho del mismo, cuando se corta la entrada de agua cruda por la razón que sea (fot. núm. 4).

Las instalaciones dosificadoras de aluminio y cal no presentan particularidad, y en cuanto a la de esterilización, está provista de un cambiador automático de envases de cloro y de un registrador del cloro residual.

CHELTEMHAM AND GLOUCESTER JOINT WATER BOARD

Tewkesbury Filter Plant.

Esta estación tiene una capacidad nominal de 27 000 m.³ diarios y toma el agua del río Severn, en cuya margen izquierda está emplazada. Las características del agua son muy variables, pasando de ser



Foto núm. 4. — Shell Brook Plant. Interior de la instalación.

dura y con una turbidez registrada de hasta 3 000 partes por millón, a blanda, ligeramente coloreada y con muy escasa turbidez.

La toma de agua del río está protegida por unas rejillas verticales y unos tambores giratorios para detener los cuerpos sólidos en suspensión antes de ser elevada el agua a la instalación. En la actualidad se utiliza el sulfato de alúmina y hierro como coagulante, pero se están haciendo pruebas añadiendo, además, sílice activa para tratar de conseguir un mayor rendimiento de los tanques de sedimentación.

Existe una batería de 18 tanques verticales, de fondo piramidal, de 6,25 m. de lado, proyectados, en principio, para trabajar a una velocidad de 1,61 m. a la hora; pero recientes experimentos han demostrado que estos tanques trabajan satisfactoriamente y producen un agua excelentemente clarificada a una velocidad de 3,5 m. a la hora empleando alúmina como único coagulante. Los tanques tienen una purga continua de lodos en su parte superior, y tuberías de extracción de los mismos del fondo de los decantadores. Todos los lodos son recogidos por un colector central, que los conduce a unas balsas de decantación (fot. núm. 5).

Los filtros son 12, rápidos, de gravedad, cada uno con una superficie filtrante de 23 m.², proyectados para trabajar a una velocidad de 4,075 m. a la hora, aunque posteriormente se ha demostrado que pueden trabajar a una velocidad sensiblemente mayor, sin desmerecer por ello la calidad del agua filtrada. Están dotados de pupitres individuales de control y de los dispositivos automáticos que hemos reseñado en anteriores instalaciones.

Después de la filtración se añade cal al agua, con un dosificador a seco, para corregir el pH, y se esteriliza con cloro. Finalmente, el agua pasa a unos depósitos enterrados, desde los que es impulsada a las redes de distribución de las poblaciones de Tewkesbury, Cheltenham y Gloucester.

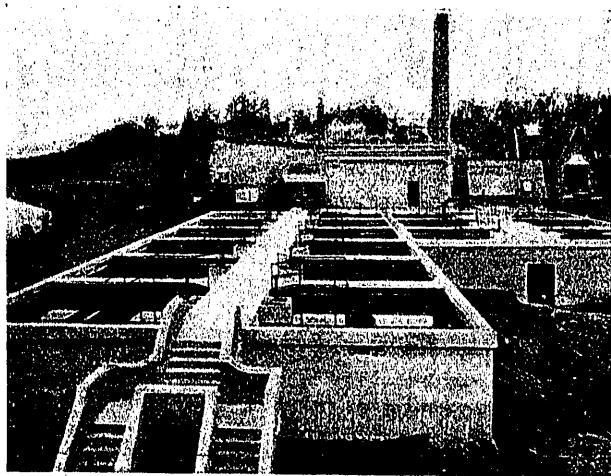


Foto núm. 5. — Tewkesbury. Tanques de sedimentación

Esta instalación lleva quince años en funcionamiento, con excelentes resultados, a pesar de las grandes variaciones en las características del agua cruda, habiéndose notado también una apreciable disminución en la cantidad de amoníaco disuelto en el agua como consecuencia de su paso por los tanques de sedimentación.

La cantidad de agua empleada en la extracción de fangos de los tanques de sedimentación es del orden del 0,8 por 100 del total del agua tratada, y para el lavaje de los filtros se emplea menos del 1 por 100 del agua filtrada.

Se cree que puede obtenerse un considerable aumento en el caudal tratado por esta instalación, con pequeñas modificaciones en los accesorios de los sedimentadores y controles de los filtros.

COVENTRY CORPORATION

Strensham Filter Plant.

Esta es una de las más recientes estaciones de filtraje construidas en Inglaterra. Deriva el agua también del río Severn, algunas millas aguas arriba de la toma de Tewkesbury, y las características del agua son similares a las de esta instalación que acabamos de describir.

La instalación de Strensham está proyectada en la actualidad para una capacidad de 27 000 m.³ diarios, pero está prevista su ampliación al doble. El agua cruda se toma del río, mediante bombas, a varias millas de distancia de la estación, y el agua filtrada es impulsada, después del tratamiento, hasta Coventry.

Tratamiento. — Se lleva a cabo, en primer lugar, una doble coagulación y sedimentación en dos etapas; la primera consiste en la aplicación de una pequeña dosis de alúmina, seguida de sedimentación en tanques verticales, y a continuación se le añade la dosis normal de sulfato de alúmina, seguida de una nueva decantación en tanques del mismo tipo. Este tratamiento fué adoptado, debido a que durante las pruebas llevadas a cabo en la planta-piloto, se observó que la pequeña dosis de alúmina y la sedimentación previa, aunque sólo eliminaba las partículas más pesadas de la materia en suspensión, hacía desaparecer el 90 por 100 del amoníaco disuelto en el agua, cuando la temperatura de ésta era superior a los 5° C.

Después de la filtración se añade cal para la corrección del pH, estando prevista la cloración del agua cruda y filtrada, así como la dechloración final con anhídrido sulfuroso.

Fuimos informados durante nuestra visita a esta estación que estaban ensayando el empleo de una dosis de alúmina muy inferior a la prevista en la planta-piloto, y aunque aparentemente no se veía el

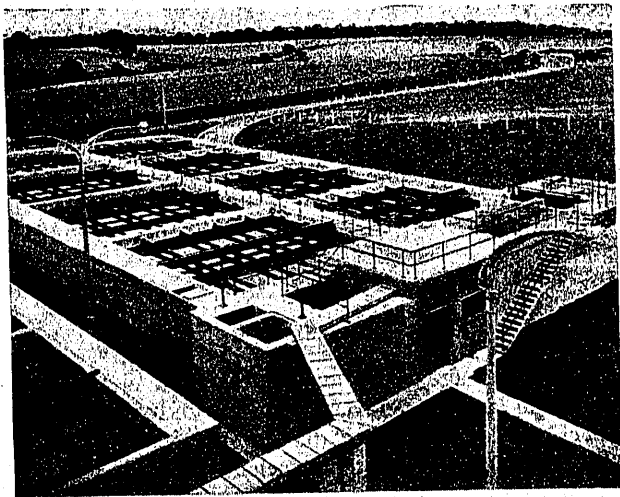


Foto núm. 6. — Coventry. Sedimentadores y entrada de agua.

“manto de precipitado” en los tanques, la clarificación era excelente. Introduciendo una luz en los decantadores, pudimos comprobar la existencia de un “manto de precipitado” perfectamente definido, situado a unos dos metros del nivel del agua; es decir, mucho más bajo de su nivel ordinario.

Instalaciones. — Los depósitos para disolver el sulfato de alúmina son de hormigón con revestimiento asfáltico y están equipados con agitadores mecánicos. El sulfato se añade automáticamente, mediante unos dosificadores de vertedero proporcional, consistentes, en esencia, en unos pequeños vertederos en pared delgada, cuyo ancho es regulable para fijar la dosis de alúmina, y el nivel de la solución de sulfato en este vertedero se mantiene proporcional, automáticamente, al nivel sobre el vertedero principal situado en el canal de entrada, que sirve también para registrar el caudal total de agua cruda que llega a la estación. Hay tres dosificadores: uno para la coagulación primaria; otro, para la segunda, y el tercero, de repuesto.

La sedimentación primaria se lleva a cabo en una batería de ocho tanques verticales de fondo piramidal, de 8,85 m. de lado, proyectados para trabajar a una velocidad del agua de 1,8 m. a la hora, y la secundaria, en 12 sedimentadores de las mismas dimensiones, pero trabajando a una velocidad de 1,2 metros por hora (fot. núm. 6).

Las tuberías y válvulas de los tanques están dimensionadas para permitir su trabajo a una velocidad mayor de la proyectada, de acuerdo con los resultados que se obtengan en la práctica y las dos baterías de tanques puedan trabajar tanto en serie como en paralelo.

A la entrada de cada una de las baterías de sedimentadores hay unos mezcladores del coagulante, consistentes en unos depósitos, en los que se inyecta

un chorro de agua cruda sobre una placa situada encima de la entrada del agua en los mismos. El tubo de entrada de la solución de coagulante vierte a este mismo punto, y se produce de esta forma una agitación hidráulica que asegura la mezcla íntima del sulfato de alúmina con el agua a tratar, antes de llegar ésta a los tanques de sedimentación.

Todos los decantadores están dotados de purga continua de lodos y extracción de los mismos.

De momento, la instalación de filtración comprende de seis filtros rápidos de gravedad con una superficie neta filtrante, cada uno, de 42,7 m.² y con una velocidad de filtración prevista de 4,4 m. a la hora. Sin embargo, análogamente a lo que hemos indicado en los sedimentadores, estos filtros pueden trabajar a una velocidad notablemente mayor, si la práctica en la explotación de la estación así lo aconsejase.

Los filtros tienen válvulas accionadas hidráulicamente, módulo automático para controlar el caudal, el último modelo de arrancada lenta y el nuevo dispositivo de lavaje automático, la más reciente innovación de la técnica británica puesta en servicio pocos meses antes de nuestra visita, y sobre el que hablaremos más adelante (fot. núm. 7).

Todos los mandos de la instalación están concentrados en el *hall* central de la misma, donde pueden

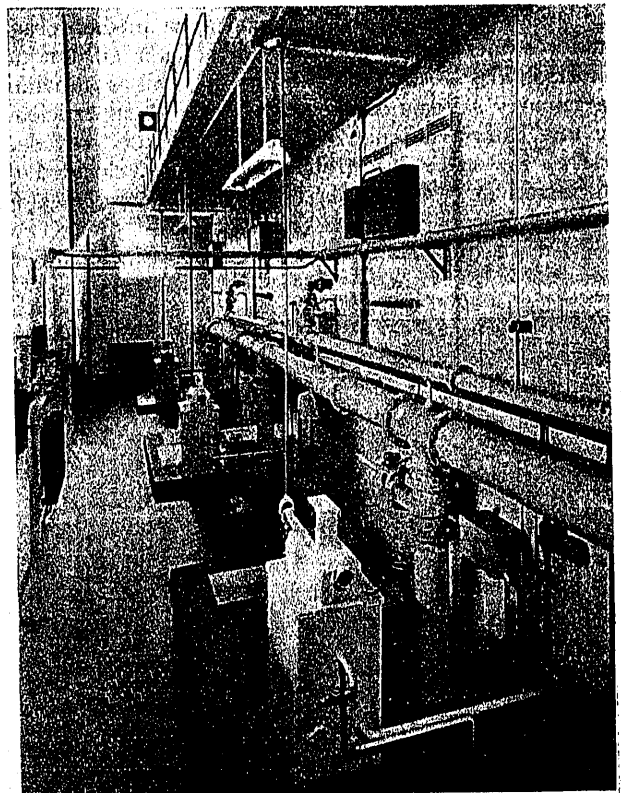


Foto núm. 7. — Coventry. Módulos reguladores de caudal.

verse al mismo tiempo la posición de cada válvula de los filtros, los indicadores de pérdida de carga, los caudales y niveles de agua cruda, filtrada y de lavaje, así como un registrador del pH. También están montados unos recipientes de cristal de caudal continuo para seguir el estado del agua en las diferentes etapas del tratamiento.

Con este sistema de lavaje automático creemos que se ha alcanzado el grado de seguridad tan importante en un equipo automático de este tipo y al mismo tiempo tiene la necesaria elasticidad en los diferentes períodos del proceso de lavaje; es decir, que pueden regularse a voluntad, y dentro de un amplio margen, el tiempo de duración del lavado de aire, del de agua y del barrido superficial.

El agua de lavaje y los fangos pasan a unas bolsas, donde los últimos decantan, y el agua pasa de nuevo al río o la estación.

WITNEY URBAN DISTRICT COUNCIL

Worsham Filter Plant.

Esta pequeña instalación, con capacidad de 6 750 metros cúbicos diarios, toma el agua del río Windrush, uno de los principales afluentes del Támesis, y fué construída en 1937. El agua a tratar es de escasa dureza y turbidez muy variable.

El sistema empleado consiste en añadir el sulfato de alúmina, que se mezcla al agua mediante agitadores mecánicos, doble sedimentación en tanques horizontales — con extractores de fangos movidos a mano y salida final por aliviadero de superficie — y una batería de cuatro filtros rápidos de gravedad, de 20 m.² cada uno, trabajando a una velocidad de filtración de 3,5 m. a la hora. Finalmente, el agua es tratada con cloramina (fot. núm. 8).

En los dieciséis años que lleva de funcionamien-



Foto núm. 8. — Witney. Mandos de los filtros.

to esta estación ha dado un rendimiento satisfactorio. Está proyectada una ampliación en la que ya se instalarán tanques de corriente vertical y se modernizarán las instalaciones. Resulta muy interesante comprobar los grandes adelantos obtenidos en la técnica de la depuración de aguas en un plazo de tiempo relativamente breve.

OXFORD CORPORATION

Swinford Plant.

Tomando agua del río Támesis para el abastecimiento de la universitaria ciudad de Oxford, con una capacidad de 27 000 m.³ diarios, fué inaugurada en junio de 1934, y es otro excelente ejemplo de una magnífica instalación en su día, que hoy resulta algo anticuada.

Presenta la particularidad de tener su propia central generadora de energía, accionada por gas-oil, y consta de dos largos tanques horizontales de sedimentación y 12 filtros de gravedad (fot. núm. 9). Se utiliza el sulfato de alúmina como coagulante, se añade carbón activo al agua en los sedimentadores, para quitarle el mal sabor, y la esterilización final se hace con cloro gaseoso, como de costumbre.

Aunque el lavaje de los filtros se hace por aire y agua, la instalación carece de compresores, pues el mismo agua de lavaje comprime el aire contenido en grandes cilindros de acero situados en el techo del edificio, produciendo de esta forma la corriente de aire requerida. Este ingenioso sistema, patentado, pudiera todavía ser interesante en alguna instalación pequeña con escaso fluido disponible, pero no creemos que su relativamente elevado coste de instalación justifique su adopción en estaciones mayores, que forzosamente deben de tener resuelta la cuestión de suministro de fluido.

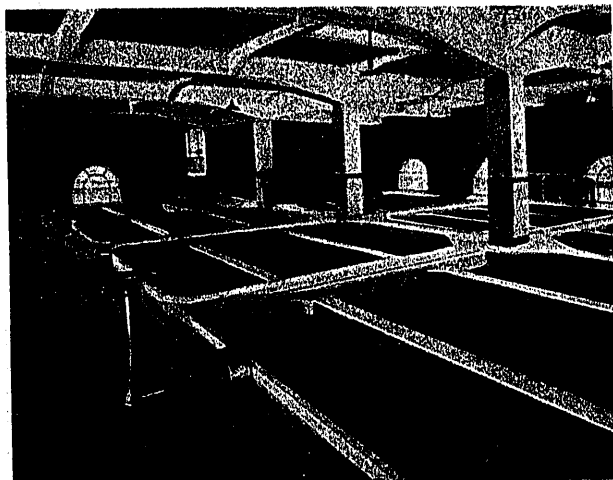


Foto núm. 9. — Oxford. Filtros.

Broadsire Filters.

La última visita fué a esta estación escocesa, situada cerca de Edimburgo, la cual es también una de las más recientes instalaciones del país. En la actualidad está proyectada para un volumen de 54 000 metros cúbicos al día, pero permite su ampliación hasta 90 000 m.³.

El agua, que procede del embalse de Carron Valley, es blanda, ácida y coloreada, y, además, en varias épocas del año contiene cierta cantidad de materia orgánica en suspensión. Está previsto el tratamiento con sulfato de alúmina, adicionado, cuando sea preciso, con sosa calcinada o aluminato sódico, seguido de la mezcla y sedimentación en tanques de corriente vertical, filtración en filtros de gravedad y corrección del pH con cal. Puede clorarse el agua cruda y la filtrada, y también añadirse carbón activo a la primera, caso de tener mal olor o sabor.

El almacenamiento y la manipulación de los productos químicos en esta estación está muy estudiado, debido en parte al hecho de que el sitio es muy aislado y puede quedar interrumpido el suministro durante varias semanas del invierno. La cal se descarga directamente a un almacén en sótano, a través de un enrejado, y desde allí, mediante un puente-grúa y un elevador eléctrico, se lleva al tanque de disolución, que está provisto de agitación mecánica. Desde allí la lechada es impulsada a los tanques principales de almacenamiento por bombas especiales. Los restantes productos químicos se almacenan en grandes tolvas de hormigón, de donde, mediante puentes-grúas y elevadores, pasan a los tanques de disolución y almacenamiento, situados en la planta alta del edificio y contruados de hormigón con revestimiento asfáltico.

Es particularmente curioso e interesante el sistema empleado para la adición automática de coagulantes. El caudal de entrada es medido por un Venturi (que tiene otro más pequeño en paralelo para asegurar por proporcionalidad la medida de los pequeños caudales que no registra el general), y la pérdida de carga que se produce en él es recogida por un registrador electrónico, que regula la velocidad de un motor de velocidad variable, de forma que ésta mantiene una proporcionalidad lineal con el caudal de entrada del agua. Este motor acciona las bombas del coagulante, obteniéndose de esta forma una proporcionalidad perfecta entre la cantidad del coagulante y el caudal de agua cruda.

Los coagulantes se mezclan en unos mezcladores a chorro a la entrada de la instalación, aguas abajo del Venturi citado.

La sedimentación se hace en 24 tanques de fondo piramidal de 8,85 m. de lado, proyectados para trabajar a una velocidad de 1,06 m. a la hora. Esta

velocidad, relativamente pequeña, es debida a que con gran frecuencia las impurezas del agua son principalmente coloides, que producen su floculo relativamente ligero. Sin embargo, las tuberías y válvulas están dimensionadas para permitir un incremento considerable al caudal de los tanques, si la práctica lo consintiese. Una particularidad de estos tanques es que, debido a haberse encontrado la roca casi a flor de tierra, 18 de ellos tienen cuatro pequeñas tolvas en el fondo, en vez de una sola, como es corriente, y sus correspondientes cuatro entradas de agua.

Los fangos procedentes de los sedimentadores, mezclados con el agua de lavaje, van por canales cubiertos a unas balsas de decantación, de las cuales el agua decantada vuelve automáticamente a la instalación.

En el día de nuestra visita podía observarse en los tanques de sedimentación, claramente definido, el "manto de precipitado", y producían un agua perfectamente clarificada y prácticamente incolora.

La batería de filtración consta en la actualidad de 12 filtros rápidos de gravedad, con lavaje de aire y agua, con una superficie filtrante, cada uno, de 52 metros cuadrados y una velocidad de filtración, cuando están todos en servicio, de 3,55 m. a la hora, aunque todos sus elementos están dimensionados para permitir incrementar esta velocidad en un 50 por 100.

El equipo de los filtros es, en líneas generales, similar al de la estación de Coventry; es decir, que todas las válvulas están accionadas hidráulicamente y están bajo el control de un ordenador automático de lavaje que está situado en el *hall* principal de la estación. Dos bombas de presión mantienen ésta en el depósito del fluido líquido que acciona el sistema, y como reserva hay una bomba de mano para el caso de fallar el suministro de energía eléctrica. De este depósito de presión parten las tuberías que sirven a los equipos de válvulas de cada filtro; es decir, las correspondientes a entrada, agua de lavaje, salida de

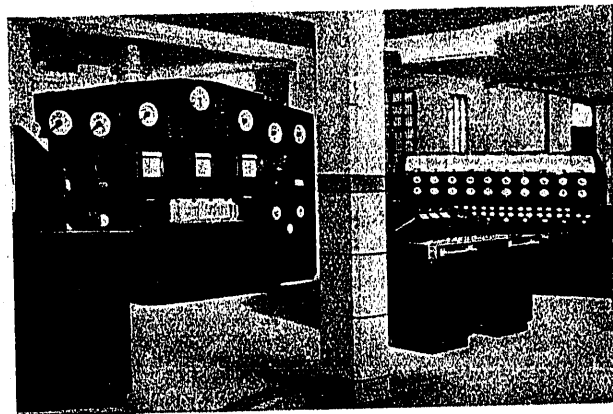


Foto núm. 10. — Falkirk. *Hall* principal de la estación.

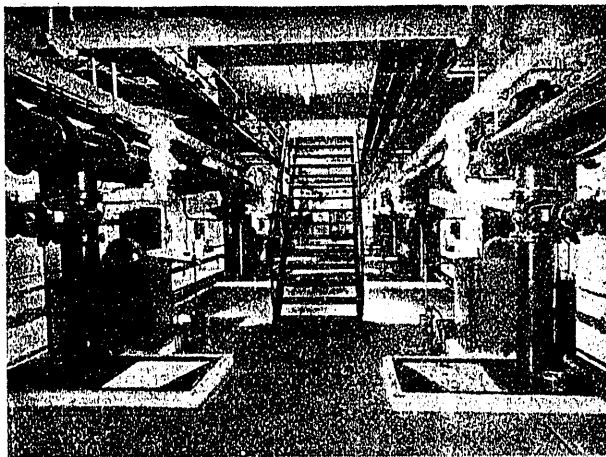


Foto núm. 11.—Falkirk. Galería inferior de los filtros.

ésta y entrada de aire. La circulación del fluido se dirige mediante válvulas accionadas por solenoides (fot. núm. 10).

El ordenador de lavaje propiamente dicho consiste en un pupitre que contiene dos relais, reguladores y palancas automáticas para controlar el proceso del lavaje. Para cada filtro hay una luz indicadora y una palanca selectora que sirve para poner el filtro bajo el control del ordenador o para aislarlo cuando se necesite ponerlo fuera de servicio. El ordenador está construido para controlar el total de los filtros que han de ser colocados en esta instalación (fotografía núm. 11).

En cada filtro hay un transmisor eléctrico de diferencias de presiones para indicar la pérdida de carga del filtraje, el cual acciona una palanca, estableciéndose el contacto cuando se alcanza una pérdida de carga previamente establecida, quedando de ese modo el filtro en condiciones de ser lavado. El indicador de pérdidas de carga trabaja en un circuito de corriente continua a 12 voltios, mientras que los relais del ordenador trabajan en un circuito de 50 voltios de corriente continua, alimentados ambos circuitos por unas baterías. Las luces de señalización y los reguladores automáticos utilizan corriente alterna a 230 voltios del suministro general de la estación.

Puede graduarse la duración de cada una de las fases del lavado, es decir, inyección de aire, de agua de lavaje y barrido superficial. También hay un regulador suplementario que normalmente impide que comience a lavarse ningún filtro antes de los veinte minutos de terminar el lavaje del anterior, a fin de dar tiempo a que éste, controlado por el arrancador automático de puesta en marcha lenta, haya alcanzado su marcha de régimen. Sin embargo, caso de ser necesario lavar los filtros más seguido, este re-

gulador puede llegar a reducir el intervalo entre dos lavados hasta dos minutos.

En el centro del tablero del ordenador hay tres indicadores que señalan los números y el orden de los tres primeros filtros que están en cola en condiciones de ser lavados.

Cuando un filtro alcanza la pérdida de carga preestablecida, si el ordenador tiene la palanca central en su posición normal, aparece su número en el indicador citado, y si no hay otro filtro lavándose, se procede al lavado automático del mismo mediante el control eléctrico colocado en el pupitre del ordenador; si hay otro filtro lavándose, se pone en cola para ser lavado en su momento.

Accionando la palanca central del ordenador puede alterarse el orden de lavado de los filtros y proceder al lavaje automático de cualquier filtro, o bien lavar a mano un filtro determinado maniobrando cinco palancas colocadas al efecto y dándole a cada etapa del lavaje la duración que se desee.

En dos pupitres laterales están todos los instrumentos correspondientes a cada uno de los filtros: recipientes para ver el estado del agua, indicadores de caudal y pérdida de carga, y de las posiciones de todas las válvulas del filtro, así como sus controles correspondientes. El cuadro central contiene los registradores de caudal de agua cruda, filtrada y de lavaje; valor del pH y cloro residual, así como indicadores de nivel en distintos puntos de la instalación, y un timbre de alarma. Hay también un registrador que señala la hora en que se lava cada filtro.

Finalmente, indicaremos que la tapa del ordenador puede levantarse, sin interrumpir su funcionamiento, para hacer accesibles todos los circuitos de control, y que éstos están proyectados de forma que



Foto núm. 12.—Falkirk. Filtro en lavaje.

no pueda causar gran daño la falsa maniobra de cualquier palanca del mecanismo. Lo peor que puede ocurrir es que haya que completar el lavaje de un filtro con control manual.

Con este dispositivo se reducen al mínimo los gastos de explotación—tan elevados en una estación de esta importancia—, ya que la instalación funciona de un modo completamente automático, y al mismo tiempo, lo que es más importante todavía para nosotros, se tiene la absoluta seguridad de que todas las operaciones se hacen en debida forma y se evitan las interpretaciones personales de los encargados de instalaciones de este tipo, que tan perjudiciales suelen ser muchas veces.

Las bombas y compresores están instalados en una cámara con aislamiento acústico, en el sótano del edificio.

Completan la instalación los equipos para añadir la cal, el carbón activo y la instalación de cloración, dotada de cambiador automático de envases de cloro, para asegurar la continuidad en el suministro. Las tuberías para llevar la solución de cloro a los puntos de aplicación son de cristal Pyrex.

Caso de llenarse el depósito de agua filtrada, se para la totalidad de la instalación por medio de un control principal, que cierra los filtros mediante el regulador de puesta en marcha lenta y para todos los mecanismos de dosificación de productos químicos. Al bajar alrededor de un metro el nivel del depósito, se vuelve a poner en marcha lentamente la instalación, no alcanzando su marcha de régimen hasta los veinte o treinta minutos, en vez de entrar de golpe todo el caudal de agua cruda, lo cual haría que se removiese el precipitado de los sedimentadores y cogiesen aire los filtros.

Por último, diremos que un cuidado sistema de alarma avisa mediante luces y señales acústicas, tanto en el edificio principal de la Administración como en la vecina casa del encargado, si alguna parte de la instalación deja de funcionar debidamente. Este sistema funciona no sólo cuando hay anomalías en el suministro de productos químicos o los niveles en los diferentes depósitos y canales de entrada, sobrepasan la altura debida, sino incluso cuando el valor del pH o del cloro residual en el agua tratada caen por debajo de límites establecidos.

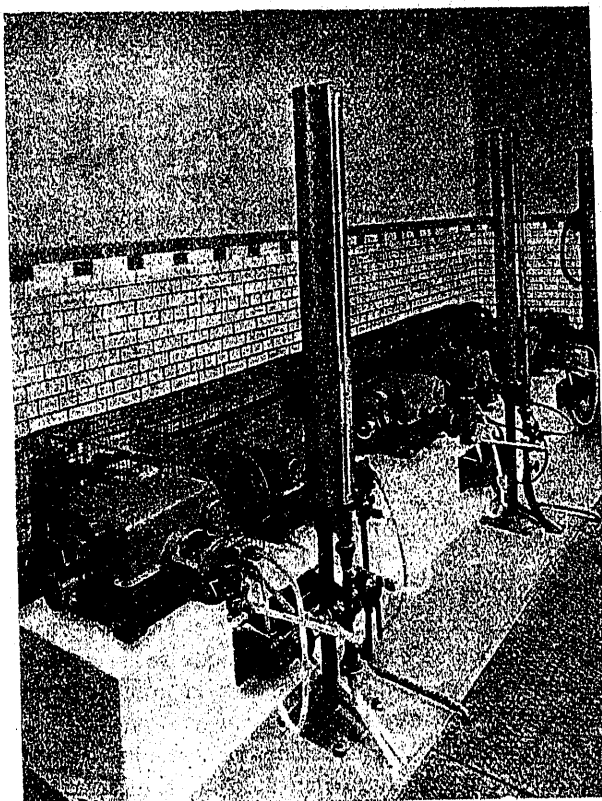


Foto núm. 13. — Batería de bombas dosificadoras de productos químicos.

Final.

La descripción de las instalaciones precedentes da una idea de la gran atención que se presta en el Reino Unido a esta cuestión de la depuración de las aguas potables, en la que tanto queda por hacer en nuestra Patria, aunque cada vez se le está prestando mayor atención. Hemos visto costosas instalaciones, perfectamente cuidadas, destinadas al abastecimiento de pequeños pueblos y distritos rurales.

Ya hemos resaltado las tendencias modernas al automatismo absoluto de las instalaciones y el perfecto control que se lleva de todas las etapas del proceso del tratamiento. Creemos que también en España debemos tender a ello en las futuras instalaciones que se construyan, pues el mayor desembolso inicial viene compensado con creces con la reducción de gastos de explotación y, sobre todo, por la garantía de su perfecto funcionamiento.