

# estación de **t**ratamiento de **l**odos

Orly – FRANCIA

J. SALMONA

366-9

## sinopsis

El artículo explica los problemas principales que se les han planteado a los autores del proyecto y cómo han tratado de resolverlos:

recepción de lodos procedentes de los decantadores y concentración preliminar;

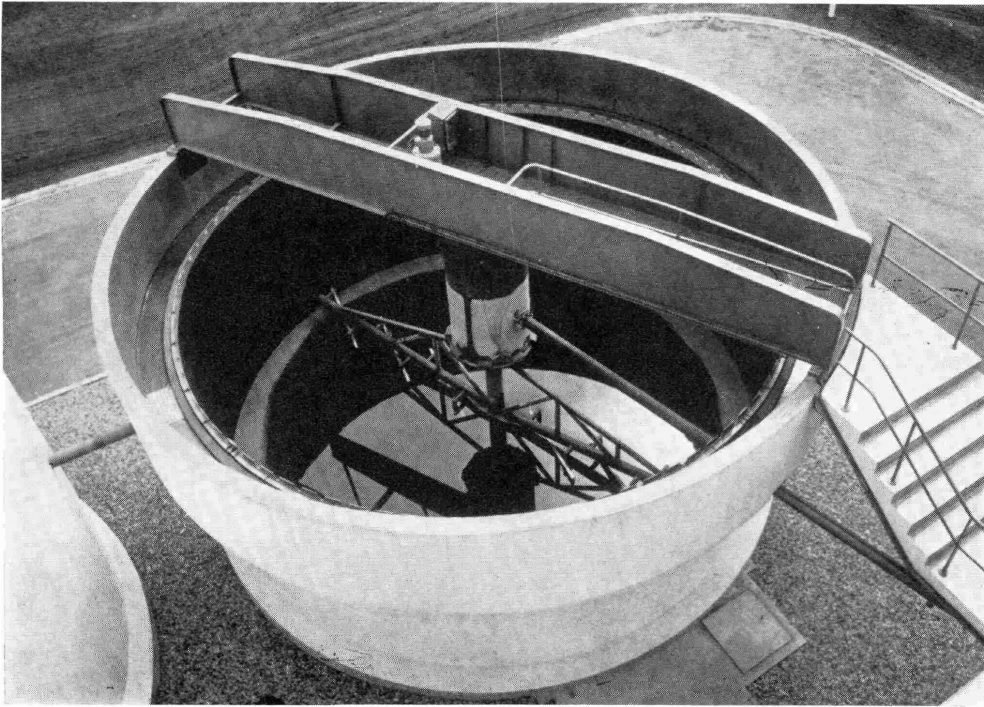
recuperación del sulfato de alúmina por tratamiento al ácido con decantación de lodos acidificados;

tratamiento de lodos con neutralización y filtración en vacío.

Aunque todavía es pronto, parece ser que los resultados obtenidos en esta instalación —tal vez la única del mundo— son muy alentadores y marcan un interesante camino a seguir.

Ya en la época de publicarse el concurso para la construcción de esta estación estábamos preocupados por el problema de tratamiento de los lodos de las estaciones potabilizadoras, de tal modo que desde el principio del estudio de nuestro proyecto se planteó la oportunidad de semejante tratamiento.

Sin que figurase de forma explícita en el Pliego de condiciones redactado por los servicios téc-



nicos de la villa de París, se llamaba, no obstante, la atención sobre la necesidad de evitar los vertidos intempestivos. Ahora bien, la planta de Orly había sido proyectada para 300.000 m<sup>3</sup>/día.

Un cálculo muy sencillo demostraba que se podía contar con un promedio de 20 a 30 mg/litro de materias en suspensión retenidas, y por consiguiente vertidas de nuevo, es decir, de 6 a 9 t/día. Cabe añadir que, en realidad, nuestro proyecto había sido elaborado de tal modo que la instalación pudiese alcanzar hasta 400.000 m<sup>3</sup>, lo cual aumentaba aún la importancia de este vertido. Por otra parte, en períodos de crecidas los vertidos pueden alcanzar valores mucho mayores.

Así hemos juzgado oportuno completar nuestro proyecto con el tratamiento de los lodos.

Al encargarnos del conjunto de la realización de la planta de Orly, salvo las instalaciones del ozono, la villa de París ha considerado que existía una posibilidad interesante, que permitía dar ejemplo en la lucha contra el incremento de la contaminación de las aguas del río Sena.

Este proyecto se apoyaba en cierto número de

premisas: ¿era preciso proceder al tratamiento de las aguas de lavado de los filtros?

Si se considera que después de una decantación correcta, tal como se practica en Orly en los aparatos Pulsator, la cantidad de agua de lavado máxima se sitúa en un 2 %, cifra que de todos modos es alcanzada en contadas ocasiones y que, por otra parte, el contenido de materias en suspensión del agua decantada en estos mismos aparatos es prácticamente siempre inferior a 2 mg/litro, resulta fácil apreciar que el contenido medio de materias en suspensión de las aguas de lavado será inferior a 100 mg/litro.

La legislación toleraba entonces un vertido con un contenido máximo de 100 mg/litro de materias en suspensión para un río de caudal importante como por ejemplo el Sena. Cabe añadir que este vertido no se verifica durante toda la jornada, ni mucho menos, ya que como máximo se puede proyectar un lavado general de los filtros cada dos días durante un cuarto de hora, o sea, para los veinte filtros de la estación un vertido de agua de lavado durante 2,30 horas por día, lo cual da lugar a una contaminación diaria muy reducida.

Por otra parte, es posible efectuar el cálculo de forma diferente, considerando que, si admitimos un promedio de materias en suspensión evacuadas de 20 a 30 mg/litro de agua tratada en período normal, no teniendo los filtros que retener de este total sino 2 mg/litro, puede apreciarse fácilmente que el tratamiento de las aguas de lavado es de segundo orden, por lo cual nos hemos consagrado al tratamiento de los lodos de decantación.

En esta época habíamos estudiado ya el problema, no en todos sus aspectos, pero sí por lo menos en su parte primordial, y disponíamos así de distintos estudios comparativos de los procedimientos de tratamiento que han sido expuestos por M. Richard, de tal modo que nuestras conclusiones nos han conducido, con todo conocimiento de causa, a proponer como solución el tratamiento con recuperación del sulfato de alúmina.

Deseamos poner de manifiesto nuestro agradecimiento a la villa de París, que ha tenido a bien poner en nosotros su confianza para esta realización, de la cual cabe decir que, según nuestro conocimiento, es la primera en Francia e incluso en el mundo entero.

Sería muy largo entrar en detalles en cuanto al diseño de esta instalación que por sí sola constituye un conjunto. Por consiguiente, me limitaré a evocar los problemas primordiales que se han planteado y la forma en que han sido resueltos.

Estos problemas son de tres órdenes:

la recepción de lodos procedentes de los decantadores y su concentración preliminar;

la recuperación del sulfato de alúmina propiamente dicha por tratamiento al ácido con decantación de lodos acidificados;

el tratamiento de lodos propiamente dicho, con neutralización y filtración en vacío.

Nuestro proyecto ha sido fundado suponiendo que las extracciones de lodos en los pulsadores pudiesen alcanzar un 0,5 % en promedio, lo cual, al corresponder al caudal de punta de la instalación de 400.000 m<sup>3</sup>/día, conduce a un caudal de lodos a tratar de 85 m<sup>3</sup>/hora, con una concentración media de 5 g/litro para un agua bruta media de 25 mg/litro.

## Recepción de los lodos

Se presenta aquí un problema ya que, en efecto, era de primordial importancia que la instalación de tratamiento propiamente dicha fuese absolutamente independiente de la estación de lodos y que no fuese preciso tener en cuenta en la explotación las necesidades de la misma.

Ahora bien, en los pulsadores el dispositivo de extracción de lodos se presenta de tal forma que los mismos son purgados por un procedimiento que podría calificarse de «continuo-intermitente». Podría admitirse que la cantidad de lodos es proporcional al caudal de agua tratada según un régimen rítmico pero constante en porcentaje medio. No obstante, según los caudales, pueden presentarse en ciertos momentos variaciones de la cantidad de lodos que entran en los concentradores, con lo cual se corre el riesgo de cambiar su concentración.

Por otro lado, existen cuatro pulsadores cuyas extracciones han sido calculadas en cuanto a su cadencia por permutación circular, pero nada demuestra que los lodos extraídos de los cuatro decantadores tendrán exactamente en todos los casos la misma concentración y que, por consiguiente, no se presentarán diferencias apreciables en la entrada de la estación de tratamiento de lodos.

Por último, todo cuanto he dicho anteriormente ha permitido demostrar el interés de disponer de lodos a concentración media, con objeto de situarse en un punto de rendimiento óptimo, tanto en lo que se refiere a la recuperación como al volumen de los lodos a tratar.

El conjunto de estas consideraciones nos ha conducido a proyectar un homogeneizador de lodos de dimensiones relativamente grandes, formado por un decantador de 15 m de diámetro, con accionamiento central, dotado de rasquetas múltiples cuyo volumen representa 5 horas de tiempo de contacto con la certidumbre de obtener, certidumbre confirmada por la experiencia actual, un agua de vertido muy clara y la posibilidad de un importante almacenamiento de lodos concentrados.

Por consiguiente, este aparato permite responder a la preocupación precedentemente expuesta, ya que él mismo constituye a la vez un órgano de concentración moderada y una reserva de

homogeneización. Los lodos entran en el mismo, a razón de 5 g/litro y salen con contenidos variables según la época del año, los cuales oscilan entre 8 y 15 g/litro.

El agua limpia, que no es otra cosa que el agua intersticial de los lodos, y por consiguiente muy clara, es evacuada por un vertedero de salida para ser bombeada acto seguido y devuelta al río Sena.

Los lodos son extraídos por bombas que aspiran en el sumidero central y descargan en parte en circuito cerrado, y en parte hacia la cuba de acidificación con un caudal constante, calculado en función del caudal tratado por la estación principal.

### **Recuperación del sulfato de alúmina**

La primera etapa de esta recuperación consiste en la acidificación que se produce en una cuba cuyo tiempo de contacto es poco más o menos de un cuarto de hora. Esta cuba es alimentada mediante lodos concentrados a partir de un compartimiento dotado de un rebosadero. Este detalle es importante a precisar, ya que era necesario evitar las demasías en los recipientes situados a continuación en todos los casos en que se manipula una solución de reducido pH.

Los lodos y el ácido sulfúrico puro, introducidos por el fondo de la cuba, quedan mezclados por un agitador de velocidad lenta y el efluente acidificado sale por la parte superior pero a cierta distancia de la superficie libre, con objeto de no arrastrar las espumas producidas durante el transcurso de la reacción. Estas espumas son rebajadas y evacuadas por un dispositivo adecuado.

El ácido sulfúrico puro es almacenado en dos cubas de chapa de 52 m<sup>3</sup> y es aspirado por bomba y distribuido por mediación de un depósito en carga sobre la cuba de acidificación.

El ácido es distribuido con caudal constante, pero ritmado proporcionalmente al caudal de la planta. La dosificación es sistemáticamente demasiado reducida y el complemento viene dado por una válvula reguladora accionada por el fosforímetro para un ajuste automático del pH al valor óptimo, comprendido entre 3 y 3,2.

Después de la acidificación los lodos son admitidos en un decantador de rasquetas de accionamiento central, de un diámetro de 8,50 m.

Naturalmente, todas las partes metálicas o de hormigón de este decantador quedan protegidas por revestimientos adecuados para poder soportar un pH tan reducido.

La solución clarificada de sulfato de alúmina recuperada es recogida por un vertedero en la parte superior para ser conducida hacia un depósito regulador de 200 m<sup>3</sup> de capacidad, mientras que los lodos se decantan y se concentran en la parte inferior.

La cuba de 200 m<sup>3</sup>, que representan unas tres horas de funcionamiento según el caudal máximo, se ha manifestado necesaria en función de la misma preocupación de autonomía de la planta principal.

Efectivamente, sin desear entrar en detalles en cuanto al problema de la utilización simultánea del sulfato de alúmina recuperado y del sulfato de alúmina seco, problema cuya solución ha requerido suma atención, puede decirse que el principio adoptado ha consistido en impulsar hacia la planta la totalidad de la solución recuperada, según un caudal cuyo valor queda fijado teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento en la época del año considerada. El complemento de sulfato de alúmina fresco se efectúa según procedimientos cuyo relato se saldría de los límites de este artículo.

La aspiración se realiza mediante bomba según un caudal proporcional al caudal tratado por la planta, con corrección automática en función del nivel en la cuba de almacenamiento.

### **Tratamiento de los lodos**

Los lodos decantados son extraídos del sumidero central del decantador clarificador proporcionalmente al caudal de agua tratada. El coeficiente de proporcionalidad queda ajustado según el porcentaje de extracción de los lodos.

Acto seguido, los lodos ácidos son dirigidos hacia un estanque doble de neutralización. Cuando

uno de los compartimientos se encuentra en llenado se añade carbonato de cal para hacer ascender el pH hasta un valor óptimo, que puede situarse alrededor de 5,8. El carbonato de cal sirve también como carga para facilitar la filtración en vacío ulterior.

Una vez efectuado el llenado, un sistema de válvulas invierte el circuito y los lodos son dirigidos hacia el segundo compartimiento, mientras que el primero continúa siendo agitado durante un tiempo suficiente para que la reacción de neutralización sea completa, después de lo cual queda vaciado automáticamente por gravedad hacia los depósitos de almacenamiento intermedio y de alimentación de los filtros en vacío.

Se ha proyectado un polielectrólito para facilitar, en caso necesario, la filtración en vacío.

El carbonato de cal es almacenado en dos silos que alimentan una tolva intermediaria común, que permite distribuir en forma discontinua, previa pesada, una carga determinada del producto.

Los lodos neutralizados son almacenados principalmente en un primer depósito de 17 m<sup>3</sup> desde donde son aspirados por bomba para ser enviados hacia un filtro giratorio en vacío con boquilla de tela, de una superficie de 25 m<sup>2</sup>.

Normalmente, estimamos en 8,5 m<sup>3</sup>/h la cantidad de lodos a filtrar. No obstante, es preciso siempre ser prudente en esta materia, y por seguridad este depósito de 17 m<sup>3</sup> está en comunicación por medio de un rebosadero con un segundo depósito más pequeño, de 10 m<sup>3</sup>, que sirve para casos de emergencia.

Estos filtros son dos, y funcionan uno en socorro del otro. No obstante, en caso de llenado del tanque auxiliar sería posible utilizar el filtro en reposo para la evacuación del excedente.

Por el artificio de estos dos depósitos existe la posibilidad de alimentar en continuo los filtros en vacío, con toda seguridad, incluso si se producen discontinuidades intempestivas en la producción de lodos neutralizados.

Estos filtros son de un tipo clásico, utilizado muy corrientemente en la depuración de aguas residuales. Es sabido que estos aparatos constan de una bomba de extracción en vacío que aspira en un depósito separador el efluente

claro que es vertido a la alcantarilla. El vacío es mantenido en el depósito por una bomba de anillo líquido.

El dispositivo denominado «de salida de tela» permite desprender la torta que se forma en la tela sin mayores intervenciones. Esta torta sale con un 70 o un 75 % de humedad, y cae sobre una cinta transportadora que vierte los lodos en el exterior del edificio, en cajas que son conducidas acto seguido hacia la descarga.

Con el régimen de punta máximo se puede contar con una cantidad de 10 a 12 t/día de materias secas, es decir, 35 t/día de lodos que pueden ser cargados con pala, cuyo grado de sequedad es del orden de un 72 %.

Esta estación ha sido diseñada con un máximo de automatismo con objeto de precisar únicamente un control de las operaciones por parte de un buen técnico, control facilitado por un sinóptico y los aparatos de medida y registro del cuadro local cuyas principales indicaciones son transmitidas a la sala de control central de la planta.

De todo lo dicho anteriormente se deduce la importancia que plantean los problemas de regulación en todas las etapas de las distintas operaciones. Dichos problemas eran muy delicados de resolver y sería demasiado largo insistir acerca de los mismos. No obstante, a cada nivel se ha adoptado el principio de una regulación automática en función del caudal de la planta, corregido por diversos parámetros, unos de transmisión automática y otros de selección manual.

Actualmente, la instalación se encuentra en servicio. Los resultados son alentadores, ya que están conformes con las previsiones iniciales. Todavía es demasiado pronto para sacar conclusiones definitivas, ya que aún no se ha podido explorar una gama suficiente de caudales y de condiciones de funcionamiento.

Cabe repetir que esta realización parece ser la única en el mundo, y demuestra que, debido a la comprensión y al deseo de progreso de una administración como aquella de la villa de París, existe la posibilidad de hacer avanzar la técnica del tratamiento de aguas hacia vías interesantes, por una colaboración estrecha entre los servicios públicos y los especialistas.

## résumé

### La station de traitement des boues de l'usine des eaux potables d'Orly (France)

J. Salmona

Dans cet article, l'auteur explique les problèmes principaux posés lors de l'exécution du projet et la manière dont ils ont été résolus, tels que:

- réception de boues provenant des décanteurs et concentration préliminaire;
- récupération du sulfate d'alumine par traitement à l'acide avec décantation de boues acidifiées;
- traitement de boues avec neutralisation et filtration sous vide.

Bien qu'il soit encore trop tôt, il semble que les résultats obtenus de cette installation —peut-être unique au monde— sont très encourageants et marquent un chemin intéressant à suivre.

## summary

### Mud Treatment Station - Orly (France)

J. Salmona

The article describes the main problems facing the authors of the design, and the manner in which they have overcome them. The main features of the Station are

- reception of mud from decantation plants, and preliminary concentration;
- recuperation of alumina sulphate, by acid treatment, and decantation of acidified muds, and
- treatment of muds with neutralizing agents and filtration in vacuum.

Although it is too early to be certain, it appears the results so far obtained in this plant, perhaps unique in the world, are highly promising and indicate a positive development in the future.

## zusammenfassung

### Schlammaufbereitungsanlage in Orly (Frankreich)

J. Salmona

In diesem Artikel werden die wichtigsten Probleme behandelt, die sich den Planern des Projekts stellten, sowie die entsprechenden Lösungen; so zum Beispiel:

- Aufnahme des Schlammes aus den Absetzern und Vorkonzentrierung;
- Rückgewinnung von Aluminiumsulfat durch Saure Behandlung bei Abschlämmung des gesäuerten Schlammes;
- Behandlung des Schlammes bei Neutralisierung und Vakuumfiltration.

Wenn eine Beurteilung auch noch etwas verfrüht erscheint, so sind die mit dieser —in der Welt wohl einzigen— Anlage erzielten Resultate doch sehr vielversprechend und eröffnen interessante Möglichkeiten für die Zukunft.

# publicación del i.e.t.c.c.

## protección química de la construcción

HANS KÖLZOW

Dr. Químico Dipl.  
Stadtbaurat a.D.

La importancia creciente que se concede a la protección química de las obras de fábrica y la carencia de un tratado que reúna toda la literatura dispersa que existe sobre el tema, han llevado a la publicación de este libro, que debe leerse con atención en todas y cada una de sus páginas a fin de que nada resulte incomprendible.

En la Technische Akademie de Wuppertal el autor celebró, durante los últimos años, ocho seminarios, de tres días de duración cada uno, sobre protección de obras. Los participantes a

estos seminarios han sido arquitectos e ingenieros procedentes de organismos oficiales y de empresas privadas, así como químicos de las industrias dedicadas a la fabricación de sistemas y métodos químicos protectores. De las conferencias y de los coloquios consiguientes se han obtenido resultados importantes y esperanzadores que merecen ser conocidos por círculos mucho más amplios. Por todo ello se ha creído conveniente la publicación del presente resumen, indicando expresamente que, de ningún modo, se trata de un manual ni de un libro de recetas.

Encuadernado en rústica, de 17×24 cm, compuesto de 74 páginas. Madrid, 1971.

Precios: España, 300 pesetas. Extranjero, \$ 6.