

Proyecto de estación depuradora de las aguas residuarias de Madrid¹

Canal de entrada.—Aliviadero.—Con el caudal mínimo de 3,47 m³, la velocidad no debe bajar de 0,80 m por segundo, para evitar la sedimentación. Para 3,50 m de ancho y una altura de agua de 1,24 m, la fórmula de Bazin da una pendiente de 0,00013. Con esta pendiente, la altura de la lámina de agua es de 2,20 m para el caudal máximo de 7 m³. La velocidad correspondiente para este caudal es 0,94 m por segundo. A esta altura de 2,20 disponemos el aliviadero de superficie; las aguas que por él viertan van directamente al río.

El caudal máximo representa casi el doble del medio, y además hay que tener en cuenta que cuando excede de dicho máximo y el exceso de las aguas va directamente al río, es en las grandes lluvias, y entonces el caudal que el Manzanares lleva se eleva rápidamente, pues las condiciones de su cuenca, de coeficiente de escorrentía elevado, hace que sea muy sensible su caudal a las lluvias.

Rejillas (fig. 8.^a).—Se disponen transversalmente al canal de entrada; su separación será de 2,5 cm. Están provistas de un aparato de limpieza automática que las tiene prácticamente libres de detritus; un transportador los lleva a una vagoneta, para conducirlos a un horno de cremación.

Arenero (fig. 8.^a).—Su sección debe calcularse en forma tal que la velocidad de las aguas esté comprendida entre 0,20 y 0,30 m por segundo, con objeto de que puedan sedimentar las materias minerales, arenas, etc., y que, en cambio, prácticamente no sedimente la materia orgánica en suspensión, que entraría rápidamente en putrefacción, produciendo malos olores.

Se han previsto dos cámaras independientes, con objeto de que mientras una funciona pueda limpiarse la otra.

La limpieza se proyecta simplemente a mano, elevándose los detritus con una grúa. No hemos considerado conveniente el empleo de aparatos de limpieza automática para la extracción y lavado de arenas, porque la impresión que tenemos de los que hemos visto en Alemania es de que funcionan deficientemente, aparte de su elevadísimo costo. El doctor Imhoff, en sus instalaciones, no tiene ninguno instalado, y su opinión sobre este extremo coincide con la nuestra.

Cámaras de grasa (fig. 8.^a).—Tienen por objeto, como su nombre indica, separar las que contienen las aguas a tratar, que causarían trastornos en el resto del proceso de depuración. Son del tipo últimamente empleado por el doctor Imhoff, y constan de unos departamentos centrales en los cuales se colocan difusores que inyectan aire a presión, aire que hace que las aguas pasen a las cámaras laterales a través de unas rejillas y siguiendo el movimiento que se indica con las flechas en la figura. Las grasas, al descender las aguas, quedan en la parte superior y pueden fácilmente eliminarse abriendo unas pequeñas compuertas que van situadas en los muros de frente.

La cámara se proyecta dividida en tres independientes, y entre ellas se colocan dos canales de desviación para poder aislar cualquiera de las tres cámaras, si fuese preciso.

Sedimentación previa (fig. 9.^a).—Está calculada para un período de detención, con el caudal medio, de dos horas, que sería de 2 h 33' para el caudal mínimo, y 1 h 9' 25" para el máximo, todos ellos muy aceptables.

La capacidad total es de 29,160 m³ y la dividimos en seis tanques.

Con arreglo a las normas modernas, era imprescindible proyectar tanques de digestión separada de cienos. Pueden ser éstos de dos tipos, que efectúan la digestión en el mismo tanque y en distintos departamentos, con disposición adecuada, tanques tipo Imhoff o tanques en que el compartimiento de digestión esté absolutamente separado y la eliminación de cienos de sedimentación se lleve a cabo por un medio mecánico. Desde el punto de vista teórico, ambas soluciones son idénticamente recomendables, pues cumplen la condición esencial de que la digestión no se efectúe en contacto con las aguas que están sedimentando, para evitar así primeramente que la dificultad y retrase al desprenderse los gases de digestión, y en segundo lugar, el peligro de producir en determinados momentos en el efluente olores originados por la fermentación, accidentalmente ácida, de los cienos. La elección de uno u otro tipo de tanque de digestión separada depende de las condiciones de cada caso particular: los tanques Imhoff ocupan una superficie menor, por ser mucho más profundos, al tener superpuestas las dos cámaras de sedimentación y digestión. En nuestro caso, dada la calidad arenosa del terreno en que se proyecta instalar la estación y su proximidad al río, existirá agua a muy pequeña profundidad, y por esto son más convenientes los tanques de digestión absolutamente separada, máxime no teniendo dificultades para disponer de la superficie necesaria.

Los tanques se proyectan cuadrados, de 35 m de lado, y van dotados de aparatos giratorios de limpieza de cienos tipo Dorr, o similar.

Los cienos se recogen en la parte central, en una depresión troncocónica que en el tanque se dispone, y de allí se extraen por una tubería que los conduce a los tanques de digestión separada.

Tanques de aireación.—Las aguas negras, libres de los sólidos, capaces de sedimentar en dos horas, pasan a los tanques de aireación, donde, mezclados con una proporción determinada de cienos activos, se las someten durante un cierto tiempo a la acción del aire, que a presión se inyecta finamente dividido a través de su masa.

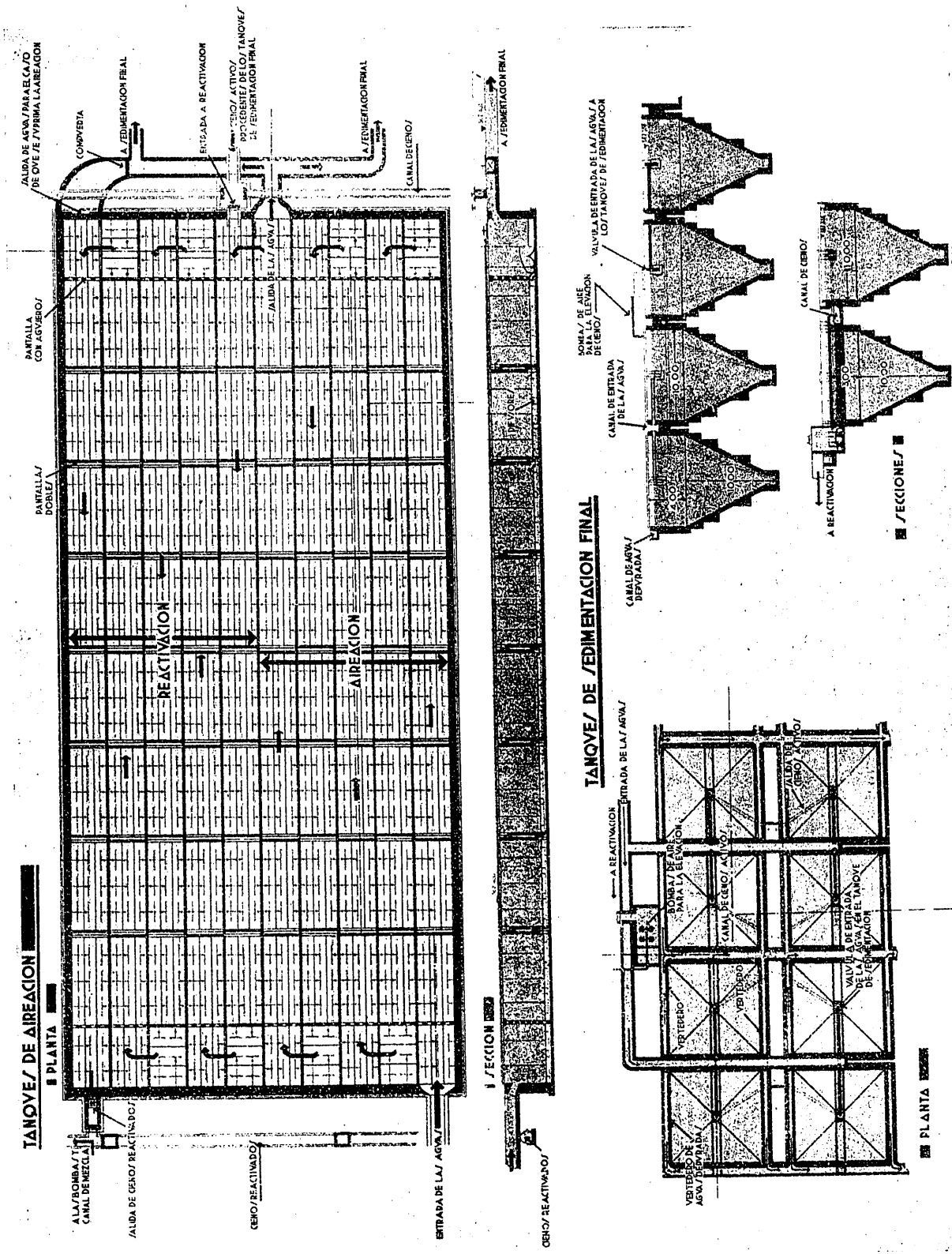
No nos extenderemos a explicar los fundamentos del procedimiento, sobradamente conocido de todos los que se interesan en estos asuntos, limitándonos únicamente a señalar que en el proceso, en el cual intervienen en forma no claramente definida, fuerzas físicas y biológicas, influye, como factor principal, el tiempo de aireación, no solamente por lo que a la depuración se refiere, sino también con relación al costo de la operación.

¹ Véase el número anterior, página 112.

(figura 12). Longitudinalmente se divide por tabiques separados 4 m; transversalmente a la marcha del agua se colocan dobles pantallas que obligan a que su recorrido sea el máximo. En la figura puede verse

transversal; el fondo del tanque se proyecta de una forma adecuada, con objeto de lograr un conveniente movimiento del agua.

Teniendo en cuenta la profundidad relativamente



Figuras 12 y 13.

con todo detalle la disposición adoptada. El tanque va dividido en dos mitades, una dedicada a aireación propiamente dicha, y la otra a reactivación. El recorrido de la aireación es 456 m.

Difusores.—Cantidad de aire necesario.—Los difusores se colocan, como puede verse, en la sección

grande de los tanques, lo poco concentrado de las aguas a tratar y el período de la aireación, sólo de cuatro horas, hemos calculado un consumo de aire de cuatro litros por litro de agua para el caudal máximo, o sean 28 000 litros por segundo.

Sedimentación final (fig. 13).—El tiempo de sedi-

mentación adoptado es de dos horas para el caudal medio, más el exceso de lodos activos, o sea $4,05 + 0,81 = 4,86$ metros cúbicos, y la capacidad, $3\ 600 \times 2 \times 4,86 = 34\ 632$ m³.

Con esta capacidad se tendría, para el caudal máximo, un período de detención de 1 h 8' 50'', y para el caudal mínimo, 2 h 18' 59''.

Se proyectan seis grupos de ocho tanques cada uno, de una capacidad de 721,50 m³. En la figura puede

verse con todo detalle la disposición adoptada. La entrada de las aguas se hace dividiendo en dos canales las que efluyen de un tanque de aireación; cada canal sirve a cuatro tanques, y las tomas se hacen por tuberías que terminan en válvulas tipo «Clifford», o similar.

La salida de las aguas se proyecta con dos vertederos que se construyen en los lados opuestos del tanque. Las aguas se recogen en un canal de 0,80 m de ancho y 0,55 m de alto.

José LUIS ESCARIO

Ingeniero de Caminos. Profesor agregado de la Escuela Nacional de Sanidad.

Sobre recepción de cementos

Un año lleva ya vigente el Pliego de condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos destinados a los servicios de Obras públicas, y muy poco, que nosotros sepamos, se ha escrito sobre tan importante asunto.

Antes de publicarse, dedicamos unos renglones a comentar ciertos extremos, dados a conocer en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS. Hemos recibido algunas invitaciones para ocuparnos de esta cuestión, y ni por un momento se nos ha ocurrido hacerlo, conociendo sobradamente nuestra falta de autoridad para tamaña empresa. La afición no basta.

Conocemos sobradamente la capacidad de los técnicos que integraban la Comisión encargada de redactar el Pliego, y ello nos garantiza de la bondad de su obra.

De haber tenido nosotros el honor de cooperar en tal trabajo, seguramente le habríamos suscrito tal como ha aparecido en la *Gaceta*, proponiendo, a lo más, ligerísimas variaciones.

Se nos alcanzan las dificultades de estos trabajos, y no hay que olvidar lo que limita el desarrollo de las propias ideas el estar encuadrado en un organismo ministerial. Hay que huir de las tendencias *revolucionarias* y mantenerse dentro de la más pura ortodoxia. Por todo ello, resulta más fácil hacer la crítica que redactar el Pliego.

Y por ello también, hay que decirlo, ha resultado un Pliego de condiciones sin pena ni gloria—permítase la frase—, ya que en nada se separa de los caminos más trillados.

Lo más interesante, para los aficionados a estos estudios, hubiera sido—como en otro lugar hemos publicado—la justificación de las cifras, explicando, por ejemplo, por qué se ha señalado para todos los aglomerantes una densidad mínima de 3,05, o cuál ha sido el criterio seguido para fijar las resistencias.

Insistimos en que no es nuestro propósito hacer el estudio crítico del Pliego. Solamente haremos, de pasada, alguna ligera observación, por si mereciese tenerse en cuenta para cuando se haga alguna corrección, como la publicada en la *Gaceta*, en septiembre. No es práctica, en estos escritos de carácter oficial, emplear el vago lenguaje de «ácido clorhídrico puro», «solución de potasa diluída» u otras análogas. El reparo, como se ve, es de poca importancia.

Algo mayor la tiene, en nuestro concepto, el párrafo dedicado a la separación de la sílice combinada y el residuo insoluble en ácido clorhídrico. Podríamos asegurar que ninguno de los especializados cementistas que formaban la Comisión redactora ha conse-

guido, en su larga experiencia, separar la sílice combinada de un cemento siguiendo la técnica que ellos mismos señalan.

Son fáciles de subsanar estas pequeñas deficiencias (y acaso estemos equivocados al juzgarlas así), y tan ligeras nubecillas no arrojan sombra al meritorio trabajo de la Comisión, que, como ya hemos dicho, no tratamos aquí de estudiar.

Con el atrevimiento que suele acompañar a la poca competencia y nuestra situación completamente independiente en estos asuntos, nos permitimos lanzar una idea que desearíamos fuese recogida para aceptarla, más o menos modificada, o para rechazarla, de merecer este destino.

Las circunstancias de la vida profesional, ya un poco larga, nos han hecho pasarla pudiéramos decir que pegados al cemento. Del laboratorio a las obras, y de éstas otra vez al laboratorio. Hemos tenido ocasión de meditar sobre el alcance y eficacia de los Pliegos de condiciones de este material.

Los redactados, muy análogos todos al que rige en nuestro servicio de Obras públicas, parecen más orientados a servir de base a los técnicos de las fábricas para preparar un buen cemento, que a comprobar por el constructor de una obra si el aglomerante es o no bueno para la misma. Cada una de las características, residuo insoluble, densidad, finura de molido, etc., es un rasgo fisonómico del cemento y nos va marcando el resultado que nos ha de dar en una aplicación determinada.

No hemos de disertar aquí sobre lo que significa cada una de estas características y cómo influye en la bondad del producto; es asunto muy conocido de muchos y poco interesante para otros.

Lo que pensamos es que, salvo para aplicaciones muy especiales que exijan que el aglomerante cumpla con todas las características del Pliego de condiciones generales, y aun deba ajustarse a otras no mencionadas (dureza, resistencia a las altas temperaturas, conductibilidad térmica, heladicidad, etc.), en las obras más frecuentes, puede aceptarse un pliego mucho más simplificado y que, sin embargo, reúna las garantías suficientes.

Nos dirigimos a los ingenieros y arquitectos que están fuera del laboratorio y de la fábrica; a los que proyectan y construyen obras en las cuales se emplean cantidades considerables de mortero y hormigón.

Si a estos técnicos les proporcionamos un cemento que comience y termine de fraguar dentro de los límites de tiempo que a la obra convengan y cuyas