

entre la panorámica bahía y unas pintorescas montañas próximas; nada tiene que envidiar a las más



Fig. 10. Las calles principales en Petrópolis, población veraniega, se han establecido a lo largo de varios arroyos, elegantemente canalizados, todo ello revestido de esplendorosa vegetación.

hermosas ciudades europeas, por la superioridad de su clima, su fantástica vegetación y, sobre todo, por su situación orográfica admirable.

Como el Brasil está llamado a ser, por su extensión y riqueza agrícola, la más potente de las Repúblicas de América del Sur, su capital, Río Janeiro, seguirá creciendo en proporción.

Hay, pues, en aquel país campo abierto para muchas iniciativas y para obras grandiosas, y merece ser visitado por los que tengan curiosidades o ambiciones, aunque hay ya lucha y competencia entre técnicos y capitales europeos con los del país, que han despertado del sopor en que estuvieron en el siglo pasado.

Para mis compañeros que no encuentren en España campo suficiente para sus actividades, siempre serán preferibles las Repúblicas de habla española. Debo, sin embargo, advertirles que fracasarían, seguramente, cuantos fueran allí sin alguna experiencia, sin mucha energía y sin capital suficiente para emprender negocios o, por lo menos, para resistir la primera etapa de la emigración, que suele ser penosa.

J. EUGENIO RIBERA

El saneamiento de Berlín

I

La estación depuradora de Wassmannsdorf

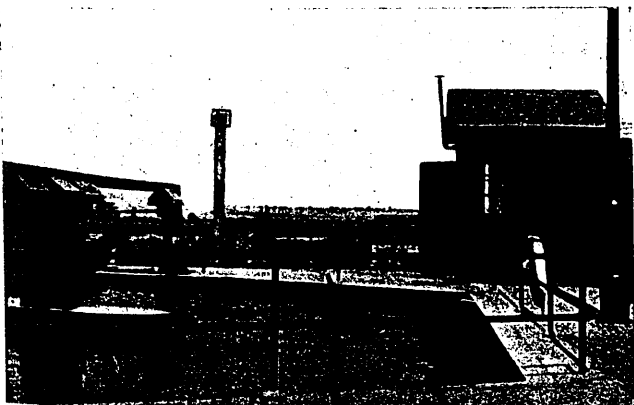
De las estaciones establecidas para depurar las aguas residuales de Berlín, la instalación más moderna es la construida en Wassmannsdorf, en la que, por medio de una cloración previa y una clarificación en tanques Emscher, se preparan las aguas residuales para ser tratadas por el procedimiento biológico-natural en los campos de riego, aprovechando los gases desprendidos, durante la fermentación anaerobia en los tanques, para generar energía eléctrica, obteniendo así un ingreso que mejora las condiciones económicas de la depuración.

En la estación de Wassmannsdorf se tratan las

Las aguas que llegan a la estación proceden de una zona poblada por 560 000 habitantes, pudiendo fijarse el caudal en 80 000 m³ cada veinticuatro ho-



Maniobra de compuertas y draga para extracción de los sedimentos.



Entrada del agua en la estación, caseta del dosificador de cloro; al fondo, la chimenea del horno donde se queman las materias detenidas en las rejillas.

aguas residuales de los barrios de Schöneberg y Neukölln, cuya situación en la ciudad de Berlín se muestra en el plano de conjunto (fig. 1.^a).

ras, en tiempo seco, y en el doble en tiempo de lluvia. Las aguas arrastran una cantidad de materias insolubles de 700 gramos por metro cúbico, que pueden clasificarse:

- Materias separables por las rejillas, principalmente trapos.
- Materias sedimentables, especialmente de origen mineral, que se detienen en el arenoso.
- Grasas que son separadas con los cuerpos flotantes.
- Materias en suspensión que en su mayor parte se detienen en los tanques sedimentadores.

Son especialmente importantes, para su ulterior manejo, las materias en suspensión, que en cantidad de 500 gramos por metro cúbico con 2/3 de sustan-

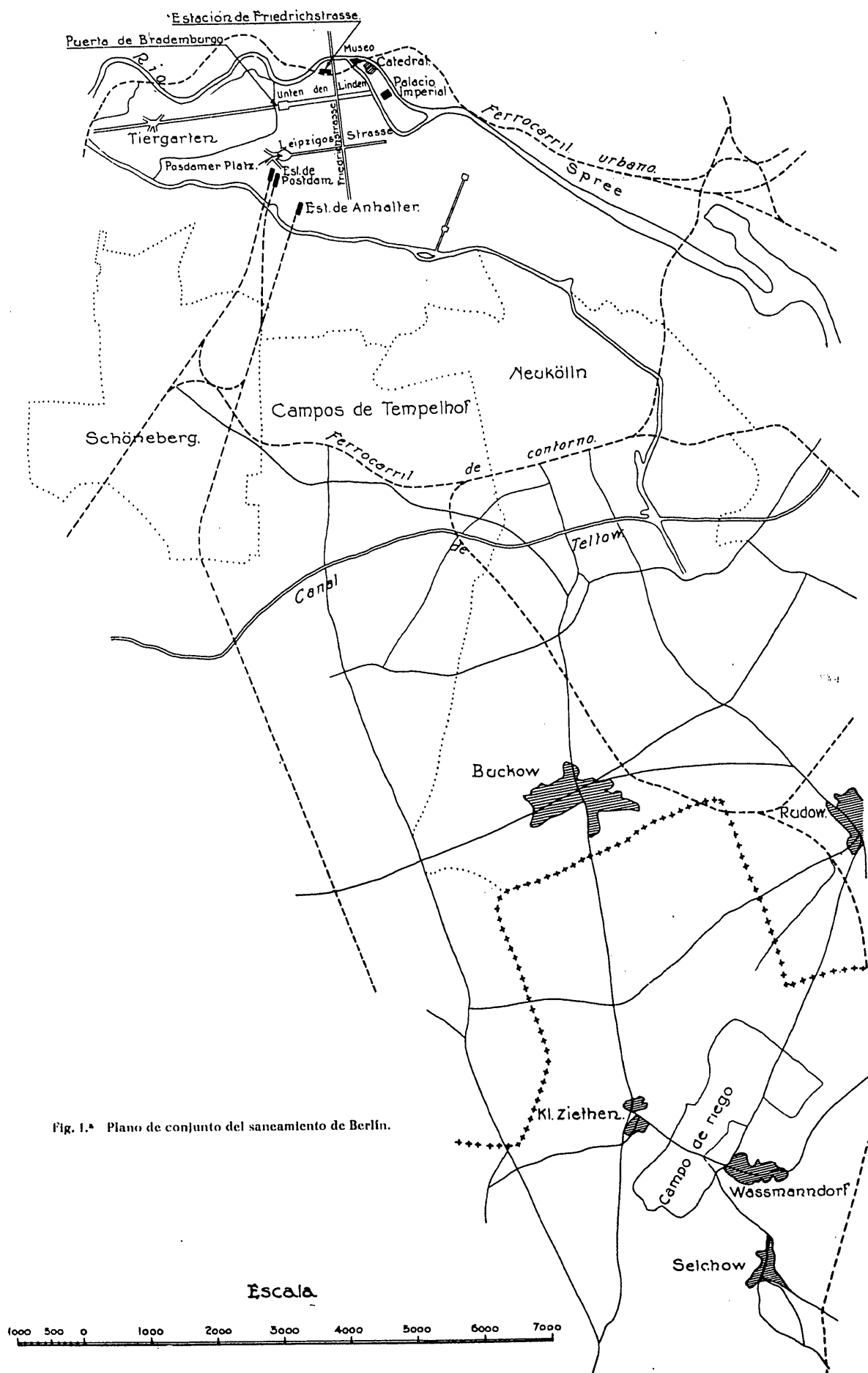
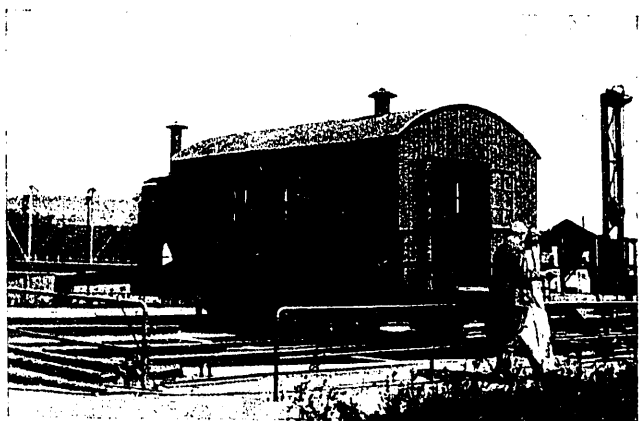


Fig. 1.^a Plano de conjunto del saneamiento de Berlín.

cias orgánicas y $1/3$ minerales, en cantidad superior al 80 por 100, quedan detenidas en los tanques y forman los cienos con un volumen diario de 320 m^3 y un contenido de agua de 90 por 100. Las materias disueltas y las no sedimentadas son tratadas por el procedimiento biológico-natural en los campos de riego.

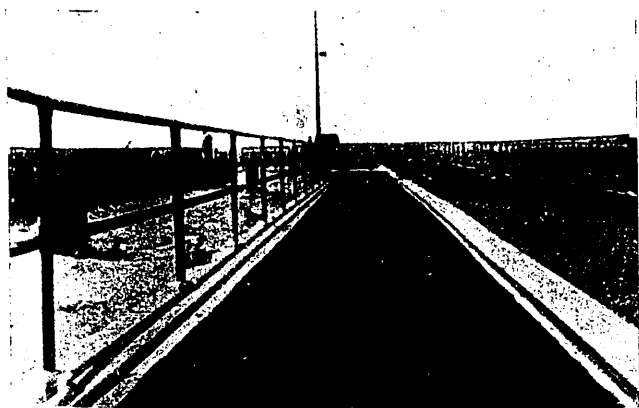
Las aguas llegan por dos tuberías de 1 m de diámetro y a la entrada existen aliviaderos para, en caso de crecida, impedir el anegamiento de los tanques,



Draga para extraer los sedimentos. Al fondo, el gasómetro.

siendo las aguas excedentes conducidas a eras de filtración especiales.

El resto de las aguas entra en la instalación clarificadora, atravesando previamente una reja de 5 cm de ancho, entre barras, en la que los productos detenidos son extraídos por una raedera, conducidos a un canal de desagüe y últimamente quemados. Un arenero, en el que al disminuir la velocidad se depositan los materiales gruesos, sigue a la rejilla y de él son extraídos los sedimentos por medio de una draga móvil que los vierte en un canal lateral para su evacuación.



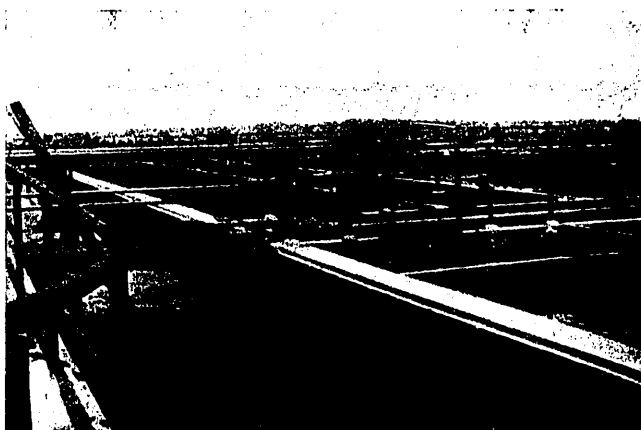
Canal de entrada de las aguas negras en los tanques Emscher.

La instalación propiamente dicha consta de nueve tanques Emscher, distribuidos en tres filas y dispuestos en forma que pueda invertirse la corriente hacia la derecha o hacia la izquierda; cada tanque tiene una longitud de 21,60 m y el conjunto forma un rectángulo de $73,50 \times 58,70$, cuyos detalles pueden verse en la planta y secciones representadas en la figura 2.^a, siendo la capacidad del conjunto de $6\,500 \text{ m}^3$. En la instalación existen travesaños sumergidos para detener la materia grasa y cuerpos flotantes.

El agua tarda en atravesar la instalación una hora, depositándose los cienos en la parte inferior de los tanques, de una capacidad de $24\,000 \text{ m}^3$, donde tiene lugar una fermentación anaeróbica que dura noventa días, con una temperatura media de 14° , desprendiéndose gas combustible formado por metano en un 80 por 100, anhídrido carbónico 16 por 100 y nitrógeno 4 por 100. Estos gases se elevan y son recogidos por una cubierta en la que existen campanas de gas adecuadas, como puede observarse en las figuras. La producción de gas se eleva con una temperatura de los cienos de 14° a 63 m^3 por cada $1\,000 \text{ m}^3$ de agua residual, siendo en el año el rendimiento de la instalación de dos millones de metros cúbicos.

La disposición de la cubierta horizontal de los tanques, construida de hormigón, obliga a los cienos que sobrenadan a permanecer bajo el agua, evitando toda molestia.

Las aguas, clarificadas mecánicamente, se reúnen en un mezclador circular de 500 m^3 de capacidad, de donde pasan a las conducciones, que las llevan a los inmediatos campos de riego de Wassmannsdorf y Kl-Zieten o son aspiradas por las bombas que, con

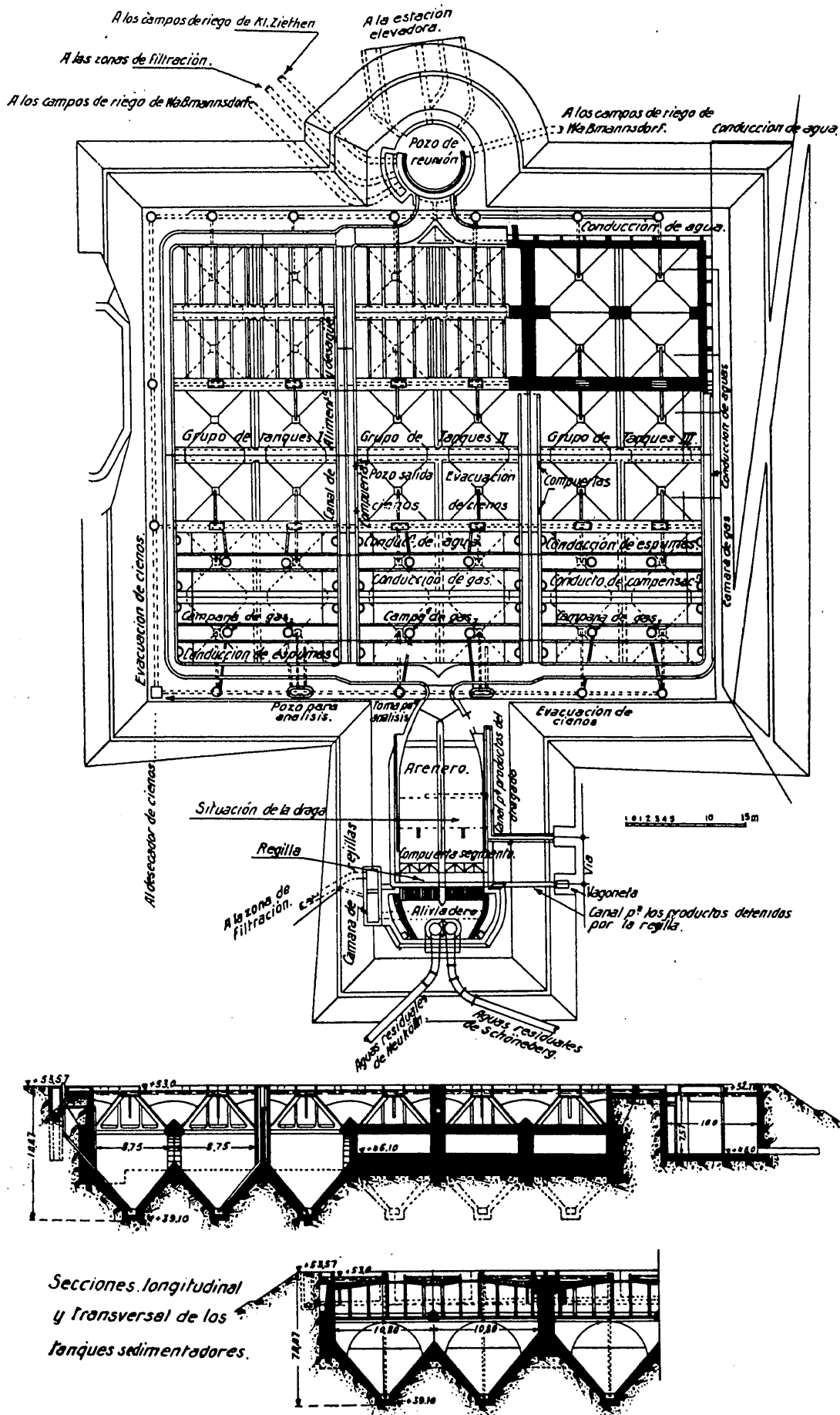


Vista general de los tanques Emscher. A la izquierda, el canal distribuidor de aguas negras.

una impulsión de 12 km, las llevan a los campos de Boddinsfelde y Deutsch-Wusterhausen.

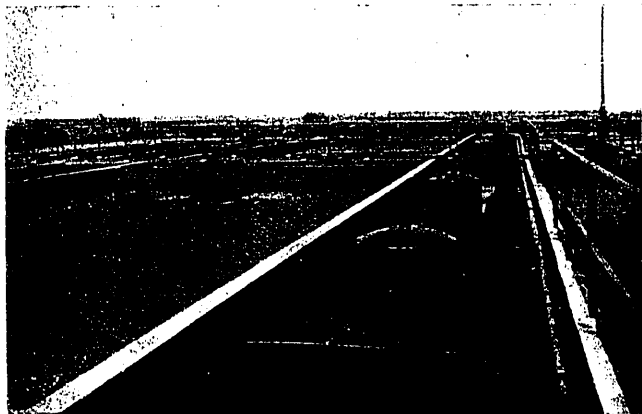
Los cienos, una vez terminada su fermentación, son conducidos con una presión de 2 m de agua a un canal de evacuación, por el que pasan en pendiente natural al desecador de cienos; esta masa tiene el aspecto de un líquido espeso de color negruzco que en el desecador, provisto de una capa de material filtrante y un drenaje, pierde el agua contenida en tal forma que en tiempo seco se reduce del 60 al 80 por 100 el contenido de agua en un espacio de catorce días. El volumen diario de cienos desecados es de 80 m^3 frente a 320 m^3 de cieno fresco. La ventaja más importante obtenida con el manejo automático de los cienos es la eliminación de los malos olores y las moscas que aparecen en el transporte del cieno fresco a los campos de riego.

El gas recogido en las campanas es conducido a un depurador para eliminar el hidrógeno sulfurado, y es almacenado en un gasómetro de $3\,000 \text{ m}^3$ de capacidad a una presión de 200 milímetros de columna de agua. Este gas se utiliza en dos grupos generadores de energía eléctrica de una potencia total de 360 CV y se emplea también en la calefacción de los edificios anejos, por medio de agua caliente,

Fig. 2.^a Planta y secciones de la estación depuradora de Wassmannsdorf.

y en el servicio de las viviendas anejas a la instalación.

Esta estación empezó a funcionar en diciembre de 1927, siendo precisos cuatro meses para su completa puesta en marcha. Su coste fué de unos 3 500 000 marcos, alcanzándose en las aguas residuales de modo



Campanas metálicas destinadas a recoger los gases desprendidos durante la fermentación de los cienos en los tanques Emscher.

continuo una clarificación de 85 por 100. El gas producido tiene un poder calorífico de 7 000 calorías por metro cúbico, superior en un 85 por 100 al gas del alumbrado, y tiene, por tanto, que ser utilizado en hornillos especiales, dada la mayor cantidad de aire precisa para su combustión.

Anejas a las instalaciones descritas existen viviendas para los empleados y obreros y edificios para los laboratorios, donde se estudian los resultados obtenidos y se observan las indicaciones de los aparatos automáticos de medida, existiendo en lo futuro el proyecto de completar la instalación con una depuración artificial por cienos activados para tratar en invierno el agua excedente de los riegos, satisficiendo así enteramente las exigencias sanitarias de la instalación.

La clarificación previa aumenta la capacidad de absorción del suelo, impidiendo su colmatación y

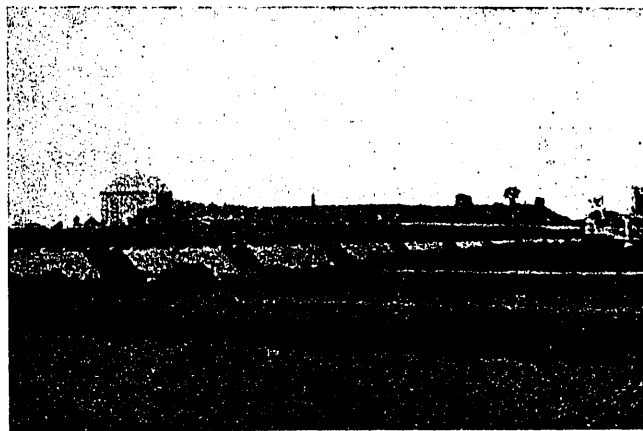


Poz de reunión de las aguas negras, clarificadas y desinfectadas por el cloro. Viviendas de empleados situadas al lado de la instalación depuradora.

siendo la capacidad de 40 a 50 m³ por hectárea y día; el aumento del volumen de aguas residuales plantea el problema de la adquisición de nuevos terrenos, pensándose en establecer en lo futuro instalaciones de cienos activados que complementen la depuración biológica natural, estando la capacidad

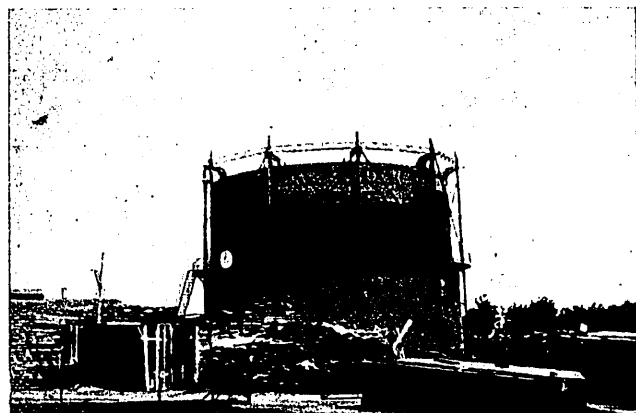
de las nuevas instalaciones íntimamente ligada al volumen de aguas excedentes y a la importancia económica de adquisición de nuevos terrenos; en breve se instalará una estación de este tipo en Stahnsdorf, encontrándose cinco más en proyecto.

Previamente a su ingreso en la estación depuradora, las aguas residuales son sometidas a una desinfección por el cloro, añadiéndose gas cloro a las aguas por el procedimiento de formar una disolu-



Eras para la desecación de cienos. Al fondo, el edificio de la central generadora de energía eléctrica, donde se aprovechan los gases desprendidos en los tanques Emscher.

ción más concentrada de cloro en agua en el aparato dosificador y añadir después estas aguas, fuertemente cargadas de cloro, al caudal total de aguas negras. La utilización del cloro líquido en la depuración de aguas potables se extiende con éxito a las aguas residuales, en cuya aplicación la dosis tiene que ser notablemente mayor, variando desde 10 miligramos por metro cúbico de agua bien clarificada a 30 miligramos en el caso de aguas residuales brutas. La cloración previa, aunque más costosa, por



Gasómetro de 3 000 m³ de capacidad, destinado a almacenar los gases combustibles recogidos en los tanques Emscher.

la mayor cantidad de cloro que precisa, tiene la indudable ventaja de suprimir las moscas y los malos olores en la instalación. La estación de Wassmannsdorf cumple el fin concreto de esterilizar por el cloro y clarificar las aguas residuales, marcando su construcción un notable progreso en este aspecto de la ingeniería sanitaria, debiendo señalarse tanto la eficacia del resultado como el procedimiento exento de malos olores y moscas, aun en los días de verano,

como fueron los que dediqué a la visita de las instalaciones, habiendo ello permitido construir las viviendas de obreros y empleados, así como la central eléctrica y laboratorios, en inmediato contacto con instalaciones, en cuyos edificios trabajan sin inconveniente alguno los encargados de la maquinaria y análisis así como de la observación de los aparatos automáticos de medida.

Las instalaciones accesorias merecen mención por ser un complemento preciso que hace muy agradable el conjunto.

La carretera de acceso, hormigonada, las viviendas perfectamente ordenadas, con buena urbanización y pequeñas parcelas dedicadas a jardín, juntamente con el alumbrado público por gas y eléctrico, dan al conjunto, instalado con amplitud de terreno, un aspecto de higiene y buen gusto.

La instalación descrita muestra un detalle del sa-

neamiento de Berlín, cuyo estudio de conjunto merece un artículo aparte, siendo interesante no sólo su situación actual, sino la consideración de su normal evolución, que va adaptando a lo anteriormente existente los nuevos procedimientos de la técnica sanitaria, utilizando siempre lo anterior en la medida económicamente conveniente, mejorando y ampliando el conjunto sin falsas maniobras ni pretensión de llegar a un estado final fijo, que hoy por hoy no puede definirse, estudiando los resultados obtenidos y concretando en cifras los resultados, con lo que obtienen la mejor experiencia, base de futuro progreso; al poder fijar cuantitativamente las bases de todo proyecto en forma que la realidad no mostrará sorpresas desagradables, como puede suceder en otros países donde la carencia casi absoluta de toda clase de datos exactos y de experiencia local dificulta la resolución de un modo serio y eficaz del problema.

Ramón MONTALBÁN
Ingeniero de Caminos

Revista de revistas

Puentes de hormigón armado de grandes luces

El *Boletín de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia*, correspondiente a la segunda quincena de julio de 1930, contiene la reseña de una conferencia, pronunciada por M. Freyssinet, sobre la posibilidad de ejecutar puentes de luces muy superiores a las actuales, empleando hormigón armado.

Demostró, en primer lugar, que con los materiales mixtos se puede llegar a resistencias más elevadas que con materiales simples, pues en éstos la resistencia es el cociente de la cohesión por la densidad sensiblemente, mientras que en los materiales mixtos se puede obtener una resistencia práctica superior a la cohesión sin fragilidad; de donde se deduce una superioridad de principio del hormigón armado transversalmente, contra ciertas deformaciones, sobre todos los materiales, incluso los cables.

Estudió, desde el punto de vista práctico, los medios de hacer hormigones de resistencias muy elevadas, llegando a la conclusión de que se puede hacer un arco de hormigón equivalente a un cable de resistencia de 180 kilogramos, límite imposible de alcanzar con dicho material.

Como ejemplo de la elevada resistencia que pueden adquirir los hormigones citó el caso del puente de Plougastel, donde la adición de una pequeña cantidad de arena de duna y el apisonado del hormigón por vibraciones permitieron alcanzar resistencias de 600 kilogramos por centímetro cuadrado, y como la carga práctica de cálculo fué de 70 kilogramos por centímetro cuadrado, el coeficiente de seguridad es del orden de ocho.

Demostró que existen muchas ventajas teóricas a favor de los arcos sobre los puentes colgantes, tan en boga hoy; ventajas que sólo son evidentes cuando el material de los arcos es hormigón armado.

Entre los tipos de arco de hormigón en masa, triangulados con armadura longitudinal y aligerados con armadura transversal, se declaró partidario de estos últimos y expuso los datos necesarios para calcular arcos de 500, 1 000 y 1 500 metros de luz, indicando que no hay inconveniente en llegar a luces aún mayores, pues ha construido piezas sometidas a flexión que resisten a la carga práctica de 250 kgs por cm², que parecerá exorbitante a la mayoría de los ingenieros. Presentó fotografías de estas piezas y de sus armaduras.

Criticó, estudiando la deformación de los arcos, el abuso de las articulaciones, particularmente el sistema de tres, que, dadas las propiedades particulares de deformación de los hormigones, resulta peligroso, por poder producirse el pandeo.

Indicó que en el cálculo de los arcos las hipótesis para tener en cuenta los esfuerzos secundarios son notoriamente inexactas, y como estos esfuerzos son los más peligrosos, el ingeniero ha de tenerlos presentes con su buen juicio, ya que los métodos de cálculo no son suficientes.

Respecto a las cimbras, manifestó que es un error el incorporar la cimbra de materiales no perecederos en la obra definitiva, por la gran dificultad de asociar una cimbra que, como tal, ha de soportar grandes esfuerzos, a una obra que ha de soportarlos bastante menores. La madera es el material ideal para cimbras, pudiendo hacerse hasta de 3 000 m de luz, límite que, por consideraciones económicas, puede reducirse a 2 000 m.

Bibliografía

Engineering for Masonry Dams, by WILLIAM PITCHER CREAGER, C. E. Member, American Society of Civil Engineers.—1 vol. de 16 x 24 cm; XIV + 294 págs., con 116 figuras. (New-York: John Wiley & Sons, Inc. London: Chapman & Hall, Limited. 1929.)

La primera edición de esta obra se publicó en Nueva York en 1917, y constituyó un compendio muy acertado de

disposiciones y cálculo de las diversas clases de presas de fábrica y accesorios de ellas, dedicando, además, un capítulo a riadas. Sirvió de modo excelente, este libro, de orientación a los ingenieros que se ocuparon en el proyecto de dichas importantes construcciones.

Con posterioridad, en 1927, el mismo ingeniero, W. P. Creager, en unión con J. D. Justin y otros colaboradores, publicaron el *Hydro-Electric Handbosh*, en el que está, podemos