

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PRESAS MÓVILES PARA EMBALSES

VERTEDEROS POR ASPIRACIÓN

Dado el desarrollo progresivo de las concesiones hidráulicas y los problemas que de ellas surgen, considero de utilidad hacer una ligera descripción de dos sistemas modernos de presa móvil y de vertedero por aspiración, con cuyo empleo se reducen á un mínimo las maniobras, por funcionar automáticamente, y se solucionan algunas cuestiones que en la práctica se presentan.

I.—Disposición para embalses.

De todas las presas móviles modernas, las de compuerta oscilante (alzas) con contrapesos superiores son las que más se emplean.

Este tipo de presa se compone de un alza móvil alrededor de un eje horizontal inferior y suspendida en la parte superior por dos cables. Estos cables van arrollados en un contrapeso de forma cilíndrica, que descansa sobre carriles fijos en los muros estribos. El peso propio del alza y la presión del agua sobre ella producen un cierto esfuerzo en los cables de suspensión. Suponiendo que el nivel del agua, aguas arriba del alza, quede constante, el esfuerzo de tracción en los cables será tanto mayor cuanto mayor sea la lámina de agua que pase por encima del alza, pudiendo representar la presión del agua por un diagrama de forma de trapecio en el cual uno de los lados paralelos es igual á la diferencia constante de nivel entre el eje de rotación y el nivel aguas arriba, y el otro lado igual á la altura de la lámina de agua que pasa por encima del alza. El esfuerzo que actúa en los cables produce un cierto momento de rotación en el punto de contacto del contrapeso con la vía, que se opone al momento debido al peso de este último. La vía tiene una curvatura determinada de tal manera, que en cada posición del contrapeso, los momentos debidos á la tracción de los cables y al peso del contrapeso se equilibran; esta posición depende además de la longitud de los cables que se desarrollan al bajar el alza. Para evitar que el contrapeso cilíndrico resbale sobre su vía, se ha previsto otro cable, el cable-guía, que va arrollado á cada una de sus extremidades. Una de las extremidades de cada cable está fijada en la parte superior de la vía y la otra al contrapeso mismo.

Además de los esfuerzos estáticos, el movimiento del alza

está influido por los esfuerzos dinámicos, es decir, por el empuje de la corriente de agua y por los esfuerzos debidos al rozamiento.

El empuje del agua sobre el alza no tiene importancia, ya que con pequeñas alturas de la lámina de agua encima de ella, es decir, en aguas bajas, la velocidad del agua, arriba de la presa, es muy pequeña, pero con mayores alturas de la lámina de agua disminuye el empuje que actúa sobre el alza según la proyección vertical.

El mayor empuje se produce cuando la compuerta forma un ángulo de 30° con la horizontal; este esfuerzo es, por ejemplo, para una compuerta de 1,70 metros de altura de embalse, de 55 kilogramos por metro lineal, mientras que la presión del agua sobre la misma superficie produce un esfuerzo de 2.400 kilogramos. Es de observar que la compuerta en su posición más levantada hace generalmente un ángulo de 60° con la horizontal. Esta posición inicial se ha demostrado que es favorable para la configuración de la vía y es además obligada por la forma del cojinete pivote.

El tipo de cojinete empleado casi exclusivamente hasta la fecha, es el de cuchillo. A los lados de la compuerta y por el contacto de las juntas en las paredes-estribos, se produce un rozamiento. Ha sido necesaria la elección de una junta especial á propósito para reducir lo más posible los rozamientos sin perjudicar la impermeabilidad. En compuertas largas, la resistencia que resulta del rozamiento de los lados de las mismas sobre las paredes laterales, es relativamente pequeña; por el contrario, en compuertas pequeñas esta resistencia ha dado lugar á la elección de otro sistema de junta. La resistencia debida al rozamiento del contrapeso móvil es insignificante, pues gira sobre su vía.

Mientras que el empuje del agua y los esfuerzos debidos al rozamiento son tan insignificantes que sin temor ninguno pueden omitirse en los cálculos, la determinación de la presión del agua sobre el alza no se hace tan fácilmente. Este caso se presenta precisamente cuando en las avenidas el agua sube hasta un nivel, aguas abajo, que la compuerta va sometida en su parte inferior á una contrapresión. Es difícil obtener los datos referentes á las alturas de nivel de las aguas inferiores, necesarias para los cálculos del alza y del caudal de agua correspondiente, y, por tanto, debe calcularse la altura de agua inferior por medio del desnivel y del perfil del río. Aun cuando el alza en la posición horizontal actúa de vertedero completo, y la contrapresión del agua inferior no entra en juego, existe una inseguridad, pues no se puede determinar de antemano cuál será el nivel, aguas arriba, con diferentes alturas de agua encima del alza.

Existen datos sobre la curva de remanso en las diferentes posiciones del alza, por ejemplo, los de Bazin, pero estos datos sólo se refieren á alturas de caída media y posiciones de la pared de embalse entre 45 y 90°.

Convendría tratar de determinar, por vía de ensayo, en instalaciones en servicio, la curva de vertedero para todas las posiciones del alza entre 0 y 60°, á pesar de que estos ensayos no pueden hacerse sin algunas dificultades, pues se trata generalmente de caudales importantes, es decir, de aguas rápidas debidas á avenidas, y para cuyas observaciones se llega generalmente tarde al sitio de observación. Los datos empleados ordinariamente han dado, para la determinación del nivel de agua, resultados suficientemente exactos.

La primera alza automática con contrapeso móvil y de gran tamaño fué construída para la fábrica de tejidos de los señores Zweifel Hermanos, en Sirnach sobre el Murg (figuras 1.^a y 2.^a).

Esta sustituyó unas antiguas compuertas de charnela, de 40 centímetros de altura, apoyadas sobre pilotes de madera y que embalsaban el agua á una altura de 70 centímetros sobre la solera de la presa. Esta última estaba constituida por una pared de tablestacas delante de la cual se encontraba otra de pilotes. La parte comprendida entre estas dos paredes se llenó de hormigón y sobre ella descansa el alza en su posición más baja; ade

durante las avenidas se añadió posteriormente un mecanismo de cerrojo que fija el contrapeso al llegar éste al fin de su recorrido en la posición más alta, es decir, cuando el alza se encuentre en posición horizontal, lo que ocurre cuando el caudal de agua lle-

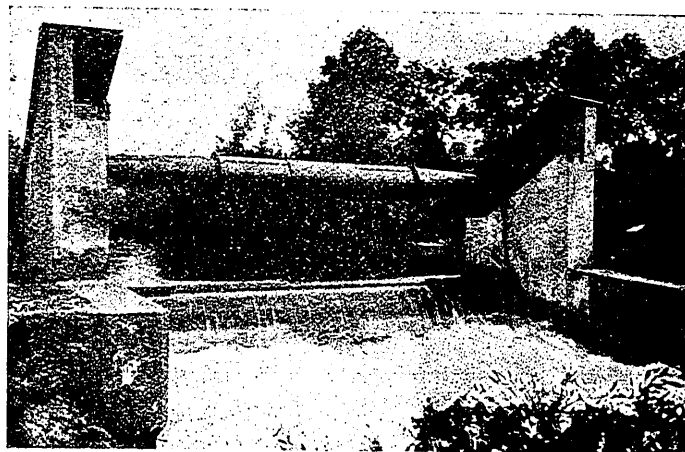


FIG. 2.—Alza automática de Sirnach.

ga á unos 13 metros cúbicos por segundo. Cuando se desee otra vez hacer funcionar automáticamente el alza, al decrecer la avenida bastará abrir el cerrojo y bajar el contrapeso por medio de un ternal, hasta que la posición del agua sobre el alza restablezca el equilibrio.

Por tanto, resulta que en las avenidas se deja automáticamente toda la sección de paso al agua, y tan sólo una vez disminuída la avenida, y con el fin de embalsar otra vez, es necesario una pequeña maniobra. De este modo desaparece todo peligro de inundación debido á una maniobra retrasada del alza móvil.

La primera alza automática con contrapeso móvil superior, instalada fuera de Suiza, fué la de la fábrica de papel Elsentel en Grafenau (Baviera).

El río recoge las aguas de una cuenca de 89 kilómetros cuadrados, de manera que se pueden contar con caudales de agua importantes. La presa se encuentra á media hora de la fábrica y se vió la necesidad de instalar un alza automática para evitar de este modo las maniobras á mano de las compuertas que requieren bastante tiempo.

El caudal de agua en estiaje disminuye hasta 0,30 metros cúbicos por segundo, y, por tanto, se imponía como condición principal la impermeabilidad de la compuerta; además había que

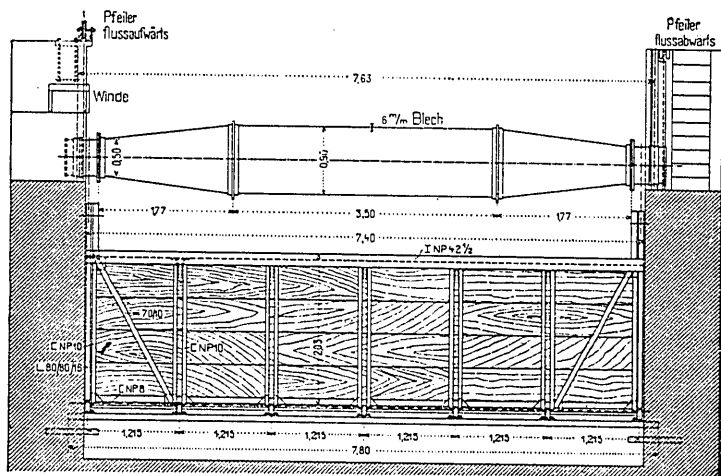


FIG. 3.—Vista desde aguas abajo.

tener en cuenta el transporte fluvial de maderas, que en aquella zona tiene gran importancia.

La disposición general de esta presa automática está indicada en las figuras 3.^a á la 5.^a El alza tiene una longitud entre los muros laterales de 7,40 metros, siendo su altura de 2 metros, y

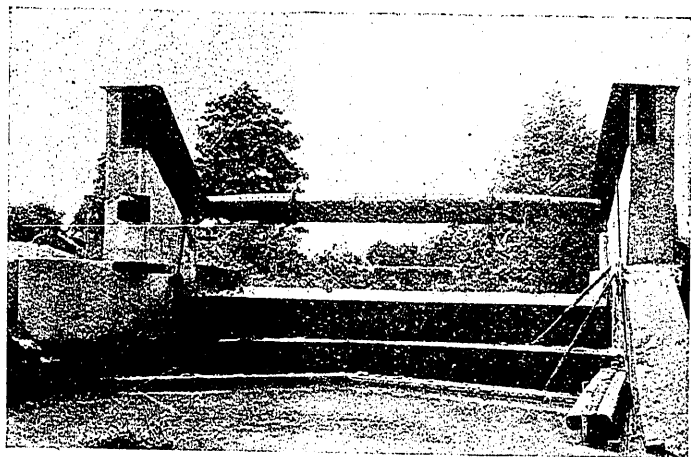


FIG. 1.—Alza automática con contrapeso móvil de Sirnach.

más fué necesaria la construcción de dos muros estribos sobre los cuales descansa el contrapeso móvil y de otra pared de pilotes de madera, aguas abajo, para proteger la presa de socavaciones posibles.

El alza se compone de un armazón de hierro forjado, revestido de madera. Tiene una longitud entre los muros de 8,43 metros. La altura primitiva de embalse era de 80 centímetros, pero se redujo después, modificando la inclinación de la vía del contrapeso á 70 centímetros. El contrapeso consiste en un cilindro de chapa de hierro relleno de hormigón. La disposición general de la presa es visible en las figuras 1.^a y 2.^a En cuanto á la descripción de los detalles constructivos se hará para una instalación semejante, pero de mayor importancia.

En las presas instaladas en ríos de pendientes regulares, el nivel del agua, aguas abajo de la presa, sube mucho más rápidamente que el de aguas arriba de la misma, y á veces de tal manera, que en crecidas importantes la posición de la curva de caída del agua en la superficie apenas se conoce. Parece también que, según referencia de testigos oculares, en la avenida del río Murg, en Noviembre de 1910, el nivel, aguas arriba, creció de tal manera, que por el aumento de la presión sobre la cara inferior del alza el contrapeso salió de su posición máxima, haciendo levantar en poco el alza.

Para obtener un funcionamiento seguro del alza automática,

embalsa en su posición inicial de 60° con la horizontal 1,70 metros de altura de agua.

El revestimiento del alza se compone de tablas de madera de

El alza descansa sobre cuchillos contruidos con acero, los cuales van fijos en las mordazas de acero fundido, que á su vez van remachadas á las viguetas transversales (fig. 6.^a) El ángulo

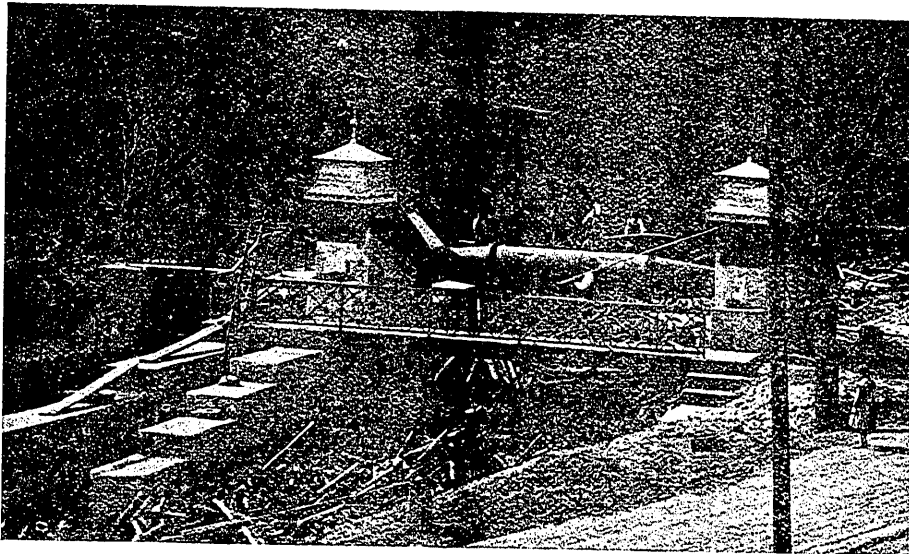


FIG. 4.ª—Vista desde aguas abajo durante el transporte de maderas.

pino de 7 centímetros de espesor, sujetas por viguetas transversales separadas de 1,20 metros. Estas consisten en dos hierros U que van unidos en la extremidad superior con la vigueta principal,

del cuchillo es de 30° , y el canto está redondeado con un radio de un milímetro. Los cuchillos descansan en unas ranuras á propósito hechas en los soportes, también de acero fundido.

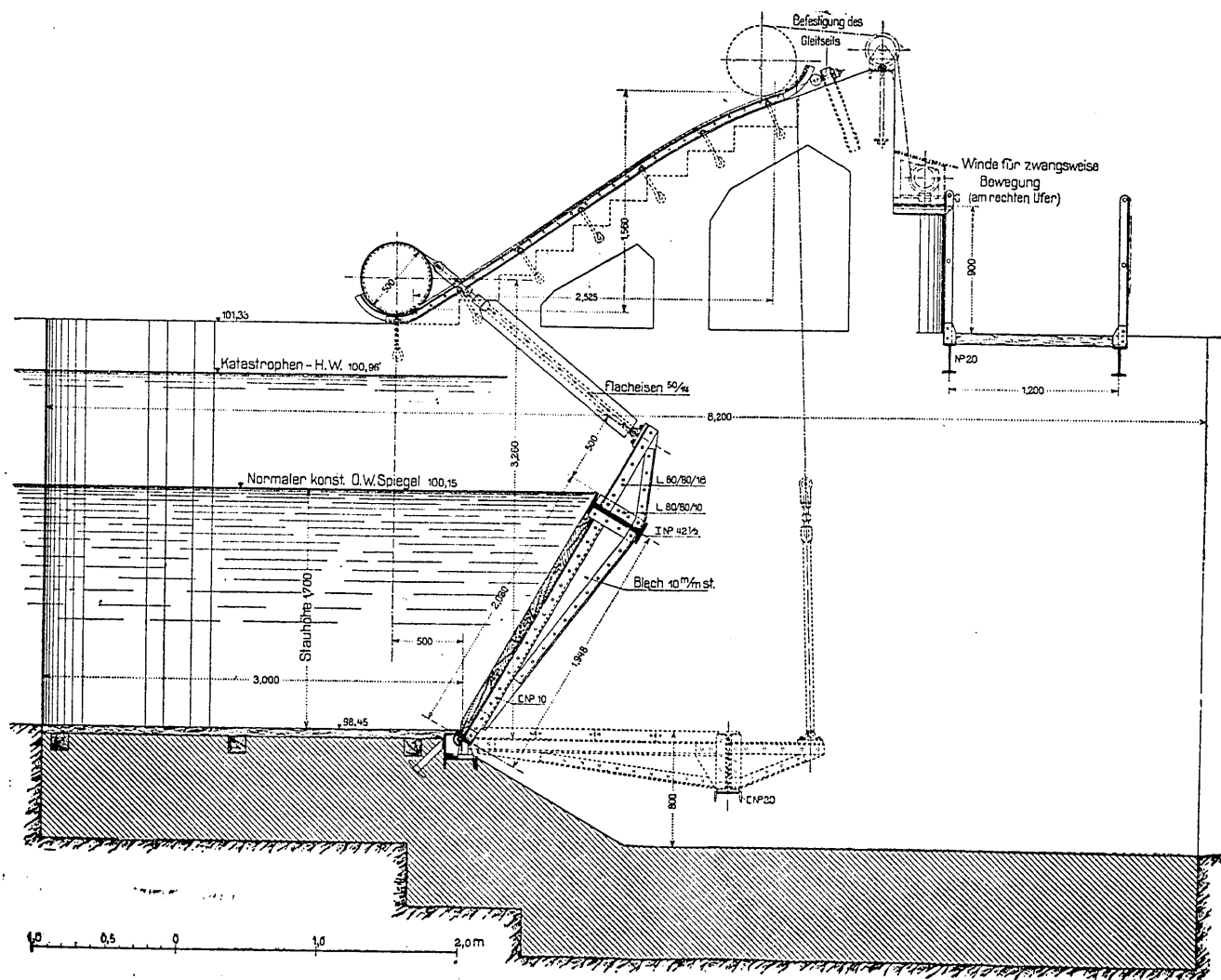


FIG. 5.ª—Corte del alza de Grafenau con vista de la vía del lado izquierdo.

pal, un hierro T núm. 42,5, y en la extremidad inferior con la mordaza de los cojinetes.

El marco, en sus lados extremos, va arriostrado por hierros planos.

Permiten una rotación al alza de 60° . El ancho del cuchillo es de 80 milímetros y el del soporte de 70 milímetros. El esfuerzo máximo á que va sometido el canto del cuchillo es de 26 kilogramos, para los cojinetes intermedios y de 29 kilogramos

por milímetro de longitud para los dos cojinetes extremos.

Los soportes cojinetes van fijos en una traviesa, que á su vez va sujeta al cuerpo de la presa por medio de tornillos y clavijas, permitiendo así una regulación exacta de su posición.

Según se indica antes, la impermeabilidad de la presa es cuestión primordial; las juntas deben impedir la entrada de la arena, que dificultaría los movimientos del alza. La impermeabilidad á lo largo del eje de rotación se obtiene por medio de un listón de madera de 1 1/2 centímetros de espesor, apretado por encima por una tira de chapa de hierro. Este listón de madera se adapta perfectamente sobre un tambor cilíndrico, del mismo largo que la compuerta, cuyo centro coincide con el eje de rotación de esta última; este tambor va atornillado á las mordazas de los cuchillos.

Dicho tambor se obtiene tomando un tubo de hierro torneado con un diámetro exterior de 130 milímetros y cortándolo en el sentido del eje en tres partes.

Entre los muros estribos y el alza hay un juego de 2 centímetros en cada lado. Este espacio se cierra por medio de muelles de acero, cuya forma es la indicada en la figura 6.^a Estos dos sistemas de junta se demostraron ser tan adecuados, que puede

mos. Éstos, así como los tirantes, están sometidos á un esfuerzo de tracción de 4,4 toneladas.

El contrapeso se compone de un tubo de chapa de hierro de 6 milímetros de espesor, relleno de hormigón. El cilindro en su parte media tiene un diámetro de 900 milímetros y sus extremidades terminan en forma troncocónica hasta llegar al diámetro de 500 milímetros, que es el de los tambores que se apoyan sobre las vías. Estos tambores están unidos al cilindro por medio de bridas atornilladas, y consisten en cilindros huecos de hierro fundido, sobre los cuales hay torneadas unas ranuras para los cables de tracción y guía, dejando una parte lisa que es la que descansa sobre los carriles (fig. 7.^a). La extremidad del cable de tracción está sujeta al tambor su longitud, y, por tanto, el número de vueltas sobre éste está dado por la posición más baja del alza que corresponde á la más alta del contrapeso.

Sobre la utilidad del cable-guía se habló ya al principio.

Para las pruebas de las vías, durante el montaje, sirve un ternal de 3.000 kilogramos de fuerza, por medio del cual se manobra el contrapeso por una extremidad, moviéndolo sobre su vía. En servicio, este ternal sirve para bajar voluntariamente el alza cuando se desea limpiar el fondo del canal ó rebajar el ni-

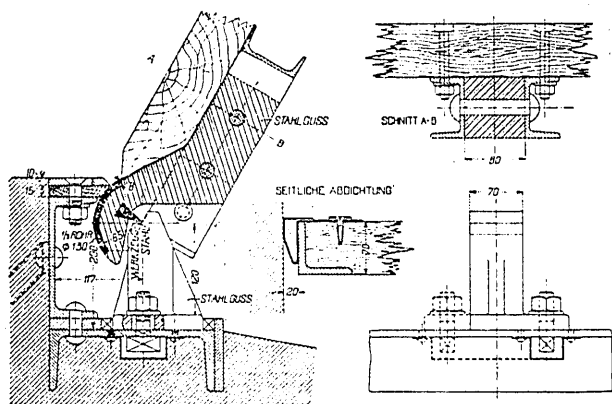


Fig. 6.^a—Disposición del cojinete y de las puntas.

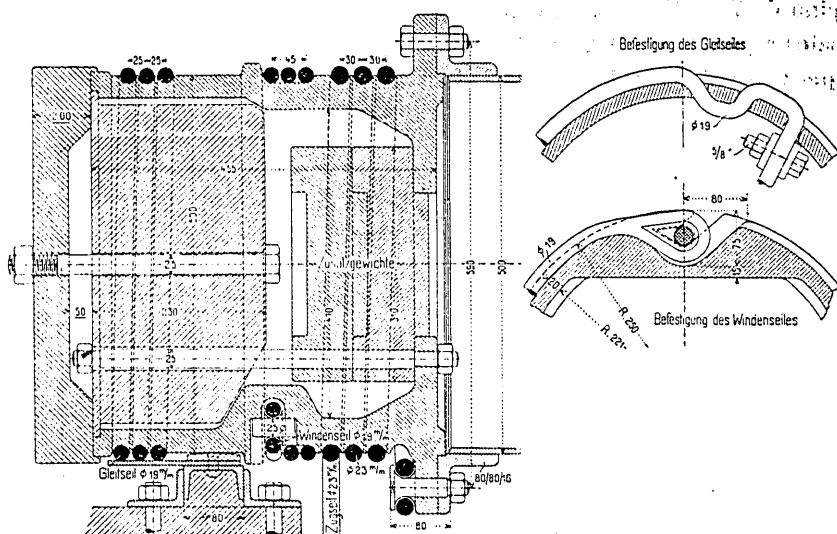


Fig. 7.^a—Corte por el tambor del contrapeso y por la vía

prescindirse de hablar de pérdidas de agua. La figura 1.^a de la instalación de Sirnach, vista de la parte abajo de la presa, confirma lo antes dicho. Precisamente por ser las juntas tan perfectas se evita la formación de hielo debajo de la compuerta, dejando así sus movimientos libres, lo cual se ha comprobado en inviernos muy crudos en la instalación de Sirnach. El alza está suspendida en sus dos extremos por unos tirantes de hierro, que están dispuestos lo más cerca posible de los muros estribos, y llevan, además, una chapa protectora de hierro que impide se introduzcan cuerpos flotantes entre los tirantes y los muros. El transporte fluvial de maderas que duró tres días (fig. 4.^a) no causó ningún estorbo en el funcionamiento automático del alza, á pesar de las grandes cantidades de madera arrastradas. Los obreros que se ven están ocupados en parar las maderas delante de la rejilla, mientras que el paso de las mismas sobre el alza no necesita ninguna vigilancia ni ayuda.

Una presa automática para estos casos es muy útil, pues evita pérdidas de agua inútiles; el alza baja sólo en el momento de llegar las maderas delante de ella y vuelve á subir tan pronto han pasado.

Los tirantes van unidos á los cables de tracción por medio de tensores. Estos cables galvanizados tienen un diámetro de 23 milímetros y una resistencia á la tracción de 20.400 kilogra-

vel normal del agua. Empleando el ternal, se debe arrollar el cable del mismo sobre el tambor derecho, fijándolo por medio de pernos. Para disminuir la longitud del tambor se ha previsto el cable del ternal en el espacio comprendido entre el cable de tracción y el de guía. Se observó después en esta instalación, como en la de Sirnach, que la colocación de este cable sobre el tambor, cuando el contrapeso está en una posición media, se hace con alguna dificultad y peligro, pues durante esta operación puede darse el caso que por variación del caudal del agua el contrapeso entre en movimiento. También esta posición del cable dió lugar á una construcción poco práctica del ternal, el cual se debía instalar en el extremo del muro. Para el alza automática con contrapeso superior que se instala actualmente en la central eléctrica de Oensingen (Suiza), el cable del ternal no va unido al tambor del contrapeso sino á la extremidad superior de la vía; este cable va arrollado sobre la extremidad del tambor y tirado por el ternal.

Aquí también se sustituyen los cables-guías por una vía de cremalleras. De todas maneras, el empleo de cremalleras es necesario en donde, por la posición de la vía con respecto al alza, la altura del embalse y el peso del contrapeso resulte una vía cóncava, en cuyo caso los cables-guías no tropiezan con la vía.

El tamaño del contrapeso puede tomarse como se quiera den-

entro de un cierto límite. Una vía muy inclinada necesita un peso pequeño y un recorrido grande del contrapeso, lo que á veces da lugar á inconvenientes por la gran longitud del cable de tracción que se desarrolla del tambor. Por este motivo se adopta, generalmente, una inclinación de la vía entre 30 y 45°. Con alturas grandes de embalse se llega á tener un peso del contrapeso importante; pero como éste está construido casi exclusivamente por una masa de hormigón, resulta relativamente económico.

En la instalación de Sirmach el contrapeso tiene un peso de

330 kilogramos por metro de longitud de compuerta, es decir, de 2.800 kilogramos en total. Las partes de hierro, los tambores y el cilindro de chapa pesan 1.740 kilogramos; así es que los 1.060 kilogramos aun necesarios van completados por hormigón.

La operación de llenar las extremidades cónicas del cilindro con la masa correspondiente de hormigón fino se hizo en los talleres del constructor, en donde se equilibró exactamente sobre el torno, de manera que el eje del cuerpo cilíndrico correspondiera con su eje geométrico.

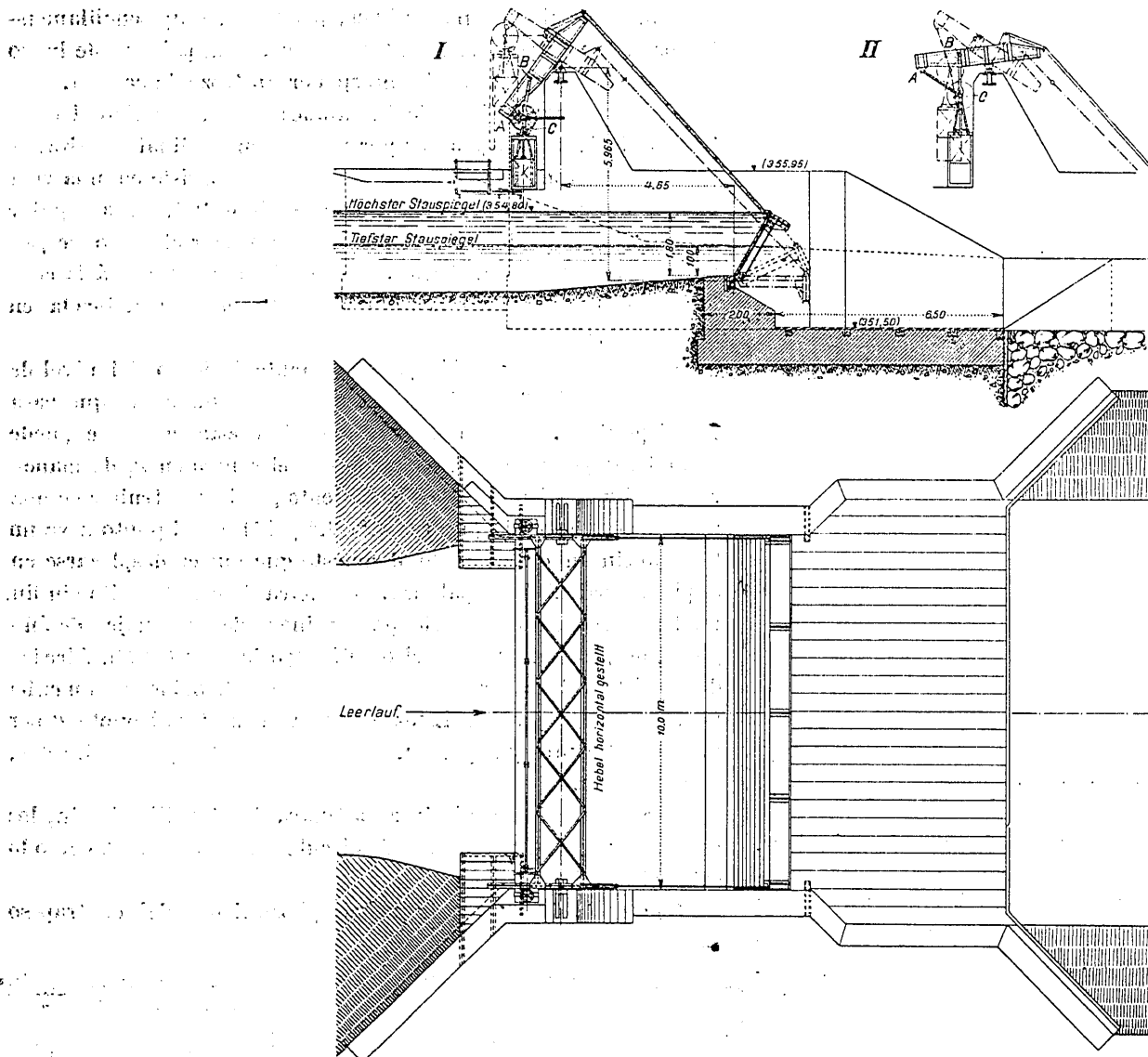


FIG. 8.^a

I.—Posición del contrapeso para el nivel máximo de embalse.

II.—Posición del contrapeso para el nivel mínimo de embalse.

En la instalación de Grafenau el contrapeso debía pesar 9.620 kilogramos, de los cuales 1.780 kilogramos se obtenían con el peso de las partes metálicas. El resto, es decir, 7.840 kilogramos, no fué posible completarlos por hormigón en los talleres del constructor por las dificultades del transporte y del montaje. El cuerpo cilíndrico se llevó á pie de obra y se colocó vacío en la parte baja de su vía, en donde se llenó por dos agujeros con hor-

se completó con unas piezas de hierro fundido que se pusieron en el interior de los tambores (fig. 7.^a). La compuerta regula con una exactitud de 7 centímetros, es decir, empieza á bajar cuando el nivel sube 3 centímetros sobre el normal y vuelve á su posición cuando está á 4 centímetros debajo del nivel normal. A pesar de la masa enorme del contrapeso, éste vuelve á su sitio sin sacudida alguna.

Un alza automática especial está instalada en la fábrica de cemento de Wildegg en el Jura (Suiza). En el canal de descarga, pasando por debajo de esta fábrica, se instaló una nueva turbina, y por este motivo hubo necesidad de variar su posición y preverlo antes del edificio, donde vierte su agua directamente en el Aar.

El nivel de embalse concedido á la presa es la cota 354,31, la longitud del canal de la fábrica es aproximadamente de 2 kilómetros, el nivel normal del agua en la casa de máquinas

se completó con unas piezas de hierro fundido que se pusieron en el interior de los tambores (fig. 7.^a). La compuerta regula con una exactitud de 7 centímetros, es decir, empieza á bajar cuando el nivel sube 3 centímetros sobre el normal y vuelve á su posición cuando está á 4 centímetros debajo del nivel normal. A pesar de la masa enorme del contrapeso, éste vuelve á su sitio sin sacudida alguna.

354,00. Cuando las compuertas de la presa están levantadas completamente, entonces se puede sobrepasar el nivel normal. Durante la mayor parte del año sucede esto, y el agua alcanza el piso de las rejas á la cota 355,00.

Cuando una ó más turbinas se cierran por el regulador automático, entonces se debe dar salida al agua sobrante por la des-

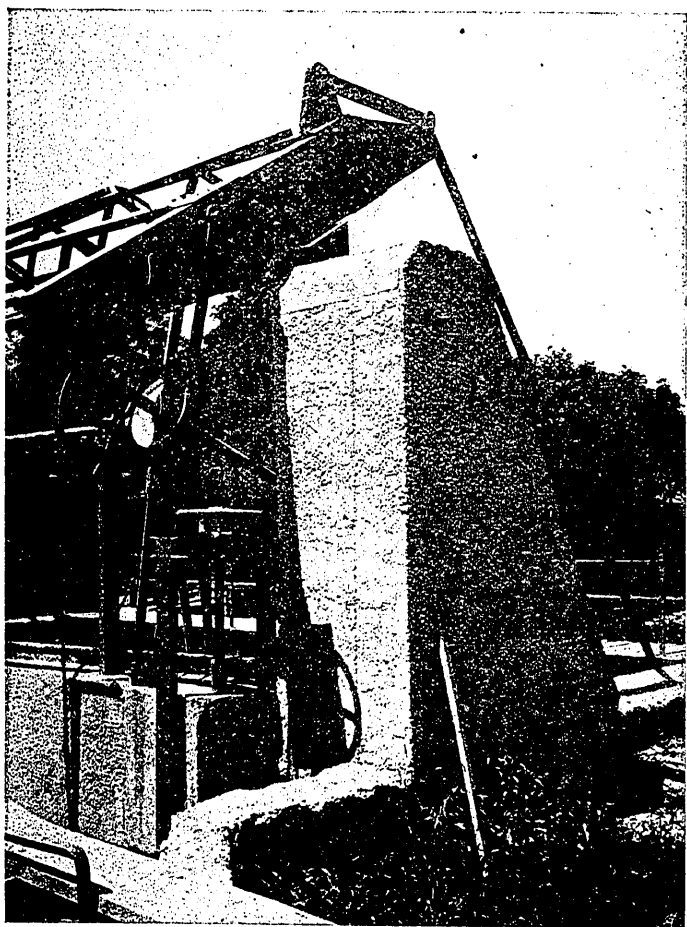


Fig. 9.ª—En la instalación de Sirnach el contrapeso tiene un peso de 330.

carga, sin que suba el nivel del agua en la casa de máquinas, para evitar así un embalse no tolerado en la presa. Un descargador que requiera una maniobra no era á propósito para el caso, pues el cerrarse de repente una turbina, éste entraría demasiado tarde en función y sumergiría el piso de las rejas. Tampoco era posible prever un vertedero por la longitud excesiva que hubiera resultado para dejar paso á un caudal de agua de 45 metros cúbicos por segundo. Así, pues, sólo se podía emplear una disposición de descarga automática, un vertedero de sifón ó una compuerta de báscula. Se decidió esta última disposición y se eligió una compuerta, sistema Stauwerke, equilibrada por un contrapeso suspendido por intermedio de brazos de palanca.

El alza (fig. 8.ª) tiene una longitud de 10 metros y una altura de embalse de 1,80 metros. La distancia entre los soportes transversales es de 2,44 metros. Con esta distancia, entre cojinetes los cuchillos de los mismos resultaban demasiado anchos, por este motivo se eligió un sistema de cojinete de articulación, según figura 10. Los soportes de los cojinetes son de acero fundido, y el sistema de junta es el mismo empleado en los cojinetes de cuchillos. El alza va unida al sistema de palancas por medio de tirantes de hierro plano, fijados á las extremidades de la misma. Estas palancas giran en unos cojinetes colocados sobre los pilares de mampostería, y van arriostradas entre sí por unos hierros perfilados formando un sistema rígido. Este arriostramiento de las dos palancas se hizo, especialmente, como seguridad contra una posible deformación del alza, pues una diferencia de altura del agua encima de la misma ó cuerpos flotantes enganchados á

ella producen una deformación insignificante en relación á la presión total del agua. Con el empleo de alzas con contrapeso móvil superior se evitan completamente las deformaciones de las mismas, debido á la grande resistencia á la torsión del contrapeso.

Estudiando detenidamente la posición del eje de rotación de palanca en relación con el alza se ha obtenido que en las posiciones verticales de éste el punto de ataque del tirante en la palanca se mueve sobre un arco de gran radio, y en la posición inclinada sobre un arco de pequeño radio. La unión del tirante con la palanca, de alma llena, se hace, por tanto, muy sencillamente por medio de pernos, mientras que con una palanca de brazo variable sería indispensable interponer un trozo de cadena.

A la otra extremidad de la palanca está suspendido el contrapeso de 1.200 kilogramos por metro-longitudinal de alza, es decir, de 12 toneladas de peso total. Éste consiste en una viga de cemento armado de 10,87 metros de longitud. Para regular diferentes niveles de agua se debe poder variar el brazo de palanca del contrapeso. Para tener el nivel constante á la cota 354,60 el brazo de palanca debe tener la posición indicada en la figura 8.ª

El punto de suspensión para el mantenimiento del nivel de agua entre 354,80 y 354 se encuentra sobre una curva que pasa por el punto A. Con un error pequeñísimo esta curva se puede reemplazar por un arco de círculo con el centro en B, de manera que el mecanismo de desplazamiento puede construirse de una manera muy sencilla (figuras 8.ª, 9.ª y 11). En el punto A va un tornillo sin fin de tal modo dispuesto que puede desplazarse en el plano vertical de la palanca. La tuerca de este tornillo sin fin recibe movimiento giratorio por un juego de engranajes de ángulos, desplazándose sobre el tornillo (posiciones I y II). Alrededor de ésta y descansando sobre dos hileras de bolas hay un cubo provisto de dos pernos. Estos pernos van unidos al punto B por medio de tirantes y soportan, por medio de otro par de tirantes, el contrapeso.

Por consiguiente, al girar la tuerca del tornillo sin fin, los pernos se mueven en un arco de círculo con centro en B, como lo exige el cálculo.

Con el fin de conseguir un desplazamiento del contrapeso

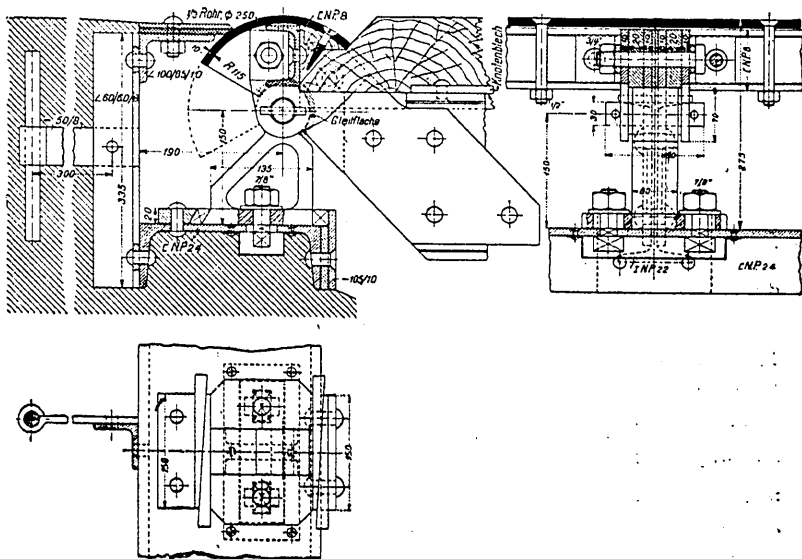


Fig. 10.

igual en las dos suspensiones, se ha previsto para los dos juegos de engranes un eje común de 45 milímetros de diámetro, fijado sobre el contrapeso por medio de unos soportes de hierro. Este eje va movido por dos ruedas de cadena. El desplazamiento del

La maniobra del mecanismo de desagüe se hace como sigue: variando el caudal de agua del canal de tal manera, que, según

El vertedero por aspiración de Gibswil (cantón de Zurich) sirve de vertedero á un pequeño embalse de la fábrica de hilados del Sr. E. Keller, en Gibswil. A requerimiento de las Autoridades, el vertedero, que tenía una longitud de 3 metros y que en tiempo de avenida no impedía el desbordamiento de las aguas, debía modificarse de manera que diese paso á un volumen de

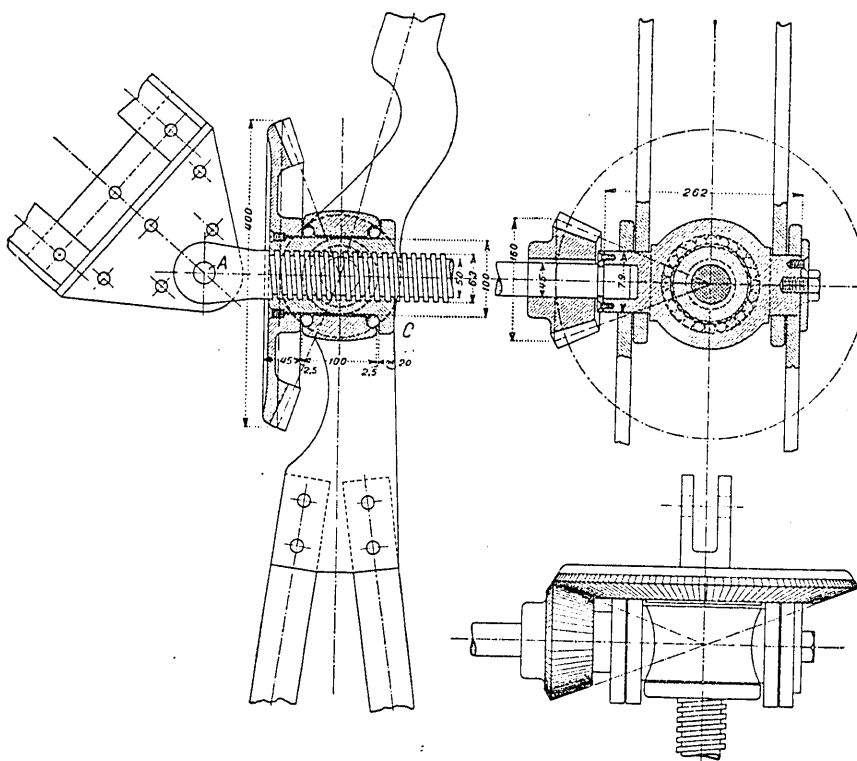


FIG. 11.

La disposición de este vertedero por aspiración está indicada en la figura 13. El tubo de palastro remachado de 5 milímetros de espesor tiene un diámetro de 800 milímetros en la parte superior y se reduce éste hasta 300 milímetros en la parte inferior. Se ha previsto esta disminución de diámetro para evitar que se rompa la columna de agua. En su extremidad superior, y á la altura del nivel máximo previsto, el tubo está cortado horizontalmente y en su extremidad inferior emerge en un depósito, cuya solera es de roca, de manera que no hubo necesidad de consolidarla. La entrada de agua va recubierta por una especie de campana de cemento armado emergiendo en el agua hasta un metro debajo del nivel normal, para evitar así la formación de hielo en el interior de la campana. Pero con el fin de evitar la aspiración del agua hasta la arista inferior de la campana se ha provisto esta última de unas aberturas para el aire hechas á la altura del

nivel normal (fig. 12). Al subir el agua sobre el nivel normal, ésta se precipita en el tubo y arrastra consigo el aire que contiene la campana produciendo así el vacío y á los pocos segundos el tubo de aspiración entra en funcionamiento completo.

La diferencia de altura entre el nivel aguas arriba y aguas

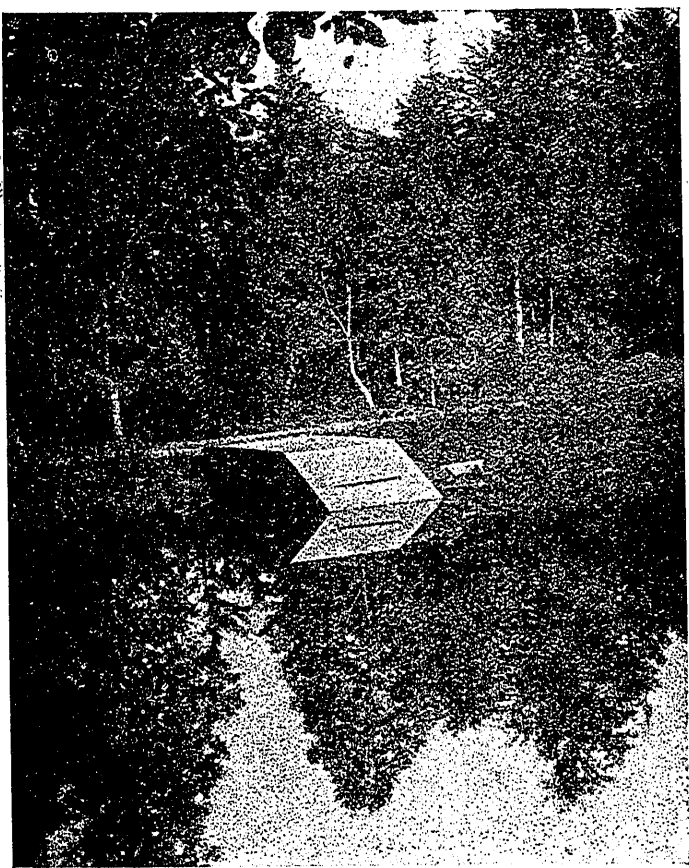


FIG. 12.

abajo, es de 16 metros, y es seguramente el mayor salto utilizado por un vertedero por aspiración.

Si bien existen datos referentes á las pérdidas de carga en tuberías, no los hay referentes á las pérdidas por contracción del agua en la entrada, así es que para ir con toda seguridad se calcularon con exceso las dimensiones de la misma.

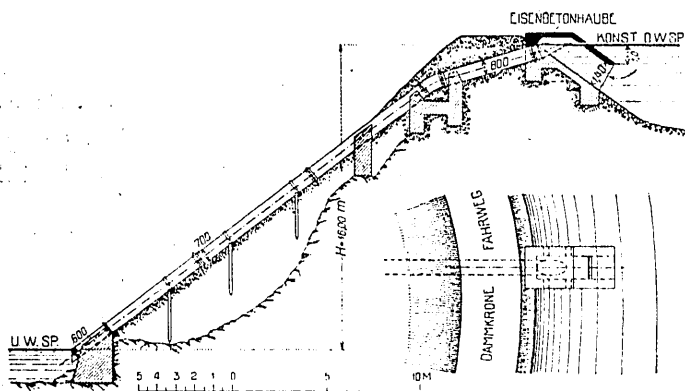


FIG. 13.

En unas pruebas se comprobó un caudal de 2,8 metros cúbicos por segundo de agua vertida, aunque el vertedero por aspiración no trabajó en lleno, debido á unas infiltraciones de aire en la campana. Pero se puede admitir que al funcionar normalmente este vertedero podrá evacuar los 3,5 metros cúbicos por segundo de agua.

La sección del tubo en su extremidad inferior tiene una su-

perficie de 0,282 metros cuadrados; la velocidad á la salida es, por tanto, = 12,4 metros por segundo.

La velocidad teórica del agua con 16 metros de salto es de $v = \sqrt{2gH} = 17,7$ metros por segundo; por tanto, el rendimiento del vertedero por aspiración es de $\frac{12,4}{17,7} = 0,70$.

Hay que tener en cuenta que la pérdida de carga por el roce del agua en la tubería corresponde á una altura de agua de 3,10 metros.

La ventaja del vertedero por aspiración estriba en que da paso al sobrante de agua sin variación del nivel normal.

Si en el caso presente se hubiera ampliado el vertedero común hasta tener una longitud de 10 metros, era necesario que el nivel de agua, para verter los 3,5 metros cúbicos por segundo, subiese á 28 centímetros.

Con el empleo del vertedero por aspiración esta altura de 28 centímetros puede utilizarse como embalse, pues sólo ha de colocarse el orificio de entrada del tubo á dicha altura.

INSTALACIÓN DE GLATTFELDEN (SUIZA).—La ventaja del vertedero por aspiración se afirma para el desagüe de las aguas sobrantes sin variación sensible del nivel de las mismas, como lo demostró la instalación de Glattfelden.

En esta instalación existen condiciones de derechos de agua muy especiales. Del desagüe de la central de la fábrica de hilados y tejidos de Glattfelden debe aprovechar hasta un caudal máximo de 1,6 metros cúbicos por segundo, la fábrica de los Sres. Salzmänn y C.^a (fig. 14). El agua sobrante se vierte por un vertedero de 70 metros de longitud y por dos compuertas,



FIG. 14.

que se abren en tiempo de grandes caudales de agua, en el canal de la Sociedad eléctrica de Glattfelden, la cual tiene obligación de evacuar el agua de manera que la altura de la misma sobre el vertedero no pase del límite de 5 centímetros.

Como de una parte el caudal de agua que proviene de la fábrica de hilados es muy variable, pudiendo llegar hasta 4,5 metros cúbicos por segundo, del cual sólo 1,6 metros cúbicos deben conducirse al canal de la fábrica de los Sres. Salzmänn y C.^a, y, de otra parte, el consumo de agua de la Central eléctrica oscila mucho; esta condición sólo podía cumplirse con una maniobra cuidadosa de las compuertas de desagüe.

Existe, naturalmente, en el canal de la Central eléctrica un vertedero, pero como su longitud es sólo de 6 metros, sucedía muchas veces que el nivel subía hasta 25 centímetros sobre el nivel primitivo, y; por tanto, en perjuicio de la fábrica aguas arriba.

Por este motivo se tomó el acuerdo de instalar en el canal de la fábrica de los Sres. Salzmänn un vertedero por aspiración para 2 metros cúbicos por segundo, y en el de la Central eléctrica otro para 2,5 metros cúbicos por segundo. Este último se

tan rápidamente como el de Gibswill, adonde el agua entra en el tubo de aspiración por todos lados. Con una variación repentina de la carga de la turbina resulta que el agua, antes que la aspiración se realice, llega á subir en el vertedero 7 centímetros;

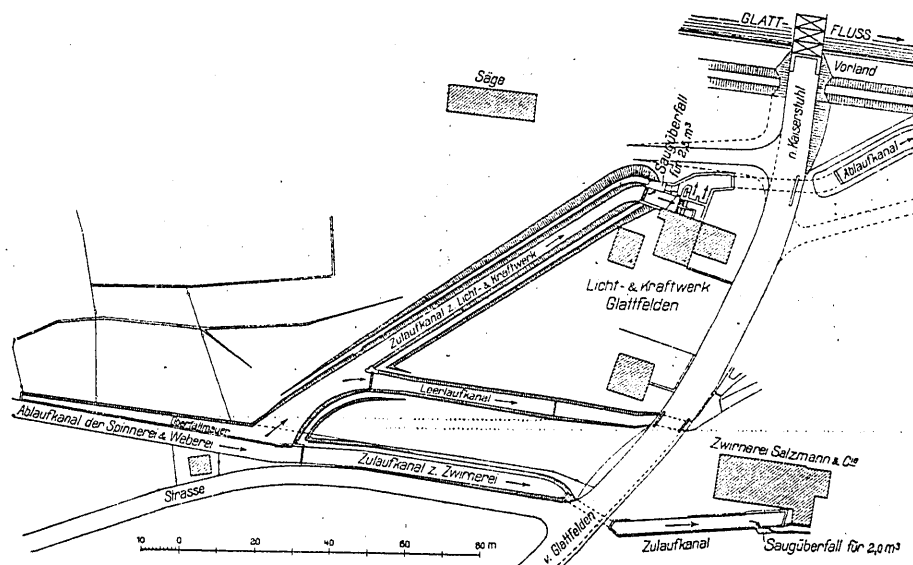


FIG. 15.

emplazó en el sitio del vertedero existente, según se ve en las figuras 15 y 16. El desnivel entre aguas arriba y aguas abajo es de 1,5 metros. Los tubos de aspiración tienen una sección rec-

pero en este momento la aspiración se hace tan intensamente que el agua baja á su nivel normal antes que el embalse llegue á manifestarse en el otro vertedero situado 130 metros más arriba.

Este vertedero por aspiración funciona perfectamente, y con su empleo desaparecieron todos los inconvenientes que se notaban en la fábrica de hilados, los cuales no se hubieran podido hacer desaparecer con un vertedero común, aun de gran longitud.

A pesar de las bajas temperaturas no se notó ningún inconveniente, debido á la formación de hielo.

Por su efecto enérgico de aspiración se ha advertido en esta instalación, como también en la de Siegesmuehle, cerca de Lenzburg, que pedazos de hielo de bastante tamaño pasan por el tubo (1).

EMPLEO DE ALGUNOS MÉTODOS MODERNOS DE ENSAYO EN LA RECEPCIÓN DE HIERROS Y ACEROS

Después de leída en el Congreso de Valladolid esta Memoria, cuya publicación se ha terminado en el número anterior de esta Revista, me he enterado que en todos los establecimientos franceses, que en la actualidad se dedican á la fabricación de armas y municiones, se emplea con carácter general y obligatorio el ensayo Brinell para comprobar las condiciones de todos los proyectiles de cañón, así como también de todos los elementos que integran éstos, habiéndose casi abandonado los ensayos clásicos, dada la urgencia y rapidez que caracteriza actualmente dicha fabricación.

Este hecho es verdaderamente elocuente y demuestra la gran confianza que en el mentado método tienen los elementos técnicos militares franceses, cuando confían la recepción de tan importantes medios de su defensa á tan sencillo ensayo.

(1) Extractado de la *Schulicer Bauzeitung*, por nuestro distinguido compañero D. Julio Redondo.

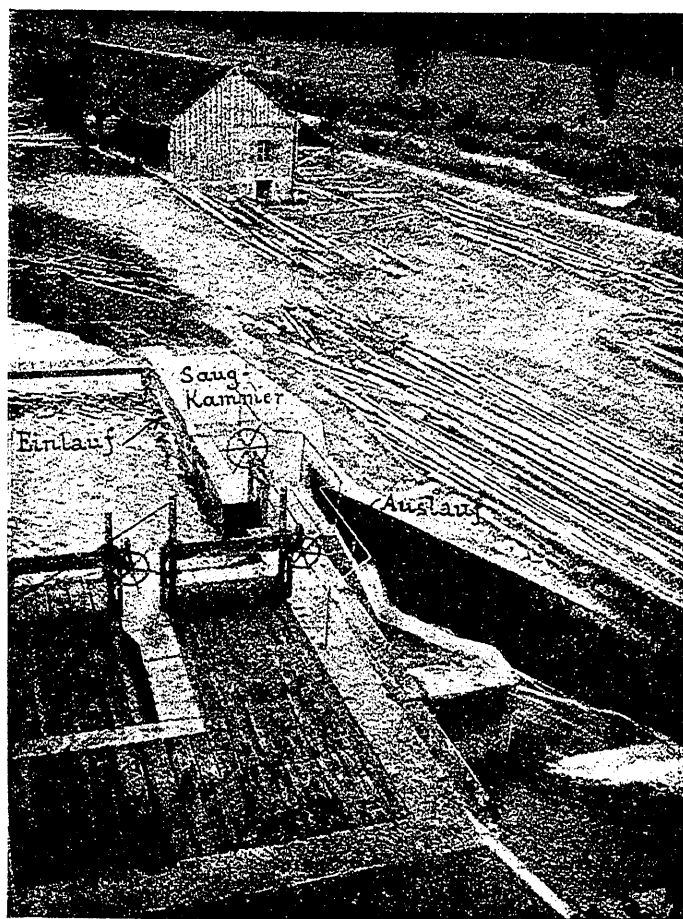


FIG. 16.

tangular de 0,88 metros cuadrados de superficie. La velocidad teórica del agua es de $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot 1,5} = 5,4$ metros por segundo, lo que representa con un caudal de 2,6 metros cúbicos por segundo un rendimiento de 0,55.

Por la falta de sitio ha resultado una disposición del vertedero por aspiración poco favorable, y no entra en funcionamiento