

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TÉCNICA 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 derecho.

El laboratorio de máquinas de Zurich

por

D. VICENTE MACHIMBARRENA Y D. JOSE CEBADA
Ingenieros de Caminos 1^o.

Observaciones generales.

Carece de objeto en esta Memoria dar una descripción detallada de los numerosos e importantes edificios que forman parte de la Escuela Politécnica de Zurich.

En el edificio principal, severo y de vastas proporciones, hoy en obra de ampliación extraordinaria, se hallan instaladas las Escuelas especiales de Ingenieros civiles, la de Arquitectura, Ciencias físicas, matemáticas y naturales, Filosofía y Economía política y Ciencias militares. Se encuentran también en él la mayor parte de las colecciones y talleres de la Escuela, los museos y todos los servicios de carácter general, tales como biblioteca, oficinas, salón de actos, etc.

En edificios independientes del principal, pero formando parte integrante de esta Escuela, existen los siguientes locales, dotados de personal y material de enseñanza completísimos.

1.^o Laboratorio de electromecánica e hidráulica inaugurado en 1900, y cuya ampliación está en estudio, para lo que en la actualidad se practican las gestiones necesarias de expropiación.

2.^o Laboratorio especial de química.

3.^o Laboratorio de ensayo de materiales.

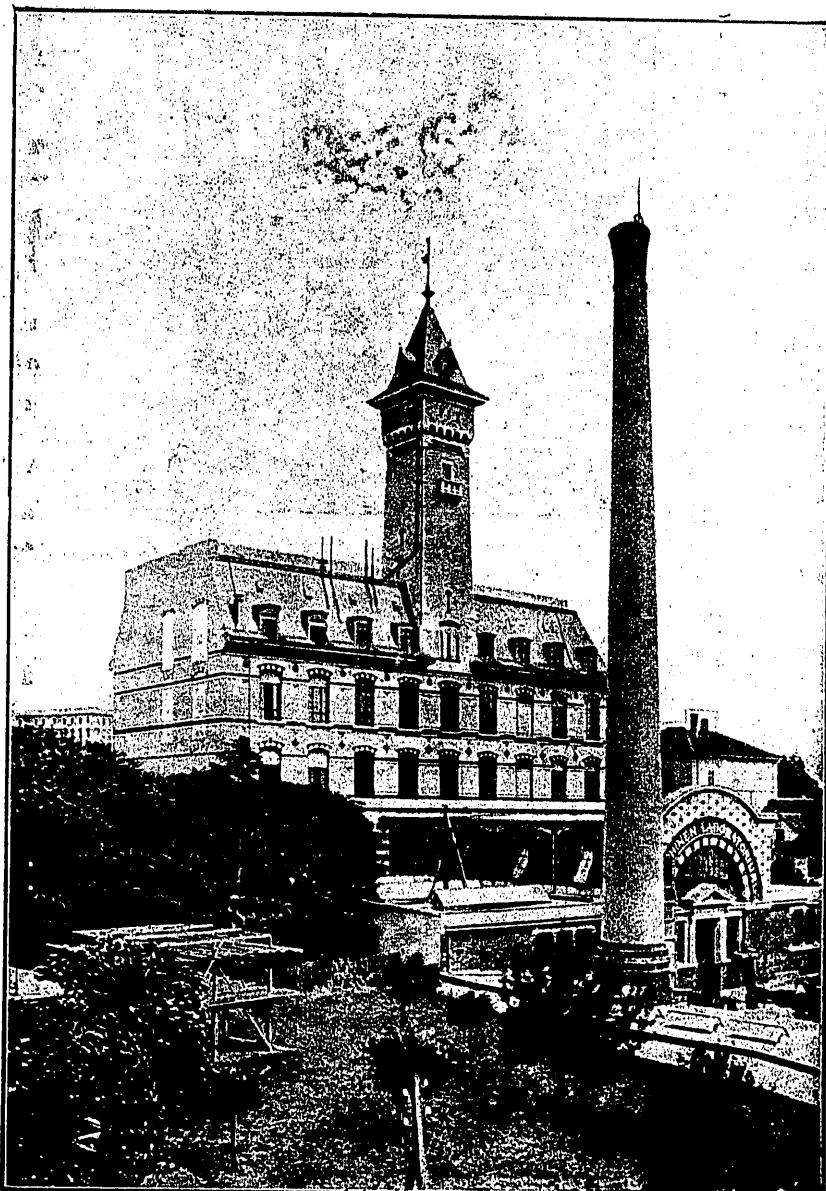
4.^o Laboratorio especial de ensayo de combustibles.

5.^o Escuela forestal inaugurada el primer semestre de 1915.

Todos estos edificios se encuentran en las proximidades del gran edificio Politécnico, y algunos contribuyen tan sólo indirectamente a la enseñanza de los alumnos, siendo su principal objeto satisfacer a las necesidades de la industria y el progreso científico del país. Se observa, por las obras que en ellas se realizan, que la mayoría se halla en constante progreso de ampliación, y se tiene la idea de centralizar todos los que de un modo directo se dedican a la enseñanza, multiplicándose el número de laboratorios. Aun el antiguo edificio Politécnico está sufriendo actual-

mente una ampliación, en la que vimos que se trabajaba con la actividad compatible con el estado crítico actual del país. La reforma consiste esencialmente en ensanchar en forma de rotonda su cuerpo central, adicionándole al Norte dos amplias alas hasta la nueva alineación de la calle de la Universidad.

Entre estos edificios complementarios de la enseñanza que se da en la Escuela de Zurich, uno de los que visitamos con más interés fué el de Laboratorio de ensayo de materiales, por estar también unida a nuestra Escuela de Caminos un laboratorio análogo.



Laboratorio de maquinaria: Vista exterior.

(1) De la interesante Memoria «Enseñanza técnica moderna y su organización especial en la Escuela politécnica de Zurich», publicada en el Anuario de la Escuela de Caminos, y de la que anticipamos a nuestros lectores algunas páginas.

El de Zurich se ocupa de lo siguiente:

1.º De cooperar activamente en la enseñanza técnica, para lo cual dispone en su local de clases orales y salones de trabajos gráficos y enseñanza de taller.

2.º De ejecutar los ensayos de materiales y productos á corporaciones y particulares, según tarifa.

3.º En realizar constantemente trabajos de investigaciones. Cuando nuestra visita se dedicaba especialmente á ensayos de resistencia de elementos de hormigón armado y al estudio de las arcillas suizas.

Las enseñanzas que se cursan en el Politécnico se pueden agrupar en las siguientes secciones:

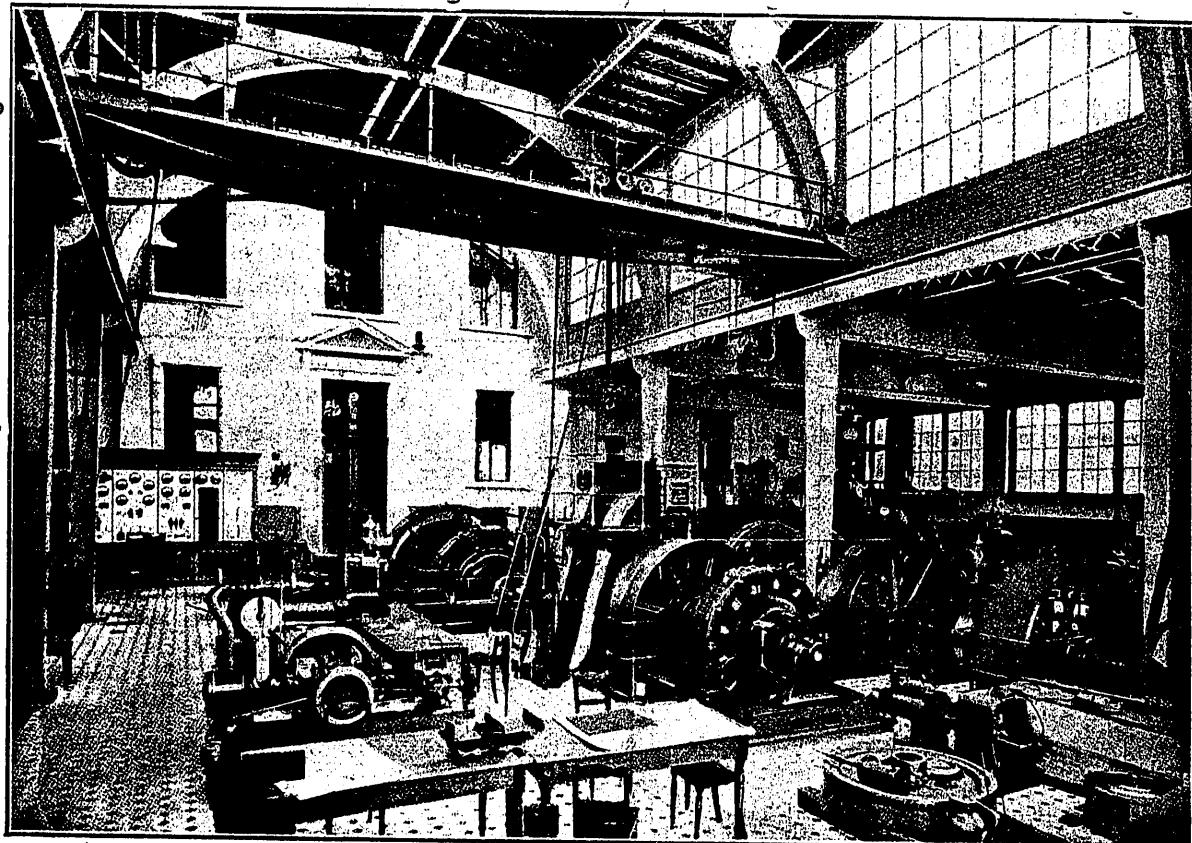
- 1.º Escuela de Arquitectura.
- 2.º Escuela de Ingeniería civil.
- 3.º Escuela de Mecánica industrial.
- 4.º Escuela de Química industrial.

portancia, por lo que presenta frente á la avenida de acceso un cuerpo con sótano y tres pisos, en los que se agrupan dos clases orales, salas de profesores, tres salones de trabajos gráficos capaces cada uno para instalarse con toda comodidad 90 escolares en mesas independientes y los servicios auxiliares de vestuarios, lavabos, retretes, etc.

Corona el edificio una torre de 45 metros de altura, donde se halla instalado un depósito de agua, que se destina á las necesidades de la sección hidráulica, y que insiste por el intermedio de grandes apoyos metálicos y muros de carga en la cimentación general.

Detrás de este cuerpo de edificio se halla la gran galería de generadores y motores, que constituyen el material experimental de enseñanza.

En la distribución de los locales se ve que ha presidido un criterio de gran amplitud de servicios y abundante iluminación



Laboratorio de maquinaria: Vista interior.

- 5.º Escuela de Farmacia.
- 6.º Escuela forestal.
- 7.º Escuela de Agricultura.
- 8.º Escuela normal.
- a) Sección matemática y física.
- b) Sección de Ciencias naturales.
- 9.º Escuela militar.

El interés del momento por las razones expuestas en el prólogo de esta Memoria lo vamos á concentrar en el laboratorio de máquinas, y en él de un modo más especial en su sección hidráulica, que se halla en relación inmediata con las otras dos secciones: la calórica y la eléctrica.

La dirección de aquella sección está actualmente encomendada al profesor J. Prasil, y la de las otras dos, respectivamente, á los profesores A. Stodola y W. Wyssling.

El edificio, que está instalado, como todos los demás, en la parte alta de la población, se construyó conforme al proyecto del profesor A. Recordon, arquitecto de Zurich. Al concebirlo se tuvo en cuenta la escasez del terreno disponible en relación con su im-

natural, como lo demuestra la elevación de los techos de 4,20 á 5,20 libras, la amplitud de las crujías y la magnitud de los vanos, tanto de puertas como de ventanas. Estas dimensiones han obligado á estudiar entramados y apoyos metálicos de gran importancia y á disponer que los forjados de los pisos fuesen de hormigón armado.

La galería de máquinas se halla en la planta baja del local, en comunicación directa con el piso bajo del edificio, que da á la avenida de acceso, y se halla dividida en tres naves, con techumbre metálica y cubierta y cerramientos de cristales. Las tres naves, de la que la central es de algo más luz y altura que las laterales, se hallan provistas de grúas corredizas para facilitar las maniobras. En una de las naves laterales, y separada del resto de la galería de motores, se halla la sala de generadores y un taller de forja y máquinas-herramientas para reparaciones.

Este laboratorio debe su existencia á un acuerdo del Congreso confederado de 2 de Julio de 1897. Anteriormente, el 2 de Marzo del mismo año, se había ya concedido por el Gobierno un crédito para la construcción de la sala de trabajos gráficos de la sección

mecánica aneja al Laboratorio. El Comité del Consejo escolar suizo dirigió al Tribunal superior confederal una exposición en que demostraba la urgente necesidad de construir aquel instituto, ya que, fundamentándose hasta entonces la enseñanza técnica para los Ingenieros sobre la base de profundos conocimientos de ciencias físico-matemáticas y de proyectos gráficos, era en aquellos instantes de necesidad urgente el complementarlos con ensayos experimentales sobre funcionamiento de las máquinas actuales, á semejanza de lo que ocurría en los Estados Unidos de América, que debía su prosperidad industrial al régimen de experimentación pedagógica de sus Escuelas profesionales y laboratorios, que funcionaban desde hacía tiempo con brillante éxito.

La corporación legislativa aprobó, como consecuencia de esta petición, sin discusión alguna, un crédito de 675.000 francos para la construcción del edificio, y otro de 425.000 francos para

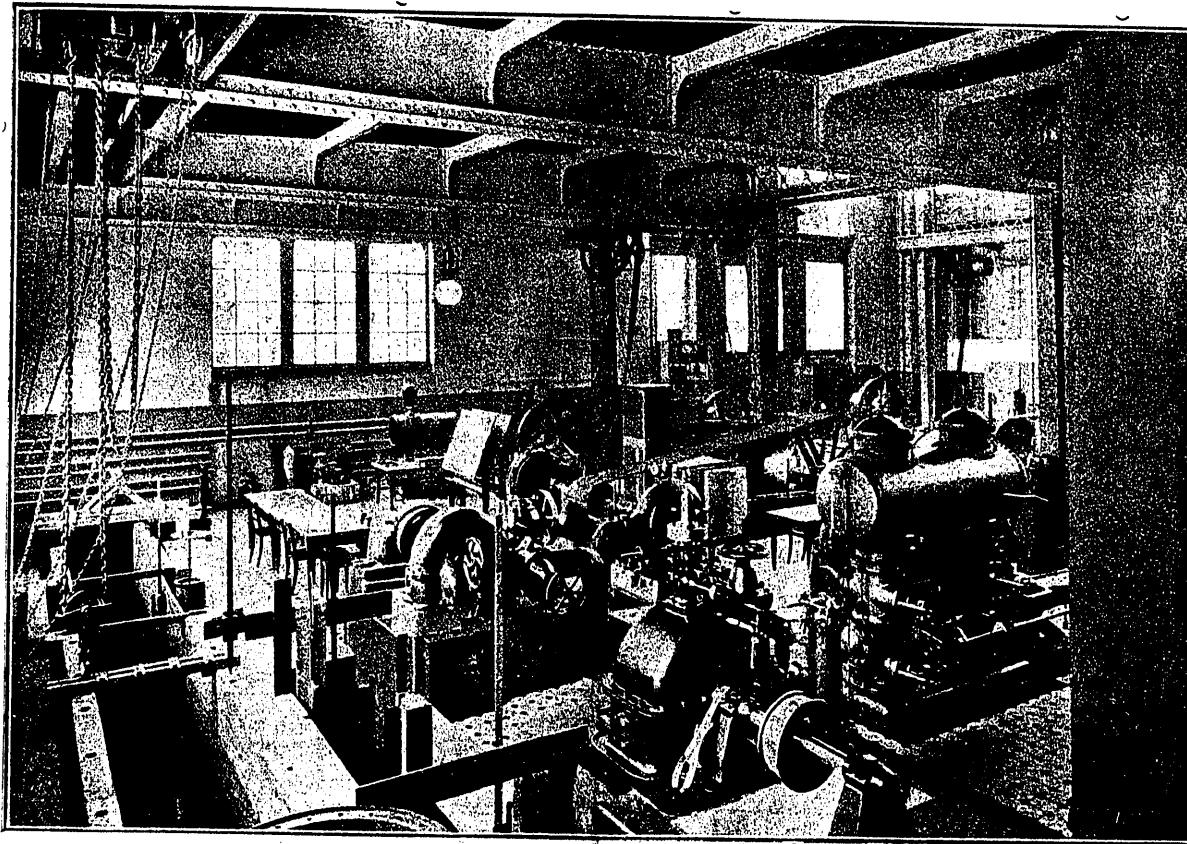
tancia, se les ha dotado de la mayor capacidad posible, á fin de que puedan ser compensadas las naturales variaciones de la transmisión de energía.

SECCIÓN HIDRÁULICA

a).—Depósitos de agua.

La disposición de los diversos depósitos de agua que existen en el laboratorio de Zurich, en la sección hidráulica, es la siguiente:

El depósito colector general tiene su solera á 2,25 metros por bajo del piso del salón de máquinas, y está destinado á recibir el agua que sale de los canales de desagüe de los diversos motores hidráulicos. La capacidad útil es de 145 metros cúbicos, y de él



Sección hidráulica: Canal de aforos, turbinas y bombas.

las instalaciones de maquinaria, de manera que, en el otoño de 1897, se pudo comenzar la construcción de las obras. Dos años después se trasladaban los cursos técnicos superiores de la sección mecánica, que se daban en el Politécnico, al nuevo edificio, y en el semestre del verano de 1900 empezaron las clases y los ejercicios ordinarios en el definitivo laboratorio de máquinas.

La sección hidráulica está constituida esencialmente por una serie de máquinas elevadoras de agua que toman su movimiento por medio de una transmisión principal de los motores más potentes de la sección calórica y por un sistema de tuberías y depósitos y un grupo de turbinas.

La dependencia de esta sección con la calórica está justificada, por carecer el laboratorio de una instalación propia de energía hidráulica. A pesar de esto, se puede hacer con esta instalación la transmisión inmediata de los más diversos cambios de energía, con suficiente economía de trabajo, pues hay muchos experimentos en que la misma energía desarrollada para la sección del calórico sirve para la hidráulica, de tal modo que las bombas y los depósitos de la instalación constituyen una serie de acumuladores para los motores de energía hidráulica. Por esta circun-

stancia, se alcanzan los tubos de aspiración de las diversas máquinas elevadoras.

Paralelo á este depósito colector, y unido á él por un canal lateral, que se puede cerrar, así como con otro depósito de 57,6 metros cúbicos de capacidad, que también se puede incomunicar, existe un canal principal de aforos ó mediciones, cuya solera está un metro por bajo del piso de la galería de máquinas. A este canal puede llegar parte del agua que, elevada por medio de bombas, habrá de utilizarse para realizar experimentos de aforos. La sección máxima aprovechable es de un metro cuadrado para un metro de ancho disponible, y su capacidad se utiliza exclusivamente para mediciones. En la parte superior del canal hay una ampliación del mismo de 19 metros cúbicos de capacidad para disponer la turbina de baja presión. Las figuras representan diversos puntos de vista del canal hidrométrico descrito.

En la prolongación de este canal se encuentra, por encima del de la turbina de baja presión, un depósito también de baja presión que sirve de recipiente para esta turbina y que tiene una capacidad máxima de 70 metros cúbicos. Para poder regular esta capacidad existe un vertedero de superficie que permite la salida

del agua sobrante al primer depósito colector. El canal hidrométrico antes descrito se alimenta con este depósito de baja presión, que se utiliza para realizar diversos experimentos, para lo que es susceptible de dividirse en varios departamentos y aplicar en ellos tubos adicionales practicados en las paredes laterales y solera, y ejecutados según el sistema Monier. El nivel del agua está á una altura máxima de 4,80 metros sobre el piso de la sala de máquinas. La construcción de este depósito ha sido realizada por la Casa Troté y Westermann, de Zurich.

El depósito de alta presión se halla en la torre del edificio, y ha sido construido por la Casa Basler Maschinenbau Aktiengesellschaft (antes Jocin y Wick), y es de chapa. Tiene una capacidad de 24,9 metros cúbicos y un tubo de evacuación mantiene el nivel del agua á 44,80 metros sobre el piso de la galería de máquinas.

Hace también las veces de depósito de alta presión uno de

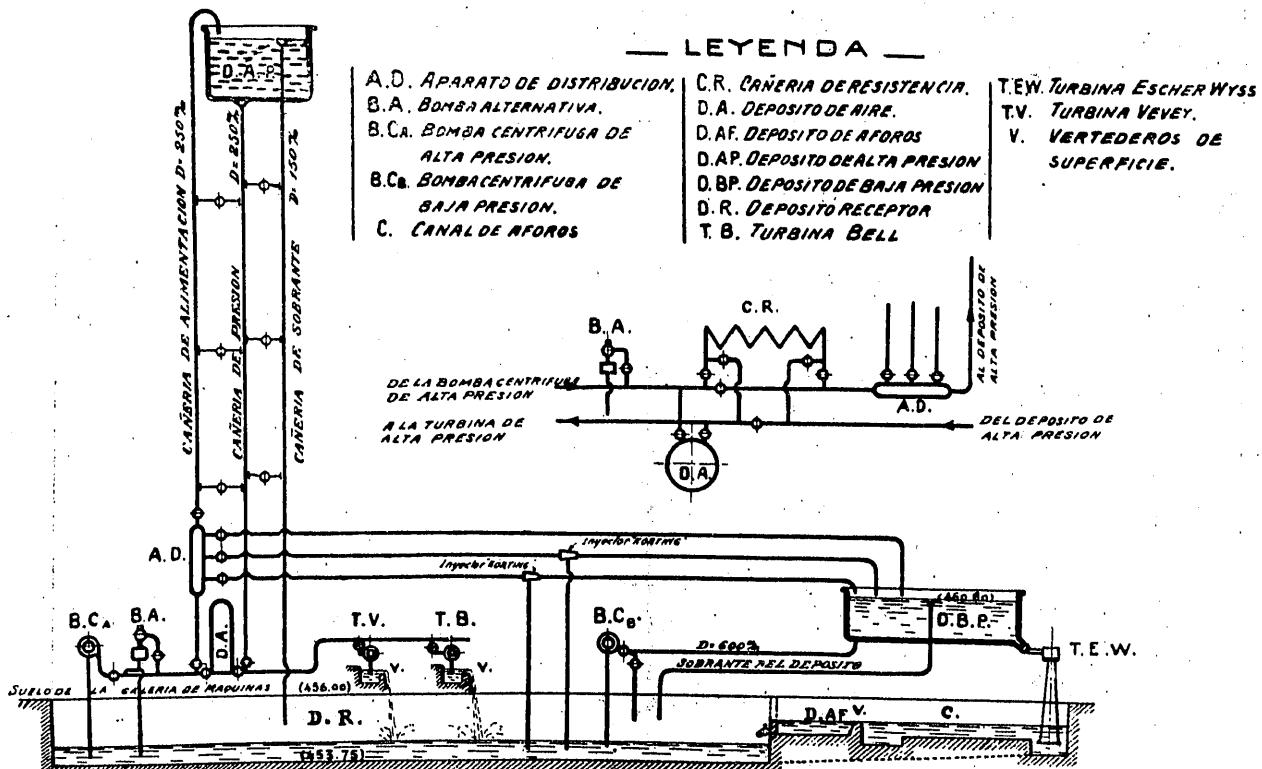
vistas de sus válvulas de cierre correspondientes, con lo que se consigue que las altas presiones de 11 metros, 28 metros y 36 metros, aproximadamente, se puedan mantener automáticamente constantes.

Además de la cañería de elevación se deriva otra, que alimenta el depósito de baja presión, con lo que se consigue, actuando en la llave de maniobra correspondiente, regularizar el nivel de agua en el mismo.

A las cañerías de presión y de alimentación está unido el depósito de aire regulador, de manera que cada una de aquéllas pueda independientemente enlazarse al depósito, ó quedarse éste intermedio á las dos. Se consigue esto por la correspondiente maniobra de apertura ó cierre de las llaves de paso.

Existe, además, en conexión con las dos cañerías de alimentación y presión, una tubería de resistencia constituida por seis ramales paralelos unidos por tubos en arco de un radio de cur-

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA



aire, construido por la Casa Escher Wyss. Su disposición se aprecia en la figura, y tiene una capacidad de 3,27 metros cúbicos, un diámetro inferior de 0,80 metros y está hecho con chapa de acero dulce para resistir presiones hasta de 12 atmósferas.

b). — Tuberías.

Al depósito de alta presión del torreón se unen las tuberías siguientes.

a) Cañería de alimentación de 250 milímetros de diámetro, terminada en codo, que conduce el agua elevada por las bombas de alta presión al depósito.

b) Cañería de presión de 250 milímetros, que en su origen tiene una válvula automática de seguridad para caso de rotura en los tubos y que alimenta las turbinas.

c) Cañería de aguas sobrantes de 150 milímetros, la que lleva el agua que rebosa al depósito colector inferior.

Entre las tres filas de tubos que suben paralelamente por el hueco de la escalera al depósito de la torre hay en tres puntos de su recorrido cañerías transversales y horizontales de unión pro-

vatura de 1,25 metros, y que se pueden enlazar en trozos de 150 milímetros de ancho y un total de 278 metros de largo. Esta disposición permite hacer diversos experimentos de conducción de agua en cañerías.

En la cañería de alimentación hay instalada una pieza de distribución á la que va enlazada la cañería anteriormente citada y que sirve para fijar diferentes alturas de presión y otras dos ramificaciones destinadas á dos aparatos Koerting, y con los cuales se puede elevar el agua del depósito receptor al de baja presión. Un tercer aparato de aspiración puede instalarse, si se quiere, en la primera cañería.

El volumen de agua que pueden contener las cañerías es de 13 metros cúbicos, y, por consiguiente, la capacidad total de todos los espacios llenos de agua es de 300 metros cúbicos en números redondos.

Las cañerías descritas fueron suministradas por los Talleres y Fundiciones de Roll'schen Eisenwerke de Chonider y en el Klus.

La disposición general de los depósitos y cañerías, así como las uniones entre sí y con las máquinas, se aprecia claramente en el esquema adjunto.

c).—Bombas.

Para la elevación de agua hay instalados los aparatos y máquinas siguientes:

Una bomba centrífuga de alta presión.

Una bomba de émbolo de alta presión.

Una bomba centrífuga de baja presión.

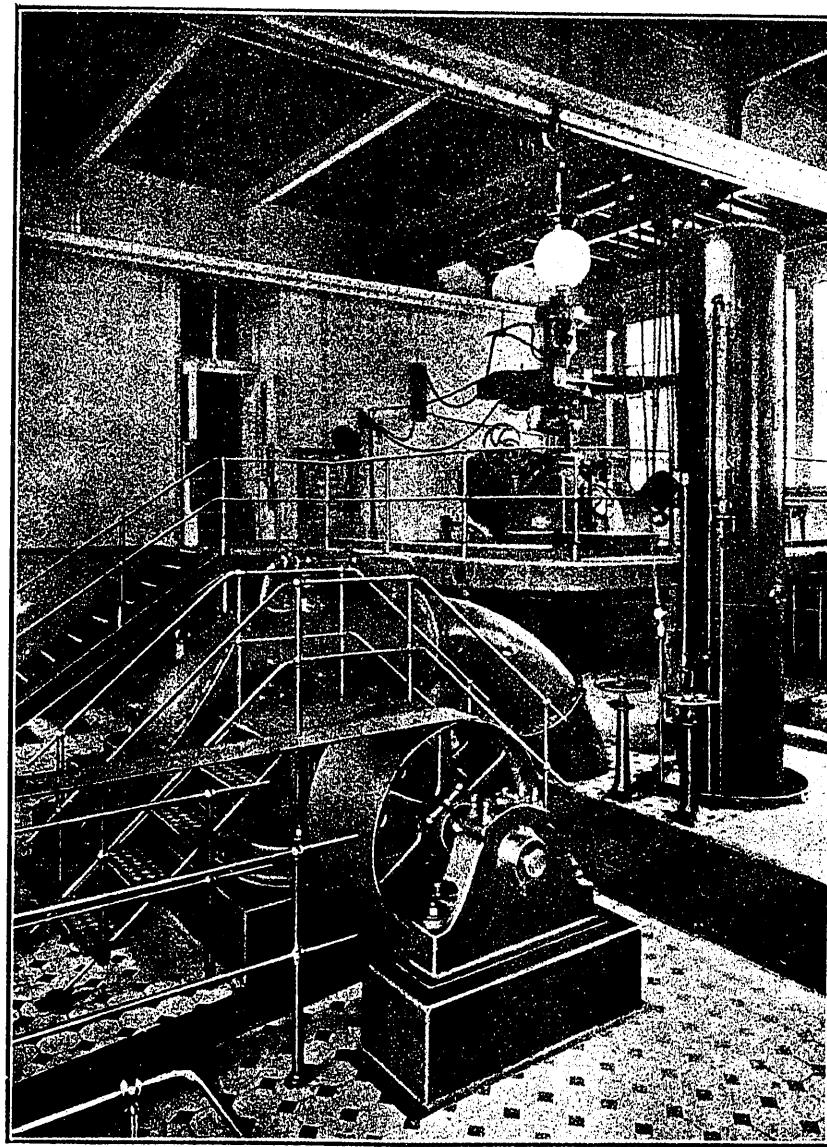
Dos aparatos de chorro de agua.

La bomba centrífuga de alta presión de dos pisos procede de la Casa Gebrüder Sulzer, de Winterthur, y está construida para una presión máxima de 10 atmósferas, dando 1.040 revoluciones por minuto y 70 litros por segundo, por intermedio del depósito

por un cojinete de bolas. La lubricación de las manquetas y del eje se hace con grasa consistente.

Las dos aberturas por donde sale el eje del tubo de aspiración se hacen herméticamente impermeables por medio de una toma auxiliar de agua que hace presión en los prensa-estopas correspondientes.

La transmisión principal se realiza por medio de correas sin fin de 58 centímetros de ancho. La polea de transmisión se encaja al árbol principal por medio de un embrague sistema Dohmen-Leblanc. Las correas han sido suministradas por la Casa H. Werneke, de Stafa, y están compuestas de hebras de pelo de camello reforzadas, con la adición de otras iguales de estambre de algodón.



Sección hidráulica: Turbina de baja presión, depósito de aire y bomba de baja presión.

de aire, á una de las turbinas de alta presión, ó á uno de los aparatos de chorro de agua.

Para la alimentación normal del depósito de alta presión con 80 litros por segundo, ó sea á 45 metros de carga, necesita dar unas 900 vueltas, accionada por correa de transmisión; y para estas condiciones de abastecimiento se ha construido el aparato.

La bomba tiene dos pares de ruedas directrices iguales y otras dos móviles, las cuales, trabajando sucesivamente, dan una distribución en partes iguales, aproximadamente, de la alta presión. Al final, en la parte inferior del tubo de aspiración, hay instalada una válvula de retención. Para la cañería de impulsión de la bomba hay otra válvula de maniobra.

La presión axial producida en la bomba está contrarrestada

Están impregnadas de una pasta contra la putrefacción, que penetra en toda la trama del tejido.

Para las pruebas está provista la bomba de una serie debridas donde se pueden colocar los manómetros de presión y de vacío, mediante los cuales se pueden medir las presiones en sus diversas partes. Además, este aparato se puede accionar directamente por un motor asincrónico, suministrado por la Casa Eletrizitätsgesellschaft Aliot, que se describe en la sección eléctrica.

Esta bomba, con sus piezas auxiliares, se ve en la figura correspondiente, que representa el lado de baja presión con el tubo central de aspiración.

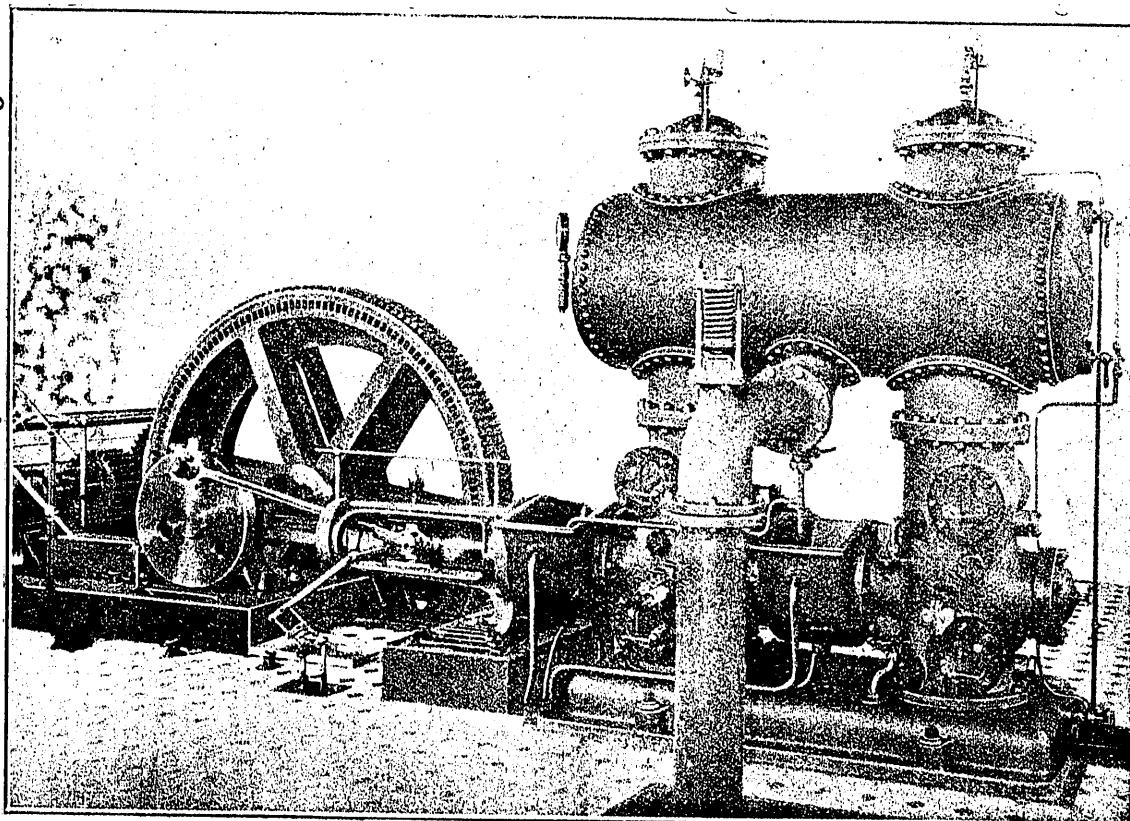
La bomba de émbolo de alta presión, que se representa en el dibujo siguiente, es de doble efecto, con un diámetro de 150 milímetros.

kímetros y una carrera de 550 milímetros. Esta última se puede variar trasladando el botón del platillo manivela á los diversos orificios de éste, con lo que se consigue reducir aquella carrera á 450 ó 350 milímetros. Es modelo suministrado por la Casa Gebrüder Sulzer, de Winterthur, y concebido especialmente para realizar experimentos. Por esta razón se ha previsto que, tanto los cuerpos de las bombas como las cajas de obturadores estén dispuestas de modo que puedan colocarse válvulas simples, de resorte ó de distribución. La distribución se realiza por medio de un eje paralelo al de la bomba, que acciona la maniobra de las válvulas por medio de excéntricos de leva. La bancada del aparato forma parte de la cámara de aspiración. El recipiente de paletas para regulación tiene un diámetro de 0,80 y una capacidad total de 0,88 metros cúbicos. La transmisión general se consigue por medio de dos pares de ruedas dentadas, que dan, res-

complementaria al canal de mediciones, cuando para estos experimentos fuera necesario aumentar el gasto del caudal; y finalmente, con el auxilio de la bomba centrífuga de baja presión, para proporcionar el salto del agua en la turbina, que se alimenta del depósito de baja presión.

La bomba centrífuga de baja presión, suministrada por la Casa Gebrüder Sulzer, de Winterthur, tiene una capacidad de 450 litros por segundo y da 260 vueltas por minuto, y está destinada á elevar el agua del depósito colector al depósito de baja presión.

Está construida, según se representa en los dibujos correspondientes, con dos tubos de aspiración, colocados simétrica y tangencialmente al conducto de impulsión del agua. Las ruedas de álabes son por este motivo dobles; el tubo de impulsión tiene 600 milímetros de diámetro interior y se encorva en forma de



Sección hidráulica: Bomba alternativa de alta presión de Sulzer.

pectivamente, 70 y 35 vueltas por minuto, con relación al árbol de la bomba, que da normalmente 200 revoluciones. Para velocidades intermedias ó superiores hay que emplear la máquina de vapor.

El aparato está provisto de las bridas necesarias para que se puedan colocar los de medición de la fluctuación de presión. Para evitar los errores correspondientes producidos por la presencia del aire se ha estudiado la ventilación de esta máquina. La presión máxima de trabajo es de 10 atmósferas.

La energía hidráulica producida por esta bomba puede utilizarse, ó bien para la turbina de alta presión ó para transportar el agua del depósito colector al de baja presión, por medio de los inyectores de agua tipo Körting, ya mencionados. Estos dos aparatos proporcionan á la presión de 10 atmósferas, 60 á 120 metros cúbicos por hora; pero puede llegarse con ellos á alcanzar caudales de 155 y aun 310 metros cúbicos por hora, á una altura de 5 á 6 metros.

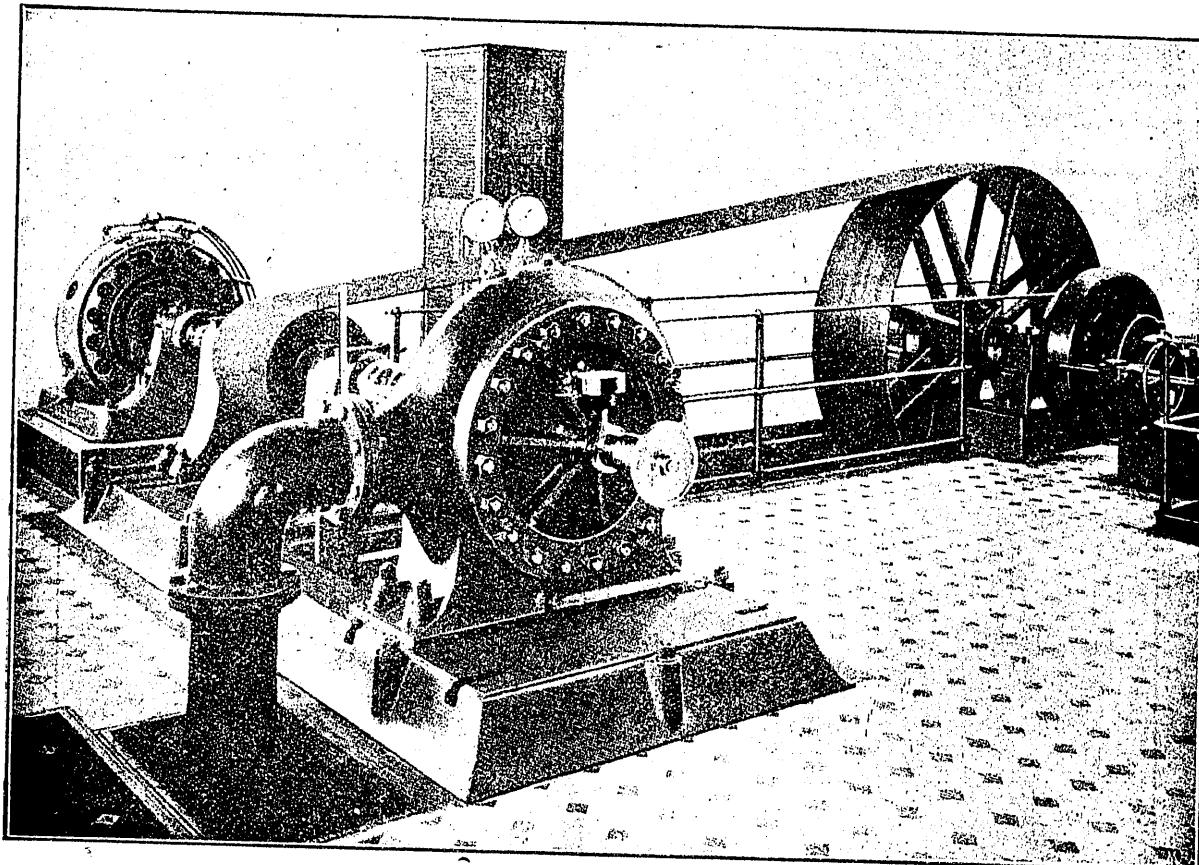
La disposición de los inyectores en el depósito de baja presión permite que, además de servir éstos como aparatos de ensayo, se utilicen para suministrar pequeñas cantidades de agua

arco hacia el suelo del depósito de baja presión, donde hay instalada una llave de paso. Los de aspiración se sumergen abiertos bajo el nivel del agua. Para cebar la bomba al comienzo de su funcionamiento, dispone el aparato de un inyector de vapor, que se ve en los dibujos citados. El árbol motor se apoya en cojinetes de engrase automático de anillas, y los prensaestopas de los extremos de la envolvente son de inyección de agua, para evitar la permeabilidad de las juntas.

El movimiento de esta bomba se hace por medio de correas sin fin y cambio de transmisión.

Para los ensayos se pueden colocar también en diversas bridas de la envolvente piezómetros y manómetros de presión y de vacío.

El rotor, que está construido para un caudal normal, tiene álabes curvados, con objeto de disponer de una mayor capacidad para ensayos comparativos, que quedan de reserva para el caso de mayor necesidad de agua en la turbina de baja presión. Para la maniobra de la misma y del inyector se puede obtener del depósito de baja presión más de 800 litros por segundo para la alimentación de la turbina de baja presión.



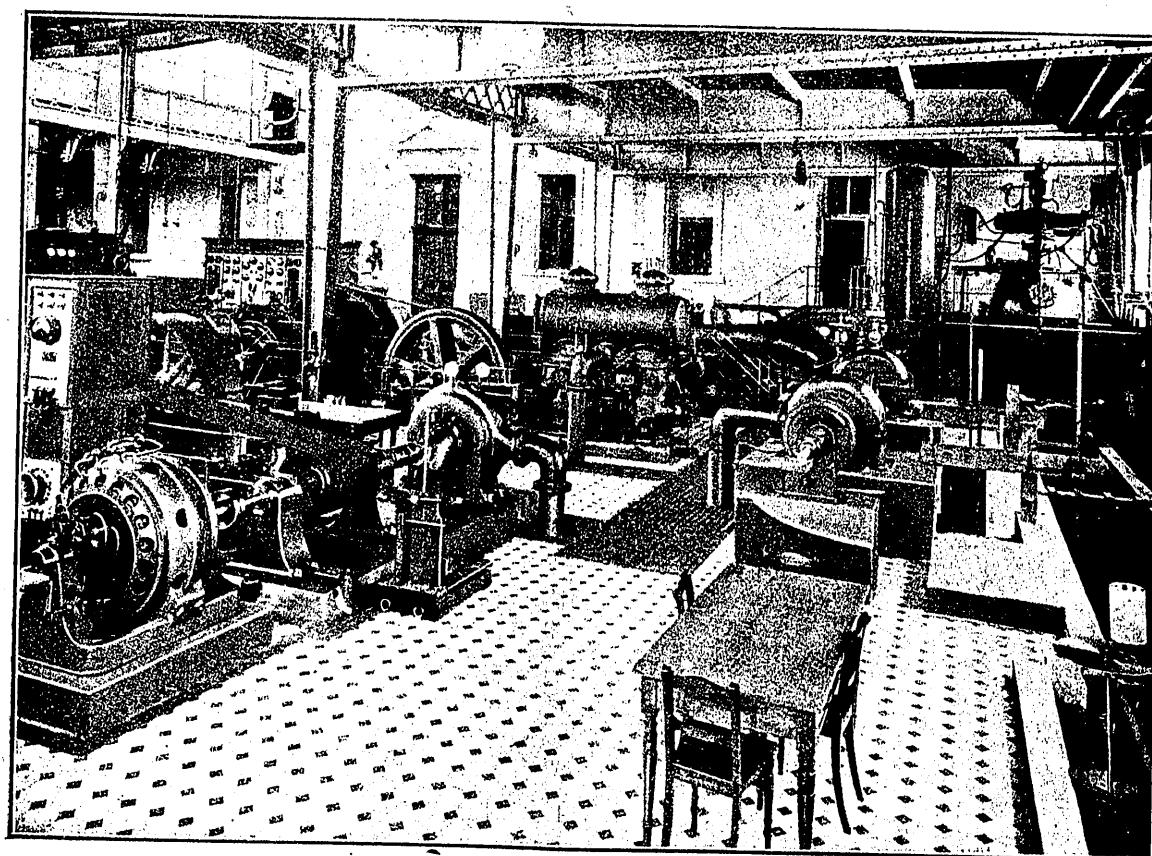
Sección hidráulica: Bomba centrífuga de alta presión de Sulzer.

d).—Turbinas.

Los motores hidráulicos instalados son los siguientes:

- a) Una turbina de baja presión de eje vertical.
- b) Una turbina de alta presión con rotor, en forma de cu-

La turbina de baja presión está constituida según se indica en los dibujos y por las condiciones locales está dispuesta, á pesar de ser pequeña, en una caja cerrada, á causa de las fluctuaciones del nivel de agua en el depósito de baja presión y canal de mediciones, que varía entre 3,60 metros y 4,80 metros. Se ha proyec-



Sección hidráulica: Canal de aforos, turbinas y bombas.

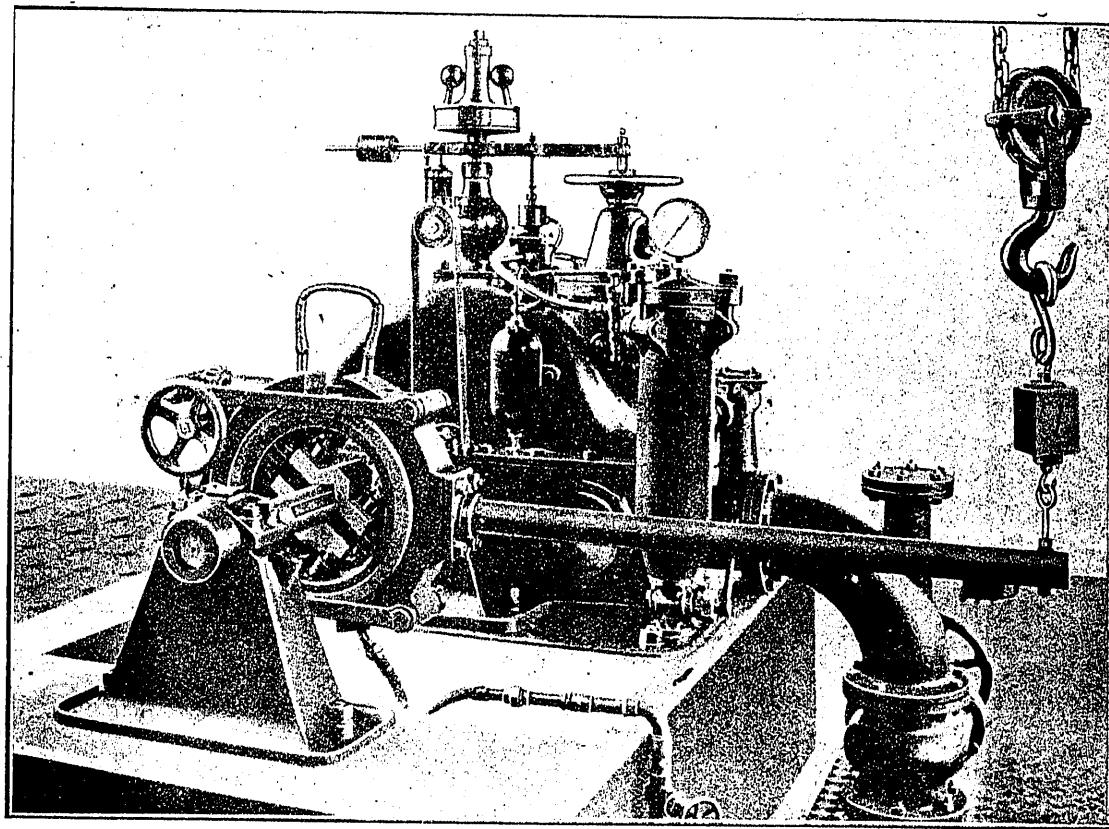
chara, tipo Pelton, de eje horizontal con regulador automático de velocidad y presión.

- c) Una turbina tipo Girard de admisión parcial, de eje horizontal, con regulación á mano.

tado, sin embargo, tan ampliamente la caja, que parecen evitadas las pérdidas de carga, que son importantes para el gasto máximo de agua de 800 litros por segundo. Para medir la caída de presión se han instalado en la envolvente varios piezómetros.

La caja está constituida de diferentes piezas, y dispuestas de tal manera, que se puede añadir á ella un par de ruedas de distribución y otro par de rodetes de velocidad de los diversos tipos

dispone de una llave de compuerta en el tubo de aspiración y un dinamómetro de muelle, que acusa las variaciones de potencia para la maniobra de la compuerta.



Turbina tipo Pelton de Bell.

de turbinas y alturas diversas, pudiendo trabajar sobre el nivel del agua ó bajo el nivel de ésta.

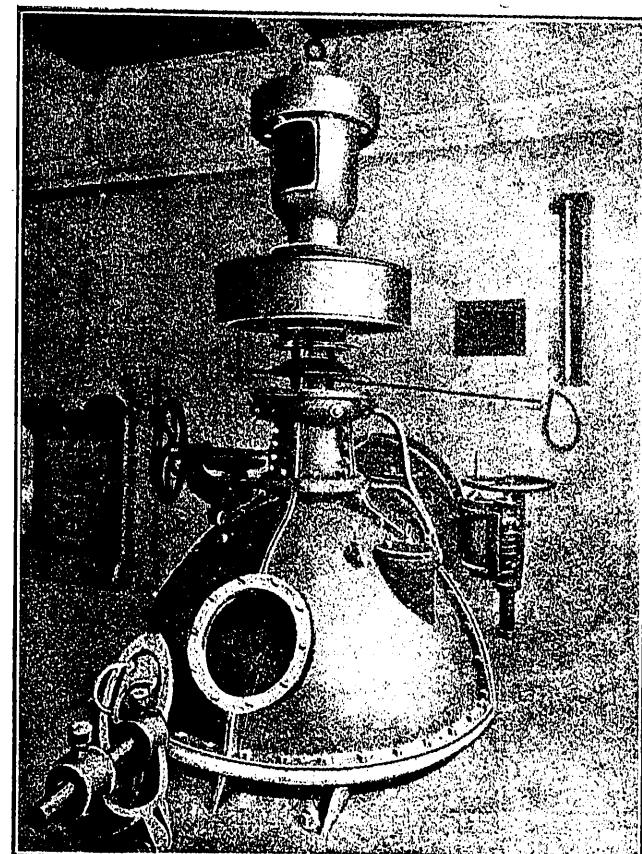
Además, por medio de bridas que están colocadas en la parte

El eje hueco de la turbina lleva en su extremo el gorrón de apoyo, y debajo de éste una polea para el freno con refrigeración interior, donde se pueden comprobar los diversos trabajos de la máquina. En los dibujos puede verse la disposición de una balanza decimal de un freno Prony y la de una palanca articulada para estos ensayos. Además está provista esta turbina de un aparato Meunier para la regulación automática de la entrada de aire en el tubo de aspiración, que se emplea cuando se ensayan los rodetes de acción con este tubo. Además de las bridas ya mencionadas para colocación de piezómetros en la envolvente, se dispone, indicadores de nivel de agua y piezómetros en el muro posterior á la turbina para hacer las observaciones de variación de nivel de agua en el depósito de baja presión.

La turbina ha sido construida por la Casa Escher Wyss y C.º, de Zurich.

La turbina de alta presión con aletas, eventualmente dispuesta como rueda Pelton fué construida por la Casa Th. Bell y C.º, de Kriens. Está dispuesta para una capacidad de 35 HP. y 45 metros de salto, dando 400 vueltas por minuto en el eje horizontal de la turbina; pero está construida de tal suerte, que por un lado se le pueden ajustar diversos rodetes de impulsión, y con la correspondiente maniobra del aparato de dirección pueden hacerse ensayos hasta 100 metros de salto, con una presión eventual de admisión de 10 atmósferas.

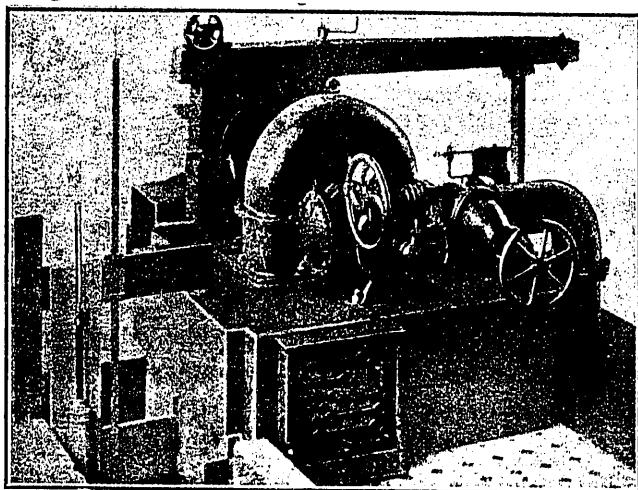
La turbina está provista de un regulador de presión hidráulica del tipo Exposición Universal de París de 1900. Los ensayos de rendimiento se hacen en esta turbina por medio de un freno Prony, como se indica en el dibujo. Los aforos se hacen por medio de un vertedero, como indica la figura, colocado inmediatamente detrás de la turbina; la salida del agua se regulariza haciéndola salir por la parte inferior de pantallas colocadas junto al nivel inferior de aquél, consiguiendo así que al llegar al vertedero el agua, salga moderadamente.



superior de la envolvente, se pueden instalar diversos sistemas de regulación para la variación de la admisión en los álabes directores y que se maniobran por medio de volantes.

Para verificar los ensayos de regulación de la alimentación,

La turbina de admisión parcial tipo Girad, de eje horizontal, se ve en el dibujo correspondiente, donde se la indica con un freno



montado y provista de su vertedero desagüe. Fué construida por la Casa suiza Atelier de Constructions mécaniques, de Vevey, y está instalada para un salto de 45 metros, dando 400 vueltas por

minuto, para una capacidad de 33 HP. Dispone de un aparato director de cuatro celdas que puede maniobrarse por mecanismo á mano y sirve para realizar los primeros ensayos del freno.

Para poder cambiar las diversas partes de las máquinas es necesario realizar trabajos de desmontajes y montajes de sus diversas piezas, y para esto hay instaladas en el local de la sección hidráulica tres grúas de transporte de dos toneladas de capacidad cada una, construida una de ellas en los talleres de maquinaria de L. V. Rollschen Eisenwerke, de Berna, y las otras dos en la fábrica especial de aparatos de elevación de Becker, de Berlín.

Además de los aparatos ya citados para mediciones, manómetros de presión ó de vacío, etc., se dispone para ensayos de esta sección hidráulica de los aparatos siguientes: flotadores con escalas graduadas de la Casa Usteri-Reinacher, de Zurich; un flotador registrador de Dreyer-Rosenkranz; un molinete hidrométrico de Amsler-Laffon con aparato indicador eléctrico, teléfono y aparato registrador (este último de la Casa Usteri-Reinacher); un tubo de Pitot de Amsler Laffon; un molinete hidráulico de Ott, de Kempten, con maniobra auxiliar superior tipo Epper, y un dinamómetro registrador de péndulo de Amsler-Laffon.

(Continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

Alcance de las señales luminosas breves conteniendo luces iguales, pero repartidas en duraciones de diferente impresión.

Artículo de MM. Blondel y J. Rey publicado en *La Lumière Electrique*, en que se reproduce con complementos un estudio presentado á la Academia de Ciencias acerca de la eficacia de una cantidad de luz determinada empleada para producir señales breves.

Los experimentos hechos demuestran que esta eficacia es una función de la duración y de ciertas constantes que figuran en la ley de los autores. La eficacia de los resplandores es tanto mayor cuanto más cortos son.

Los resultados obtenidos muestran la superioridad de los nuevos filamentos de las lámparas de nitrógeno sobre los manantiales usuales de gas ó de petróleo.

Canalizaciones eléctricas aéreas aisladas.

Una Compañía americana de distribución eléctrica tenía que unir dos de sus fábricas generadoras por un *feeder* á 13.200 voltios: la canalización subterránea era muy costosa á causa de que el recorrido tenía que realizarse por un terreno pantanoso, y la canalización aérea ordinaria era imposible á consecuencia dè la necesidad de atravesar terrenos en los cuales los propietarios no querían autorizar el paso de hilos de alta tensión.

Se venció la dificultad con el empleo de un cable de tres conductores, de construcción especial, colocado sobre postes, como una canalización aérea ordinaria, y soportado por un cable de acero. *The Electrical World* ha dado de esta instalación una descripción de la cual toma M. D. los datos necesarios para redactar un artículo publicado en *Le Génie Civil*, el cual extractamos á continuación.

La figura 1.^a representa la sección del cable: el aislador es de papel, de 5,5 milímetros de espesor para cada conductor, de 2,4 milímetros para el conjunto. Todo ello está cubierto de una tela

de caucho de 3,2 milímetros de espesor, después por una cinta impregnada de una composición de caucho y de un enlucido impermeable.

En fin, una armadura de acero galvanizado forma la protección mecánica. Esta construcción permite alcanzar un peso que no es más que un 50 por 100 del de un cable armado ordi-

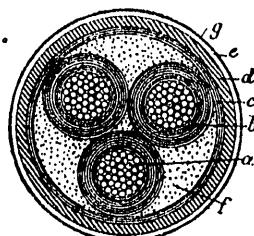


Fig. 1.^a

a, conductor de 125 milímetros cuadrados; *b*, aislador de papel de 5,5 milímetros; *c*, aislador de papel de 2,4; *d*, aislador de caucho de 3,2 milímetros; *e*, aislador de papel, suave; *f*, papel impreso, y *g*, envolvente.

nario bajo plomo, de aquí la posibilidad de emplear postes más ligeros.

Entiéndase bien que se pueden colocar sobre los mismos postes un número cualquiera de líneas y trabajar en una de las líneas mientras que las otras están en servicio. Se han colocado hasta cinco cables en los mismos postes y están en servicio desde hace seis años sin que haya ocurrido ningún accidente. Las descargas atmosféricas aparecen sin efecto, probablemente á causa de la existencia del cable soporte, que está conectado permanentemente con la tierra.

Esta línea está sobre postes de castaños, espaciados normalmente de 27 á 30 metros y, excepcionalmente, 45 metros. Los postes de los extremos sufren un esfuerzo de 11.400 kilogramos y deben, por consecuencia, sujetarse sólidamente con cables. Se les calcula, por otra parte, de manera que no puedan ceder más que después de los cables-soportes.