

## El laboratorio hidráulico del Instituto Politécnico Emperador Pedro El Grande. San Petersburgo.

---

(Traducido de *La Houille Blanche*, de Abril de 1912 por R. E. S.)

---

En la época de su fundacion, este laboratorio debia principalmente responder a las necesidades técnicas de las secciones fundamentales del Instituto (electrotecnia, metalúrgia, construcciones navales); es por lo que se le ha dispuesto en forma de una sala de máquinas.

Se le ha instalado en un edificio especial, adyacente a una torre de puesta en carga hidráulica. Esta situacion ha sido escogida a fin de utilizar esta torre para surtir un reservorio i otros órganos de regulacion necesarios al mantenimiento de una presion constante en las canalizaciones.

El laboratorio comprende una sala principal de máquinas de 16,67 m  $\times$  12,80 m, a la cual se agrega un edificio de dos pisos, en que se encuentran dispuestos los principales aparatos i máquinas.

El laboratorio dispone, ademas, en torno de la torre, de una serie de piezas ocupadas por un taller, un depósito, cámaras de servicio de personal, una pequeña biblioteca, etc.

Se ha querido organizar, desde luego, lo mas completamente posible las medidas i los ensayos de turbinas hidráulicas i de diferentes bombas. La falta de medios y de lugar no ha permitido desarrollar al mismo tiempo i con la amplitud suficiente, la parte hidráulica jeneral, la organizacion de aparatos para el estudio completo de los fenómenos de escurrimiento i del movimiento del agua en los conductos cerrados, los canales descubiertos, etc.

Se acaba de crear en el instituto una nueva seccion de *Géniecivil*, con una division especial hidrotécnica; tambien se proyecta el ensanche de la parte hidráulica jeneral.

La mayor parte del sub-suelo de la sala principal de las máquinas está ocupada por un reservorio de agua. Las bombas que sirven el laboratorio se surten en este reservorio; el que a su vez recibe el agua utilizada en las turbinas, etc., que hace así un ciclo completo, i mantiene el nivel de la reserva sensiblemente constante.

Para que esta agua no se altere se le cambia varias veces al año; existen, al efecto, tubos en la canalizacion del instituto. El reservorio en concreto armado que tiene 2,50 m de profundidad i 48,5 m<sup>2</sup> de superficie se encuentra cubierto de planchas de madera reposando sobre vigas de concreto armado. Cajones especiales permiten, cerrando las aberturas correspondientes, aislar una u otra de las partes del depósito i utilizarlas como reservorio para las medidas volumétricas, i el etalonaje de los diferentes aparatos, etc.

Como se ha dicho mas arriba, el agua del reservorio es conducida a los diversos aparatos por la accion de bombas. Se emplea, desde luego una bomba-turbina de 400 milímetros de la usina Schille (en Frankfort-Buckenheim) que proporcione 350 litros por segundo, bajo una presion de 5 metros. Esta bomba es accionada por medio de correa por un motor de corriente continua de la usina Deutsche Electricitätswerke (Aix-la-Chapelle) de 45 HP. La cantidad de agua proporcionada por la bomba es reglada por el número de vueltas del motor.

Un tubo de fierro remachado de 400 milímetros conduce el agua a un reservorio de fierro en donde pueden ser colocadas las turbinas abiertas.

Una turbina Pirwitz (Riga) sistema Francis, tipo *normal*, se encuentra instalada para servir a los trabajos prácticos de los estudiantes. El diámetro de la rueda motriz es de 500 milímetros, la potencia 10 HP bajo una carga de 3 metros, a la velocidad de 180 vueltas por minuto.

Despues de haber atravesado la turbina, el agua es conducida por una bomba aspirante a un recipiente de concreto armado i de ahí por una serie de estanques de reposo, cae en un canal hidrométrico de concreto armado, de 9 m de largo, 1 m ancho y 1,40 de profundidad, terminado por un vertedero para la medida de los gastos.

El árbol vertical de la turbina pasa al segundo piso de donde se encuentra suspendida por un pivot anular. En la estremidad libre del eje se ha dispuesto un freno de Prony. La presion del freno se trasmite a la plataforma de una balanza decimal por una doble palanca.

En esta misma cámara se ha dispuesto un aparato para medir la presion bajo la cual funciona la turbina. Se compone de dos flotadores encerrados en vasos cilindricos que comunican con los niveles de llegada i salida del agua. La posicion de los dos flotadores de este aparato, construido por R. Fuess de Berlin, se conecta por indicadores especiales sobre un soporte colocado en la cámara.

Se regula la turbina, sea a mano, sea por un regulador automático de aceite.

Se puede reemplazar la turbina Francis por una turbina de gran velocidad «Hercule Progres» de la usina Singrün i C.<sup>a</sup> (Epinal) diámetro 400 milímetros, 12 HP a 243 revoluciones por minuto. La regulacion es hecha por una campana cilindrica. Esta turbina Singrün está montada sobre un eje i nn pivot del sistema Pirwitz, de

manera que la parte superior no cambia. Para mantener la presión constante, se utiliza un vertedero interior especial con conducto de evacuación a boca llena.

El canal de concreto indicado más arriba sirve al mismo tiempo para los trabajos hidrométricos, en el curso de los cuales los estudiantes miden el gasto con molinetes, tubos de Pitot, etc.

El vertedero colocado en la estremidad del canal consiste en una compuerta de de palastro de paredes delgadas, fijada en colisas de fundición, embutidas en las paredes mismas del canal.

Se mide la altura del agua sobre la arista, sea en el canal de escape mismo, sea en dos pequeñas cámaras que comunican con él, una de las cuales está provista de un flotador construido por la Sociedad Genovesa. Se emplea, con este objeto, una punta invertida Bodgen (Hook Gauge). El aparato es construido por R. Fuess.

Reemplazando la compuerta vertedero por una compuerta cerrada, se obtiene de nuevo un reservorio para las medidas volumétricas.

Además de la baja caída que acaba de ser descrita, el Laboratorio posee aun otras dos, una mediana (14 metros) i una alta caída (35 metros). Con este objeto se dispone:

1.º De una bomba Worthington, de dos pisos, de 17 litros por segundo, bajo una presión manométrica de 35 metros, directamente acoplada a un motor eléctrico de 18 HP, de la casa Deutsche Electricitätswerke (Aix la Chapelle).

2.º De una bomba turbina de 250 mm, proporcionada por Otto Schwade d'Erfurt (100 litros por segundo, bajo una presión manométrica de 15 metros), acoplada por manchón elástico a un motor de 30 HP, proporcionado por Otto Kestner, de Moscow.

Los tubos terminan, a la vez, en un canal especial.

3.º De una bomba diferencial de Dobroff i Nalgoltz, de Moscow. Todas estas máquinas comunican con la red general de conductos del Laboratorio.

En la sala de las máquinas, los tubos son suspendidos a vigas con concreto armado que cubren el reservorio.

La presión de 35 metros es mantenida por un pequeño depósito de palastro ( $D = 1.50$  m;  $h = 1.40$  m) colocado inmediatamente encima del gran reservorio del Instituto.

La presión de 14 metros es realizada por un sistema de permutación montada sobre la canalización a media altura de la torre. Abriendo las válvulas correspondientes, se puede, por un tubo, enviar agua en exceso en el depósito superior.

Se encuentran unidos a la canalización:

1.º Una rueda tanjencial (Pelton), de la casa Escher Wyss, de Zurich, que proporciona 7 HP bajo una carga de 35 metros, a la velocidad de 450 vueltas por minuto.

2.º Una turbina especial Francis, de Th Bell de Kriens, dando 12,6 HP bajo una carga de 14 metros, con un aparato regulador Bell-Schaad i dos ruedas motrices de repuesto, una de tipo normal (velocidad 660 revoluciones por minuto) i la otra a velocidad reducida (500 revoluciones por minuto).

Conductos especiales de concreto conducen el agua de las turbinas a los vertederos en que se miden los gastos.

El nivel, cerca de los vertederos, se mide en cámaras especiales que comunican con los canales.

En el canal de la turbina Bell, se ha dispuesto un estanque tranquilizador, en que se puede, como sobre el gran canal, hacer medidas volumétricas.

Este vertedero colocado en la estremidad (instalado en 1900) debe servir a los estudiantes de la sección de ingenieros constructores para efectuar medidas precisas sobre el escurrimiento de los líquidos.

Estas dos turbinas están provistas de reguladores automáticos. Se sirve especialmente de la turbina Escher Wyss para los ensayos de regulación. La turbina acciona por correa un dinamo que trabaja sobre un reostato de lámparas.

Las variaciones de velocidad de la turbina, debidas a las variaciones bruscas de la carga, son registradas por un taquígrafo Horn.

Sobre el eje se encuentra montado un volante con yantas de repuesto para realizar variaciones del momento de inercia de las masas giratorias. Con las variaciones de estas últimas i el reglaje de la resistencia del péndulo centrífugo, i del freno, se pueden tener diversas clases de curvas de regulación.

Se estudia también la variación del período i la amplitud de la perturbación de la velocidad de la máquina, etc.

La potencia de las turbinas se miden con frenos de Prony.

En todos los frenos del Laboratorio, la engrasadura de las partes frotantes, se ha separado del enfriamiento. Esto último se hace interiormente.

Durante los ensayos prolongados, se ha obtenido así un trabajo de los frenos muy estable i regular, permitiendo regular la velocidad de la turbina hasta la detención completa.

Volviendo a las bombas, es preciso señalar el interés particular que presentan las bombas turbinas de Schwade i la bomba de rodillos de Dobroff i Nalgoltz.

La primera (instalada en 1910) ha sido construida según pedido especial con tres repuestos completos de aparatos directores i con ruedas motrices cuyas alabes tienen diversos ángulos exteriores de salida, de  $45^\circ$ , de  $80^\circ$  i de  $135^\circ$ .

Un motor eléctrico con polos auxiliares permite regular la velocidad entre los límites 1 150 i 525 vueltas por minuto.

El conjunto permite estudiar en los más estensos límites los diferentes fenómenos que dan lugar las bombas turbinas.

La bomba de rodillos no es menos interesante: su construcción permite darle velocidades que varían entre 30 i 150 vueltas, gracias a su manejo por correa de 3 pisos i a la regulación del motor entre 500 i 90 vueltas por minuto (motor A E G de 21 HP de polos auxiliares).

Además de los aparatos que se acaba de describir, el Laboratorio posee aun otros para diferentes medidas (manómetros, taquímetros, etc.) i una serie de aparatos para

aforar los gastos por medio de escurrimientos por orificios, i en fin una serie de aparatos hidrométricos.

Entre estos se puede citar: dos molinetes Ott, uno Amsler, tubo de Pitot (Amsler), un tubo Frank-Falter, de Munich, i en fin la última novedad del género (adquirido en 1910), el hidrómetro Dankwerts-Fuess con un piezómetro de dos líquidos, etc., etc.

El Laboratorio posee un taller con un torno i una perforadora.

Se ha gastado hasta aquí, en la explotación del Laboratorio, alrededor de 23 100 rublos (61 500 francos). El gasto anual es de 2 600 rublos, alrededor de 7 000 francos.

El personal se compone del Jefe del Laboratorio M. J. G. Esmann, asistido de M. M. B. A. Bachmeteff i V. E. Klassen; de un mecánico, un cerrajero i un mozo de Laboratorio.