



El Ondino en la represa de Trollhättan

## TURBINAS DE AGUA NOHAB

Nuestra sección técnica comprende ingenieros expertos con muchos años de experiencia, tanto teórica como práctica, de diseño, construcción, montaje y funcionamiento de turbinas de agua, lo que, en combinación con los recursos de nuestra sección de investigaciones, nos permite construir conjuntos de turbinas de la mejor calidad. Nuestra sección técnica siempre está a disposición de ingenieros y otras personas interesadas con consejos respecto a instalaciones hidroeléctricas.

Nuestra sección de investigaciones tiene a su disposición instalación completa de prueba y laboratorios y, a fin de asegurarse de que salgan al mercado solamente los diseños más eficientes, se examinan allí todas las construcciones nuevas.

Nuestra fábrica, una de las más grandes de Escandinavia, está provista de maquinaria modernísima, especialmente apropiada para la fabricación de turbinas de agua con rotores de hasta 10 metros de diámetro.

Nuestros obreros conocen completamente la construcción y el montaje de las turbinas de agua habiendo estado en nuestra organización por muchos años.

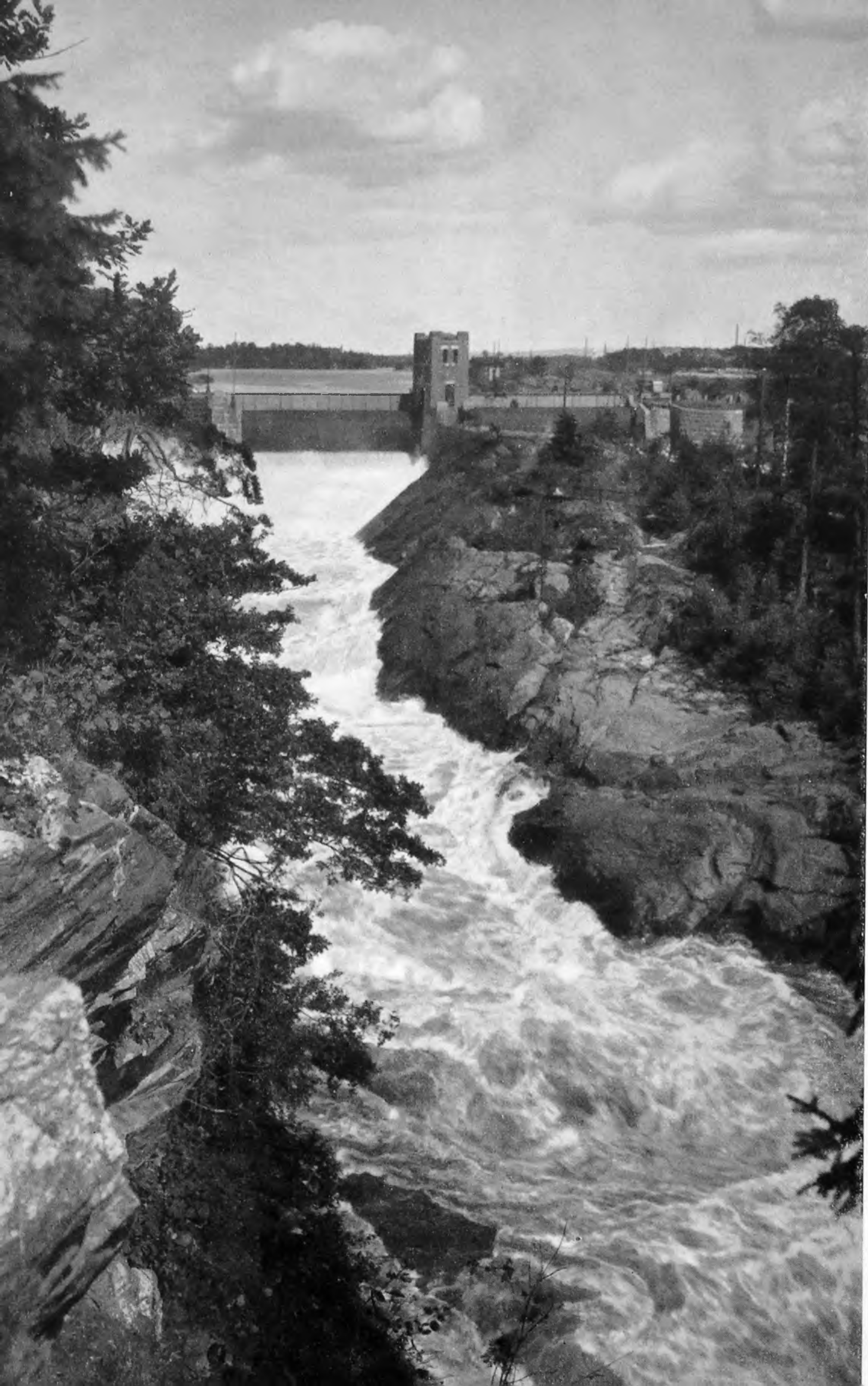
Nuestra práctica ha sido obtenida en un período de casi 100 años, dedicada al desarrollo de las turbinas de agua.

Nuestra política es suministrar conjuntos de la mejor clase posible haciendo así renombrada y distinguida nuestra casa.

**NOHAB**

TURBINAS DE AGUA  
Y  
ACCESORIOS





Los saltos de Trollhättan

# LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TROLLHÄTTAN

Es la mayor de las centrales hidroeléctricas de Suecia. Es propiedad de la Administración Real de Saltos de Suecia y está situada a la orilla del río Gotha unos 80 kilómetros al norte de Gotemburgo.

En 1910 se instalaron los primeros equipos y, en 1920 los últimos, en total trece conjuntos. Ocho de ellos comprenden turbinas gemelas NOHAB, de eje horizontal y tipo Francis, encerradas en cajas de chapa de acero, cada una con las siguientes características:

Potencia .....	12 500 HP
Altura del agua .....	30,4 metros
Velocidad .....	187,5 r. p. m.

Los reguladores, del tipo NOHAB a presión de aceite, dirigen los servomotores conectados a los aros que operan las paletas directrices mediante bielas de acero forjado. La alimentación de aceite se efectúa mediante bombas de émbolo accionadas por correa.

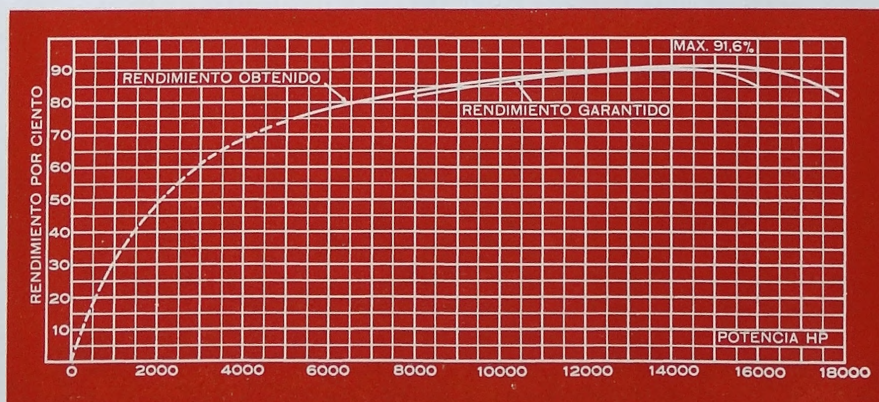
Hace algunos años decidimos modernizar una de las turbinas NOHAB más vieja y para tal objeto hizimos un modelo de proporción exacta de toda la turbina actual, incluso la caja y el tubo de aspiración.

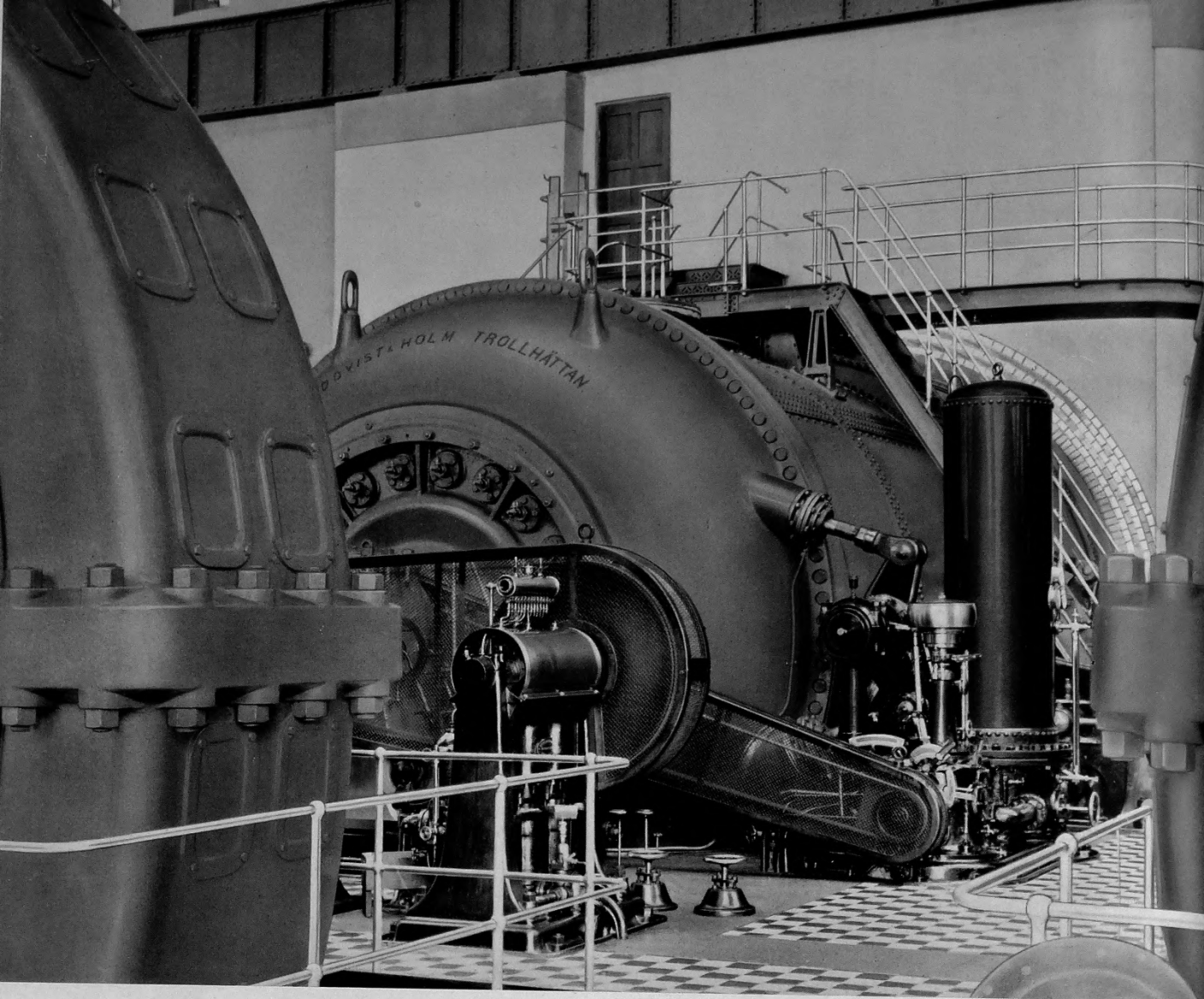
El contrato estipulaba una potencia garantida de 16 600 HP y un rendimiento máximo de 90,5%. En las pruebas oficiales con la turbina reconstruida se obtuvo una potencia de 17 700 HP y un rendimiento máximo de 91,6%.

En comparación con el conjunto original la potencia ha aumentado 5 200 HP y el rendimiento 5,6%. Este aumento del rendimiento significa que de la misma cantidad de agua se obtuvo un aumento de potencia de 2 400 HP.

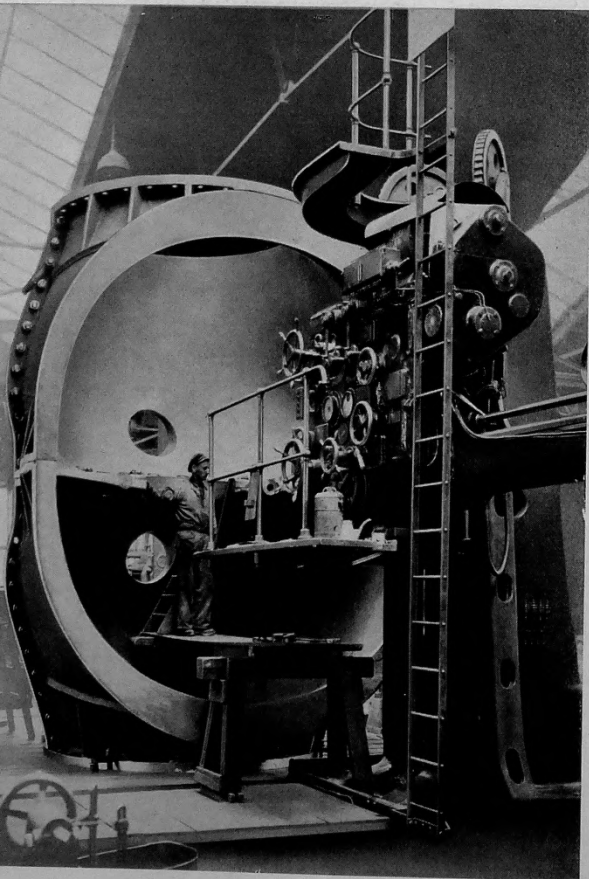
Gracias al funcionamiento excelente de este conjunto conseguimos un contrato por otras cinco reconstrucciones, todas ellas dando aún mejor resultado, pues se obtuvo una potencia de 18 500 HP.

Curva de rendimiento de la turbina reconstruida

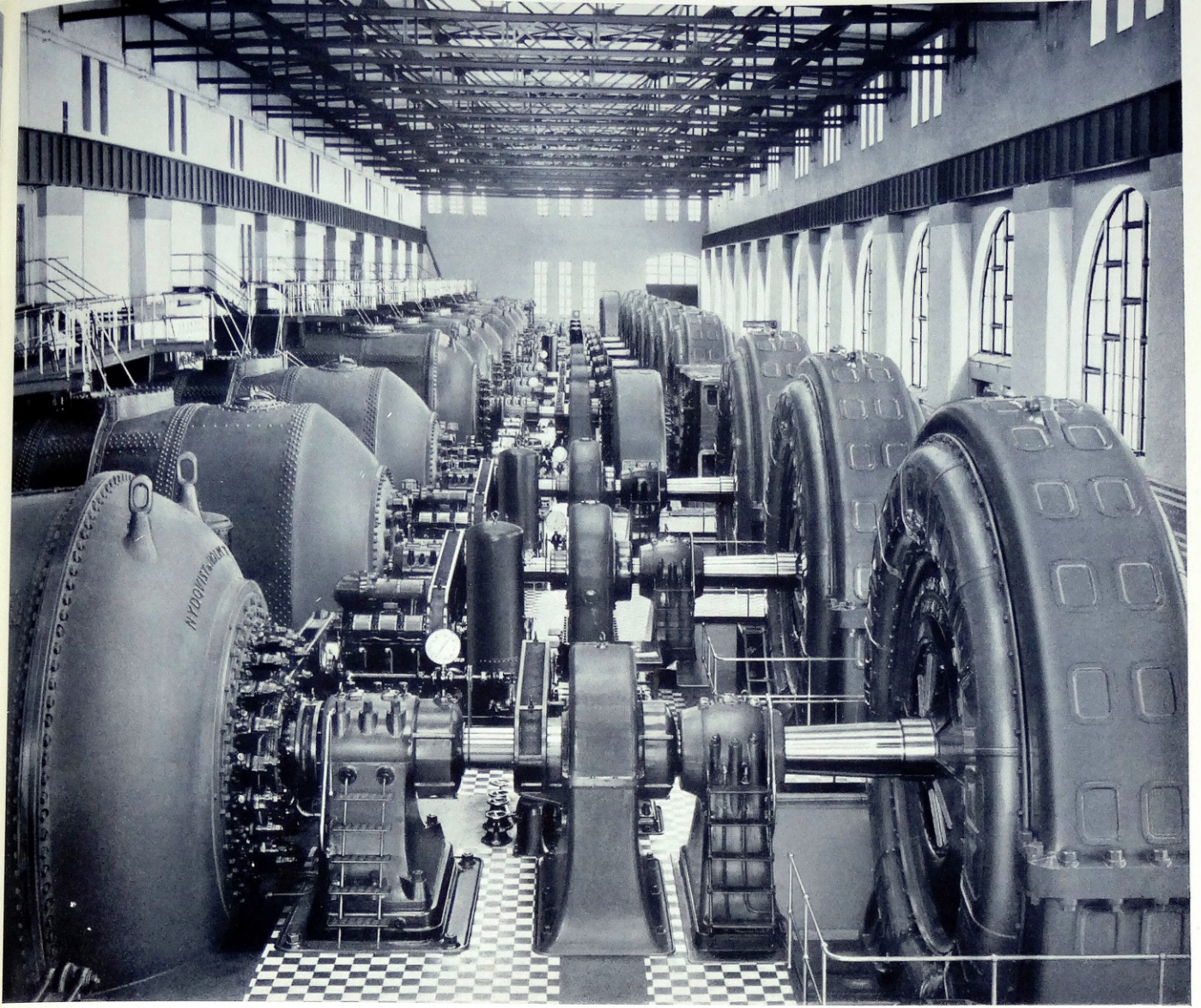




Uno de los conjuntos reconstruidos



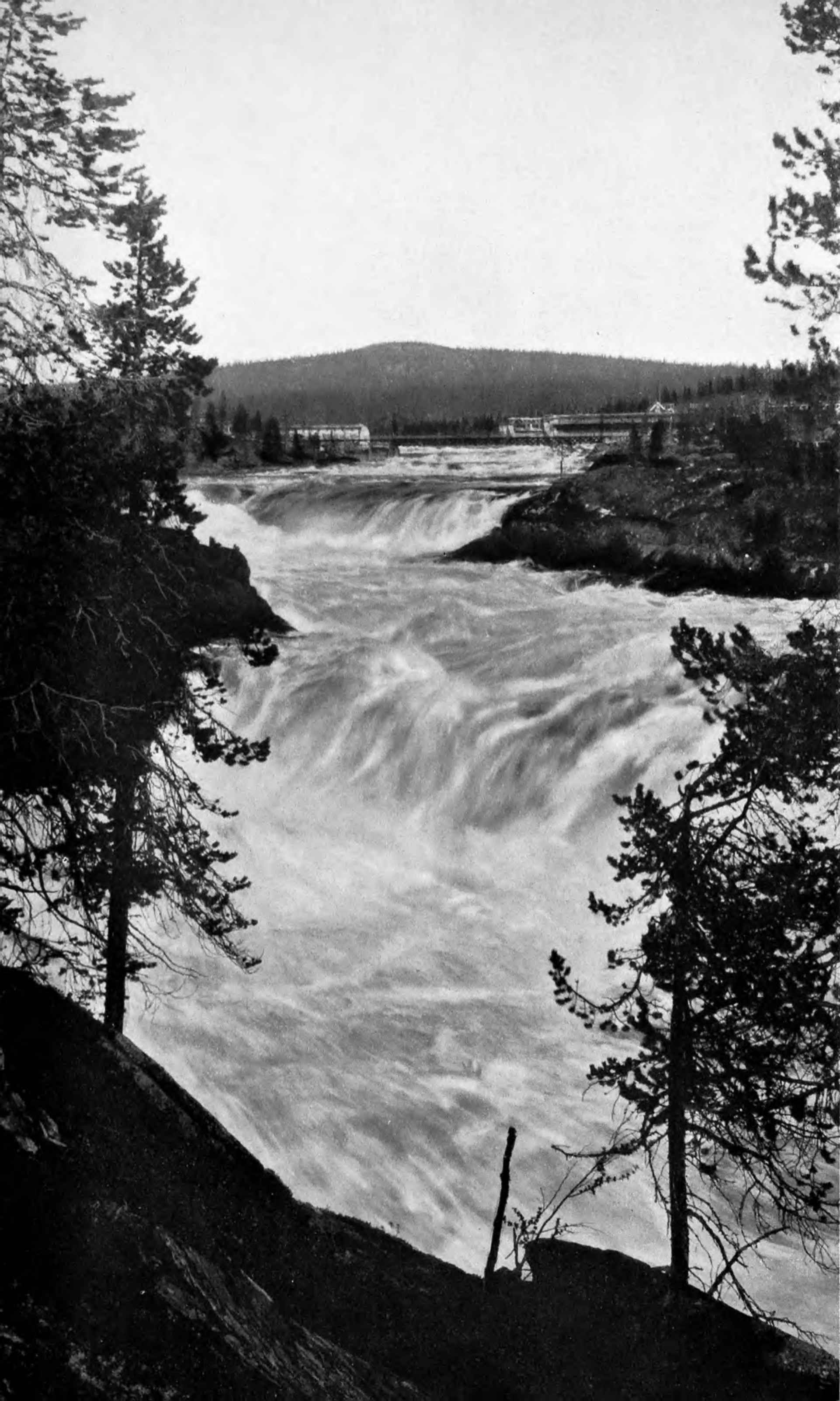
Trabajando a máquina la cámara de aspiración



Interior de la sala de máquinas



La usina hidroeléctrica de Trollhättan



Los saltos bajos de Porjus

# LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE PORJUS

En Porjus está la central hidroeléctrica más septentrional del mundo dentro de las de alguna importancia; está situada a la orilla del Río Lule, 75 kilómetros al norte del círculo polar ártico. La usina pertenece a una serie de grandes instalaciones hidroeléctricas, propiedad de la Administración Real de Saltos de Suecia y administradas por ella; también es, en capacidad, la segunda central hidroeléctrica en Suecia.

La usina comprende ocho turbinas horizontales NOHAB, del tipo Francis con caja gemela. Los datos principales son:

Conjunto	Tipo de generador	Altura del agua metros	Potencia HP	Velocidad monofásica r. p. m.	Velocidad trifásica r. p. m.
1	Doble	53,9	15 000	225	250
2	Simple	53,9	23 800	225	—
3	Simple	53,9	15 100	225	—
4	Simple	53,9	16 000	225	—
5	Simple	53,9	23 800	—	250
6	Doble	53,9	16 000	—	250
7	Doble	53,9	19 700	—	250
8	Doble	55,0	38 000	—	214

Los reguladores son del tipo NOHAB a presión de aceite cada uno compuesto de servomotor, bomba de aceite, acumulador de presión, cabeza con válvulas reguladoras y mecanismo de compensación.

También se proveen dos conjuntos de excitatrices, cada uno de una potencia de 600 HP y una velocidad de 500 r. p. m., accionadas por turbinas horizontales NOHAB del tipo Francis con caja en espiral.

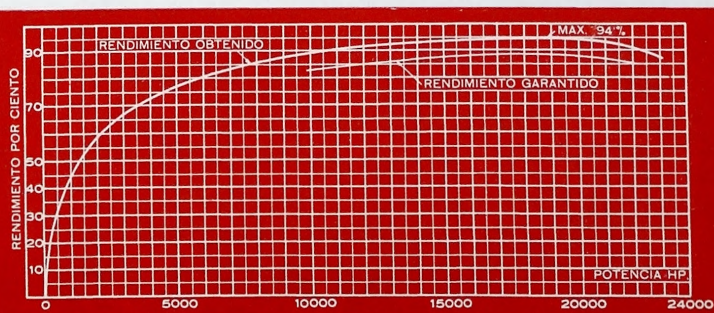
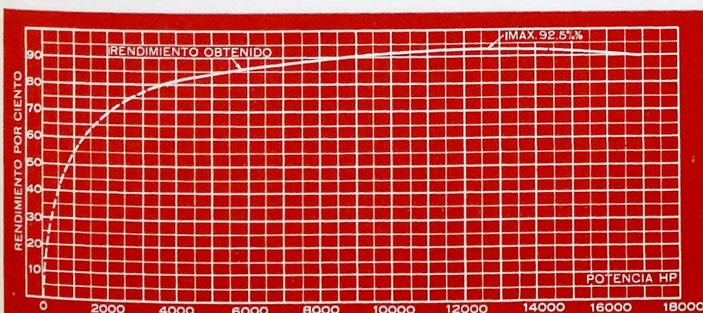
La curva de rendimiento que se ilustra es el resultado de las pruebas con el conjunto de 16 000 HP y es típica de todos los otros conjuntos. Se obtuvo un rendimiento máximo de 92,5 % y, de potencias de 3 600 HP hacia arriba, un rendimiento de 80 % y más. Estos resultados han sido aun aventajados por los obtenidos con los conjuntos reconstruidos de esta usina, como se ve del diagrama en esta página.

En 1938 recibimos un contrato de reconstruir los conjuntos 2 y 5 cuyas potencias anteriormente eran de 15 100 y 15 500 HP respectivamente. El contrato estipulaba una potencia de por lo menos 22 000 HP y la obtenida en las pruebas oficiales fué 23 800 HP. Además, el rendimiento máximo se aumentó a 94 %, siendo los rendimientos a cargas parciales correspondientemente altos, como puede apreciarse en el diagrama.

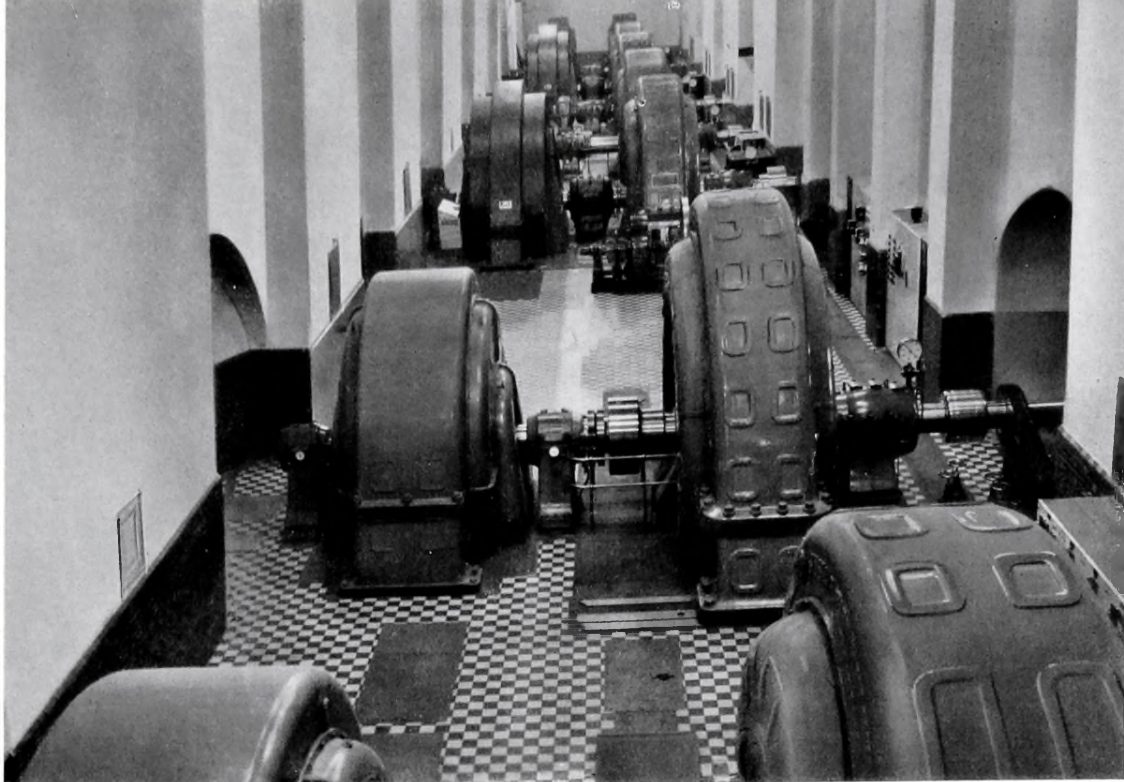
Las piezas reemplazadas son los rotores, las paletas directrices con sus elementos de maniobra, caja de aspiración y el eje con los rodamientos. Debe notarse que la caja de presión y el tubo de aspiración existentes quedaban sin alternaciones y, en vista de esto, el resultado debe considerarse excepcionalmente satisfactorio.

Curva de rendimiento

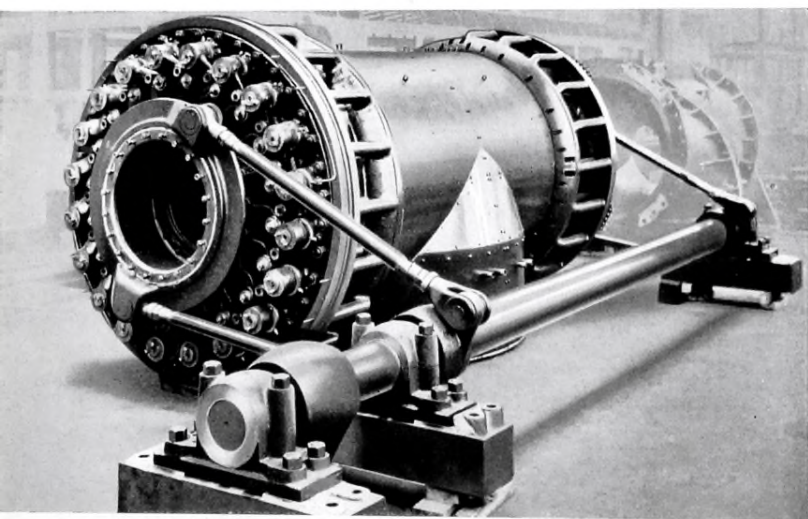
Curva de rendimiento de la turbina reconstruida



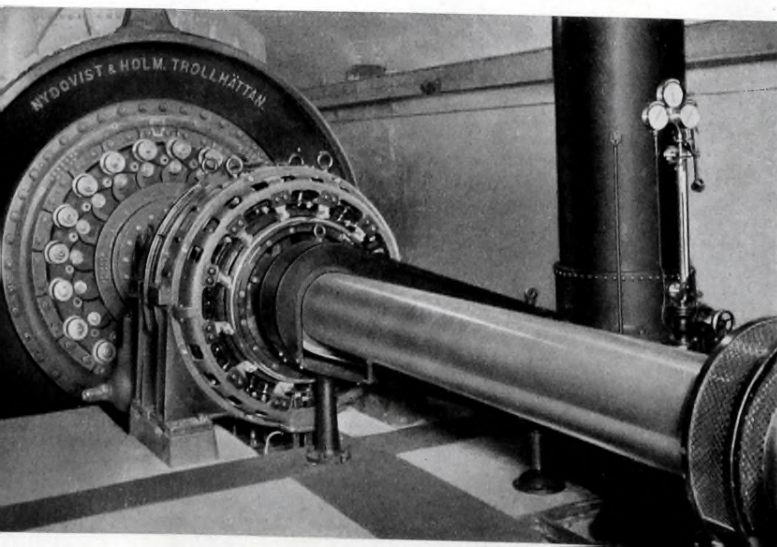




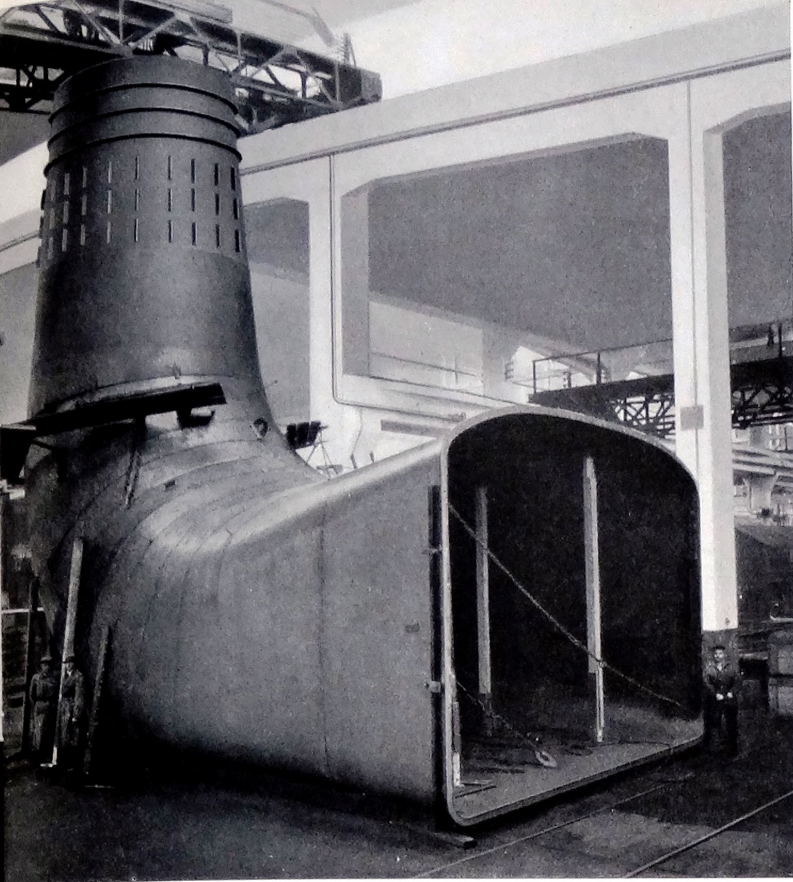
Interior de la sala de máquinas



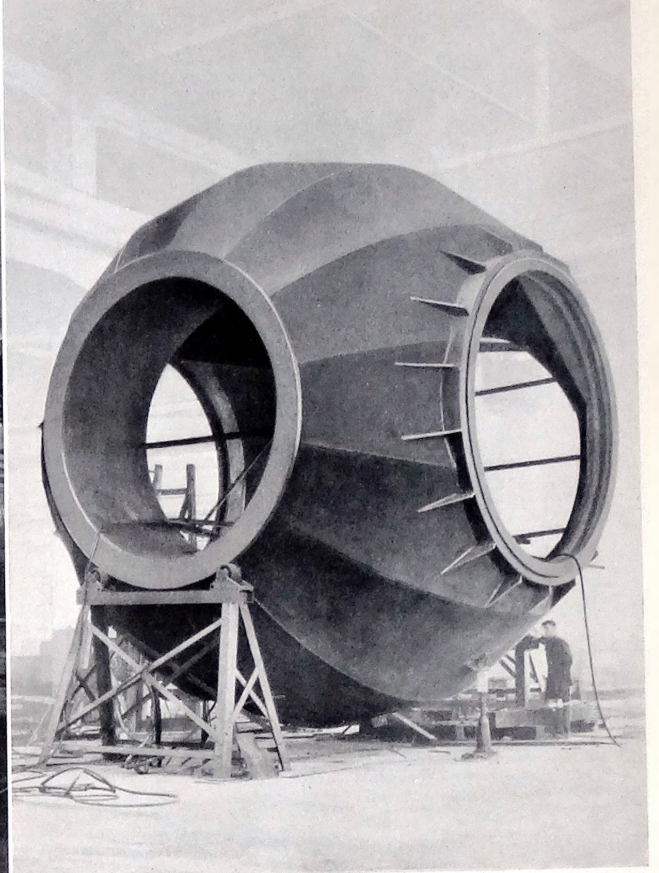
Turbina reconstruida, montada en el taller



Turbina vista desde la sala de máquinas



Camisa del tubo de aspiración



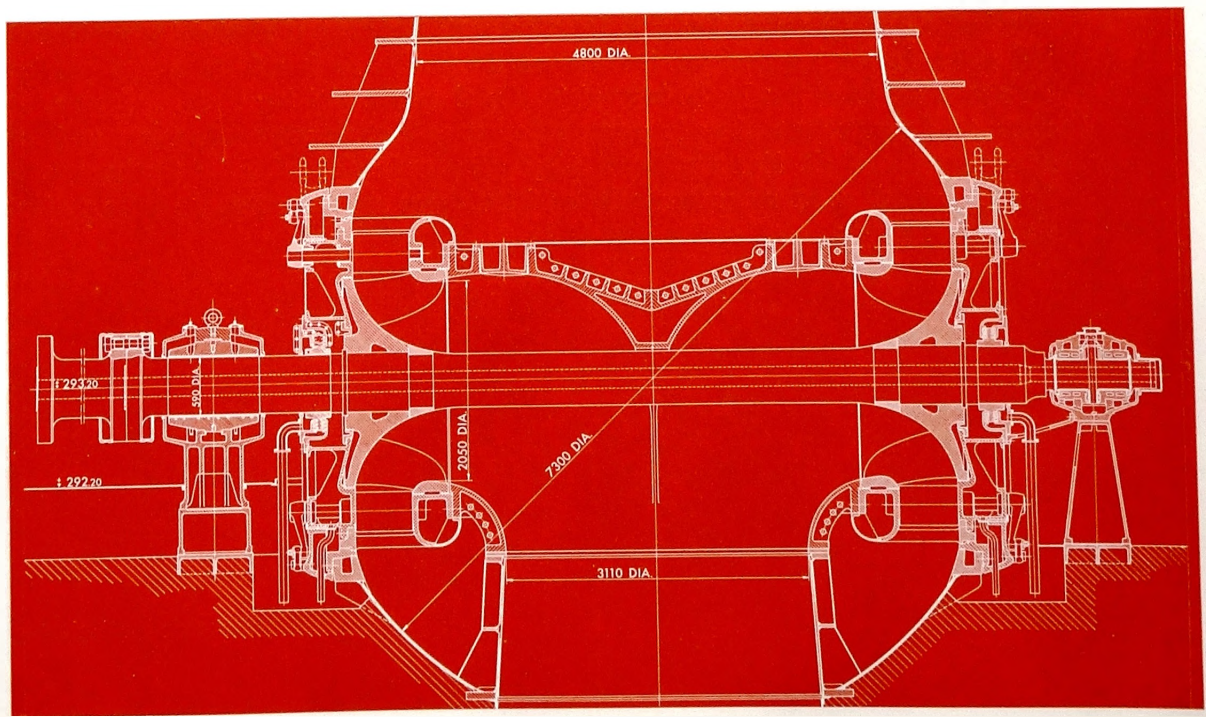
Caja de turbina, obsérvese la forma esférica

Al principio se pensaba que la central de Porjus comprendería catorce conjuntos, pero cuando se decidió la instalación de ocho, se determinó que la extensión futura comprendería tres conjuntos de una potencia mucho mayor, es decir de 38 000 HP cada uno, llevando la potencia global de la central a 244 700 HP o sea que una vez terminada sería la mayor de Suecia.

La nueva turbina que produce 38 000 HP con una altura de agua de 55 metros y 214 r. p. m., tiene algunas características de interés especial. Es la mayor de este tipo existente en el mundo y la caja de la turbina es esférica en vez de cilíndrica como es corriente, un diseño que anteriormente solamente se usaba para muy pequeñas turbinas.

El contrato incluye también regulador, tubo y válvula de entrada. La válvula de entrada es del tipo de mariposa y su diámetro interior es 5 metros.

En pruebas oficiales se obtuvo un rendimiento de 92 %.



Sección de una turbina

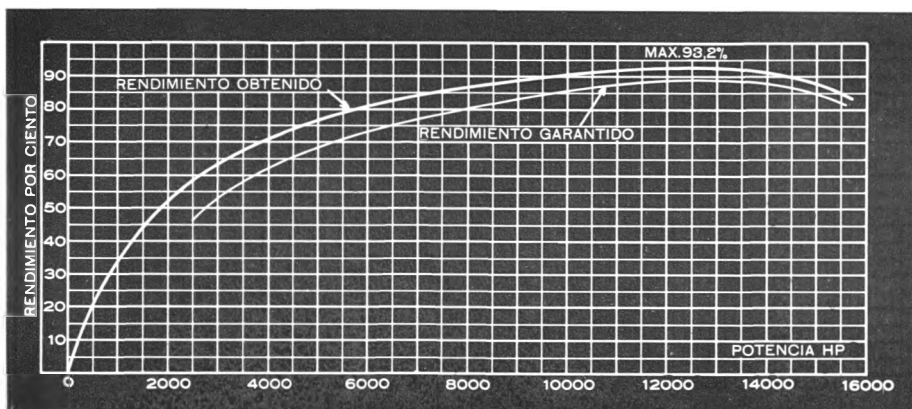
# LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE HAMMARFORSSEN



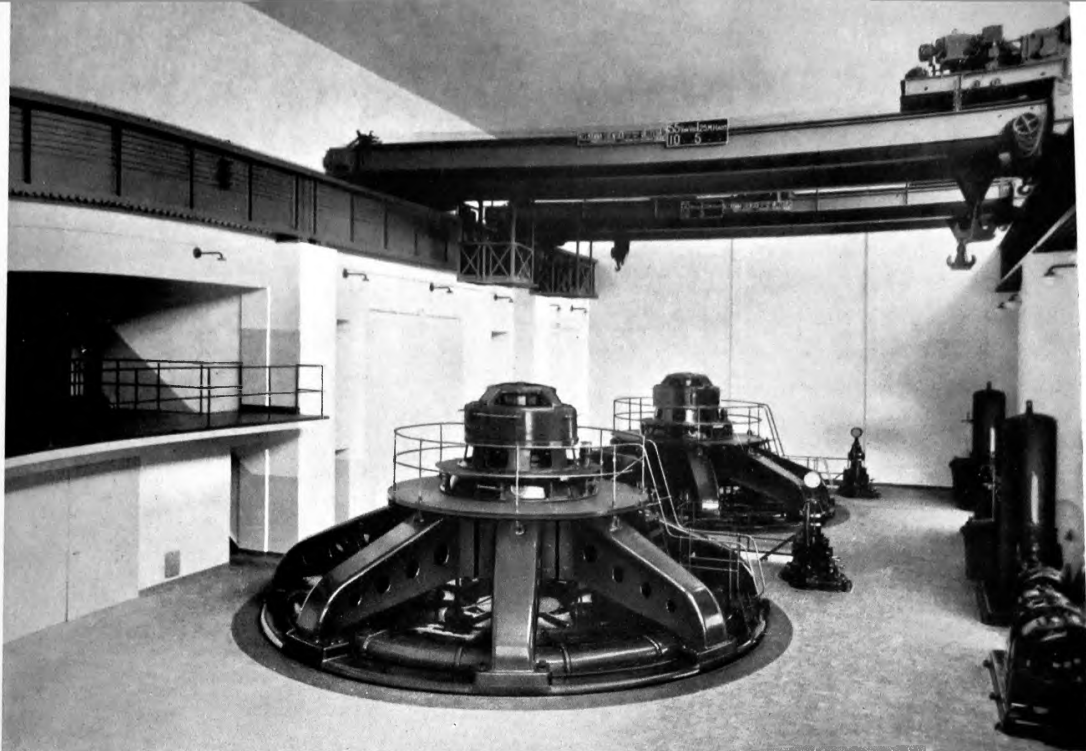
La usina alumbrada por proyectores

Esta central es propiedad de Hammarforsens Kraft Aktiebolag, Estocolmo, y está situada a orillas del Rio Indal en el centro de Suecia. El salto mismo es interesante pues geográficamente hablando, es el último de Suecia y quizás del mundo. Antes de 1796, en el sitio del salto actual habia un gran lago, conocido como el lago Ragunda, cuya desembocadura formaba el salto de Gedungsen de 35 metros de caída. El nivel del lago estaba unos 18 metros encima del nivel actual del salto de Hammarforsen.

En 1790, una compañía de corte y transporte de trozas empezó a hacer excavaciones para facilitar un pasaje más allá del salto despeñado de Gedungsen; casi se habia acabado el trabajo del canal cuando durante la inundación de 1796 se produjo un derrumbamiento tan fuerte que en pocas horas el lago se vació bajando el nivel del agua hasta el del fondo del salto de Gedungsen. De Gedungsen rio arriba se formó un cauce produciéndose así un nuevo rio en el fondo del lago viejo. En el medio del lago, sin embargo, un banco de roca sólida atraviesa el valle perpendicularmente al rio y en este punto se formó otro salto concentrado: el de Hammarforsen. Hoy día queda del salto de Gedungsen solamente el "salto muerto" para recordarnos la catástrofe que secó el cauce de estos poderosos rápidos de otros tiempos.



Curva de rendimiento



Interior de la sala de máquinas

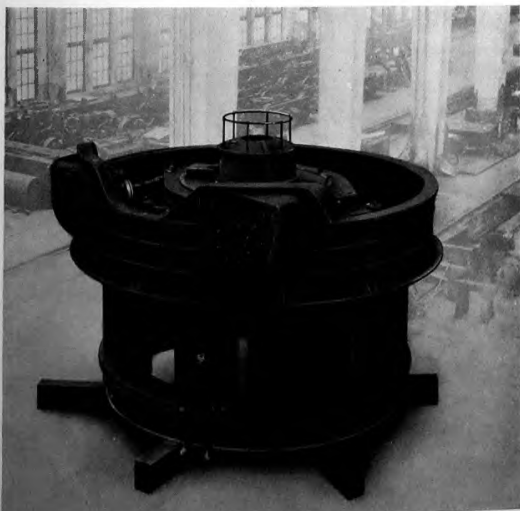
Actualmente están instaladas dos turbinas NOHAB verticales, del tipo Francis de un rotor. La potencia normal de cada una es 15 450 HP con una altura de agua de 19,5 metros y una velocidad de 93,8 r. p. m.

Los rotores son de acero fundido con paletas de chapa de acero; el diámetro de los rotores es 4 metros y pesan 21,5 toneladas cada uno. Las paletas directrices son de acero fundido, descansando en cojinetes de bronce lubricados por grasa; el mecanismo de regulación es del tipo externo con aros de regulación que se mueven sobre rodillos.

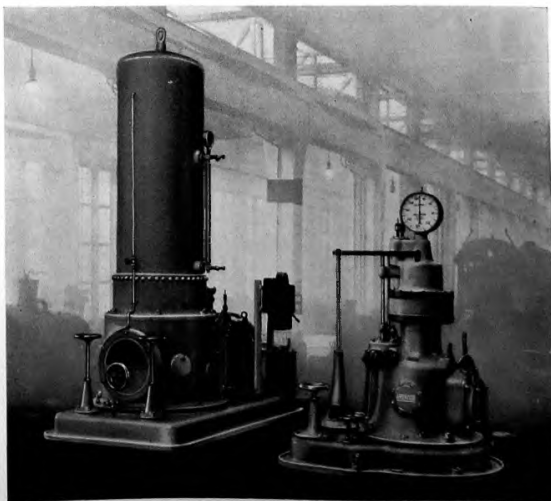
Cada conjunto va equipado con un regulador NOHAB a presión de aceite controlando dos servomotores directamente conectados al aro de regulación. La alimentación del aceite se efectúa mediante una bomba, tipo engranaje, accionada por un motor eléctrico, del tipo de rueda dentada.

Los conjuntos se probaron en el sitio y se obtuvo un rendimiento de 93,2 por ciento, como se ve por la curva de rendimiento en la página opuesta.

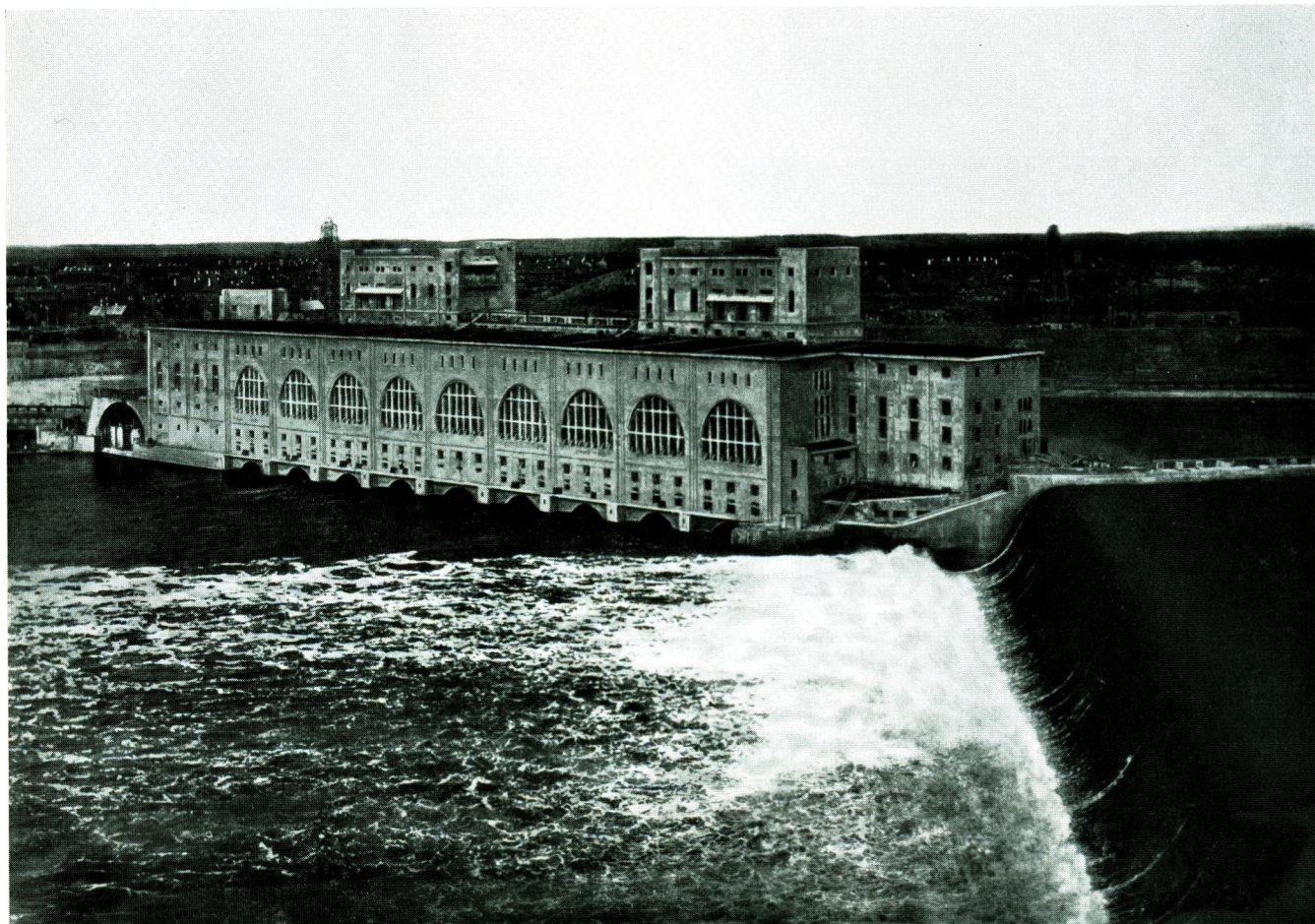
Paletas directrices y dispositivo de accionamiento



Conjunto de regulador y bomba de aceite



# LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE VOLHOV



Esta central produce luz y fuerza para la ciudad de Leningrado y es una de las primeras instalaciones hidroeléctricas construidas por el Gobierno Soviético. Al mismo tiempo recibimos un pedido por diez turbinas verticales, compuestas por:

Ocho conjuntos, cada uno de 11 500 HP ..... 75 r. p. m.

Dos conjuntos, cada uno de 1 600 HP ..... 150 r. p. m.

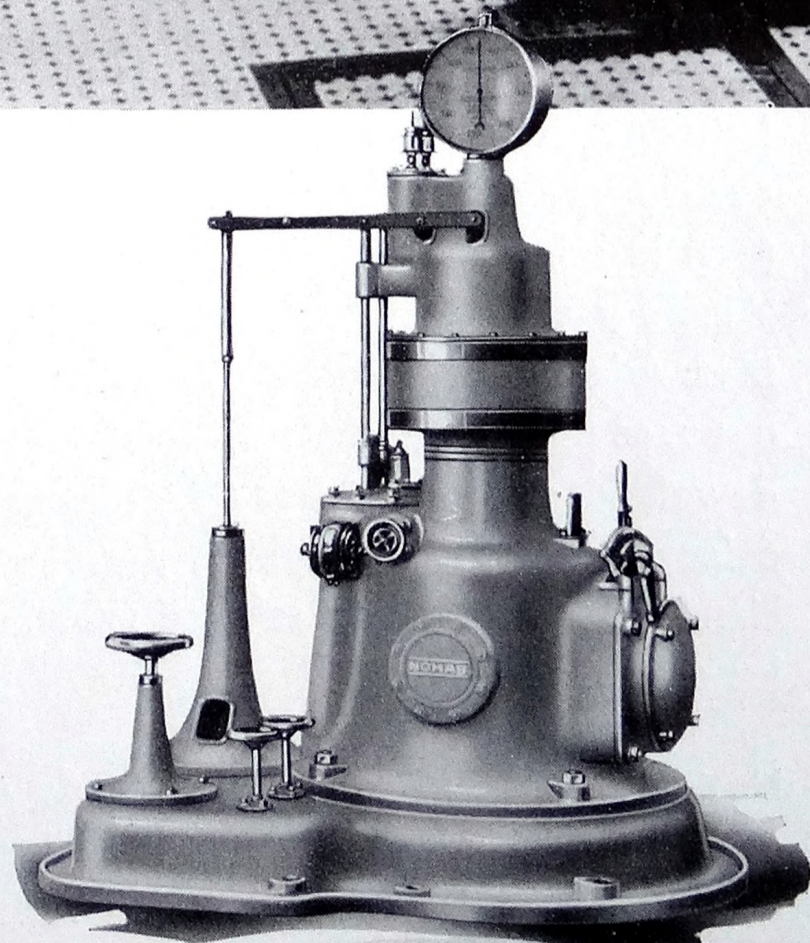
todos operando con una altura de agua de 10,5 metros.

Las turbinas son del tipo Francis y montadas en cajas de hormigón con conducto en espiral. Cada conjunto va equipado con un regulador a presión de aceite, del tipo mostrado.

Recientemente recibimos un pedido del Gobierno Soviético por turbinas Francis de una potencia global de 140 000 HP.



Interior de la sala de máquinas



Regulador