

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE VARGÖN



La central hidroeléctrica de Vargön está situada a orillas del río Gotha en el punto donde aquél río sale del lago Vänern, unos 10 kilómetros río arriba de la gran central hidroeléctrica de Trollhättan. Pertenece a la Administración Real de Saltos de Suecia que también la administra.

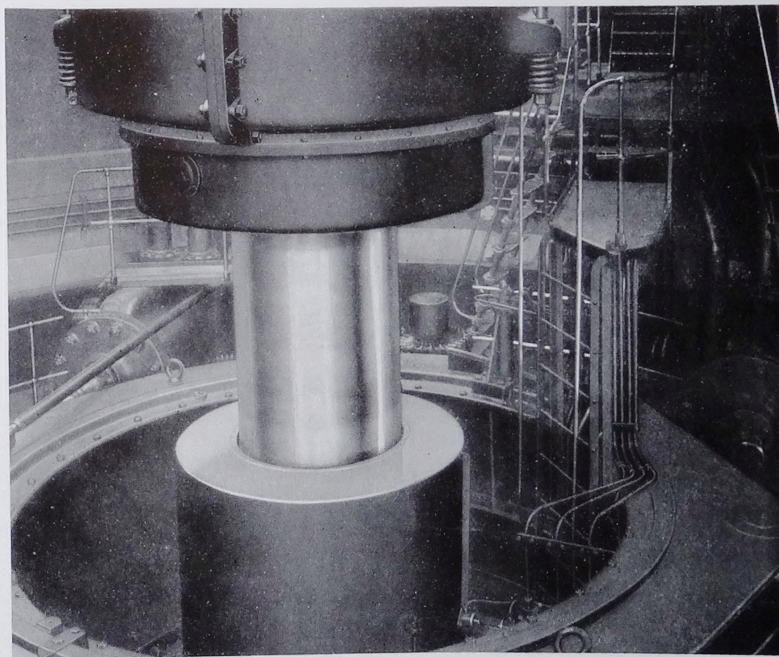
La altura del agua en Vargön es muy reducida y es dudoso que hubiera sido un proyecto económico desarrollar el salto sino fuera por las siguientes razones: la represa necesaria para la usina hidroeléctrica tenía que construirse en conexión con la regulación del lago Vänern y el costo de esta represa hubiera sido casi el mismo con o sin la usina hidroeléctrica. Además, debido a la disposición singular de colocar las turbinas encima del nivel del agua, es decir desposición en sifón, no se precisan compuertas de entrada y las operaciones de voladura para los tubos de aspiración se redujeron a un mínimo. Los generadores están colocados encima del edificio y protegidos de la intemperie por cubiertas de chapas haciendo innecesaria una sala de máquinas. De esta manera se redujeron considerablemente los costos iniciales.

Hasta la fecha, la central comprende dos conjuntos del mismo tamaño, uno de los cuales es una turbina NOHAB de 13 600 HP con una altura de agua de 4,3 metros y una velocidad de 46,9 r. p. m. La altura de agua varía desde 2,7 hasta 5,7 metros y la potencia máxima es 18 000 HP.

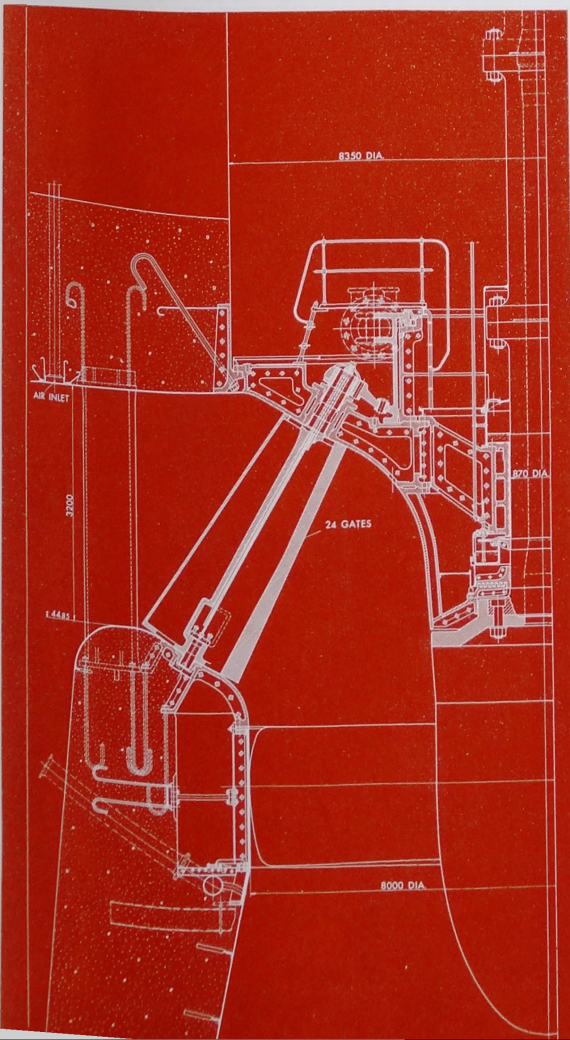
Uno de los dos conjuntos actualmente instalados es una turbina NOHAB vertical, de hélice, con paletas ajustadas por regulador. La turbina está encerrada en una caja de hormigón en espiral y la entrada está dispuesta en sifón permitiendo que se vacíe la caja en espiral mediante un eyector. El rotor que es el mayor del mundo, tiene un diámetro de 8 metros y pesa 100 toneladas; tiene 4 paletas de acero cromo-níquel montadas en un cubo de acero fundido. Las paletas directrices son de acero fundido y el espacio entre dos de ellas es tan grande que un hombre montado a caballo puede pasar fácilmente. El eje principal es del tipo hueco, de 870 mm. de diámetro, y provisto de bridas de acoplamiento macizas y forjadas.

La turbina está equipada con regulador a presión de aceite NOHAB de una capacidad de 60 000 kilogrametros. En gran parte, la usina es gobernada a distancia desde la cámara de mando en Trollhättan.

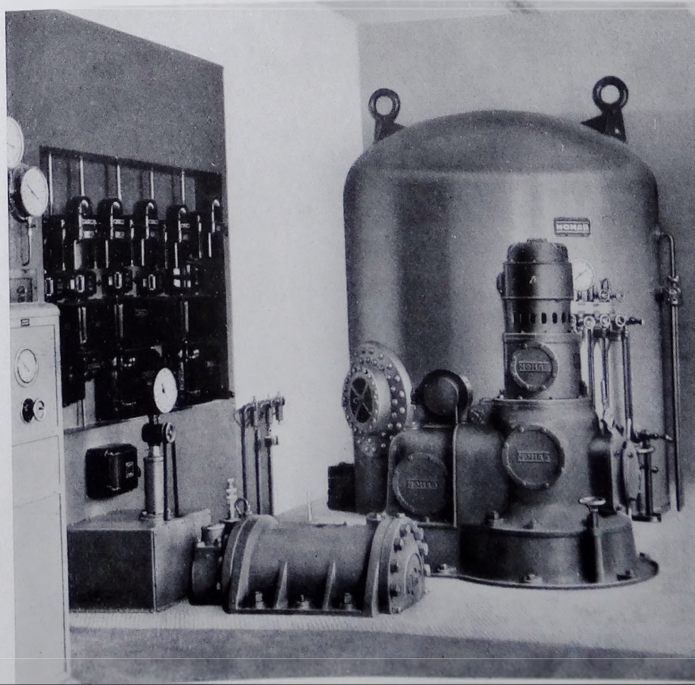
Foso de la turbina con eje, aro accionando las paletas directrices y los dos servomotores que las dirigen



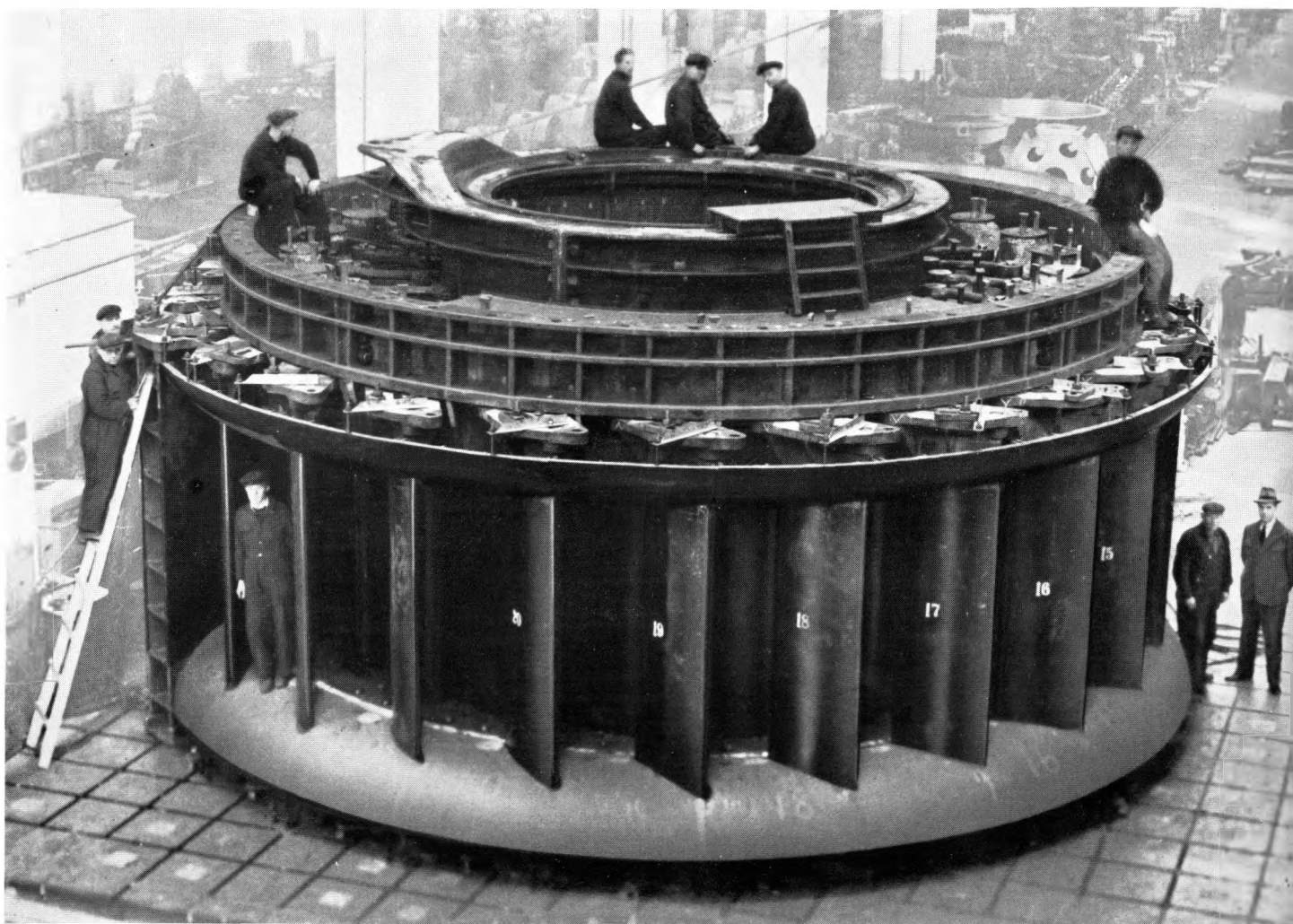
Sección de la turbina



Regulador



LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE MIDSKOGSFORSEN

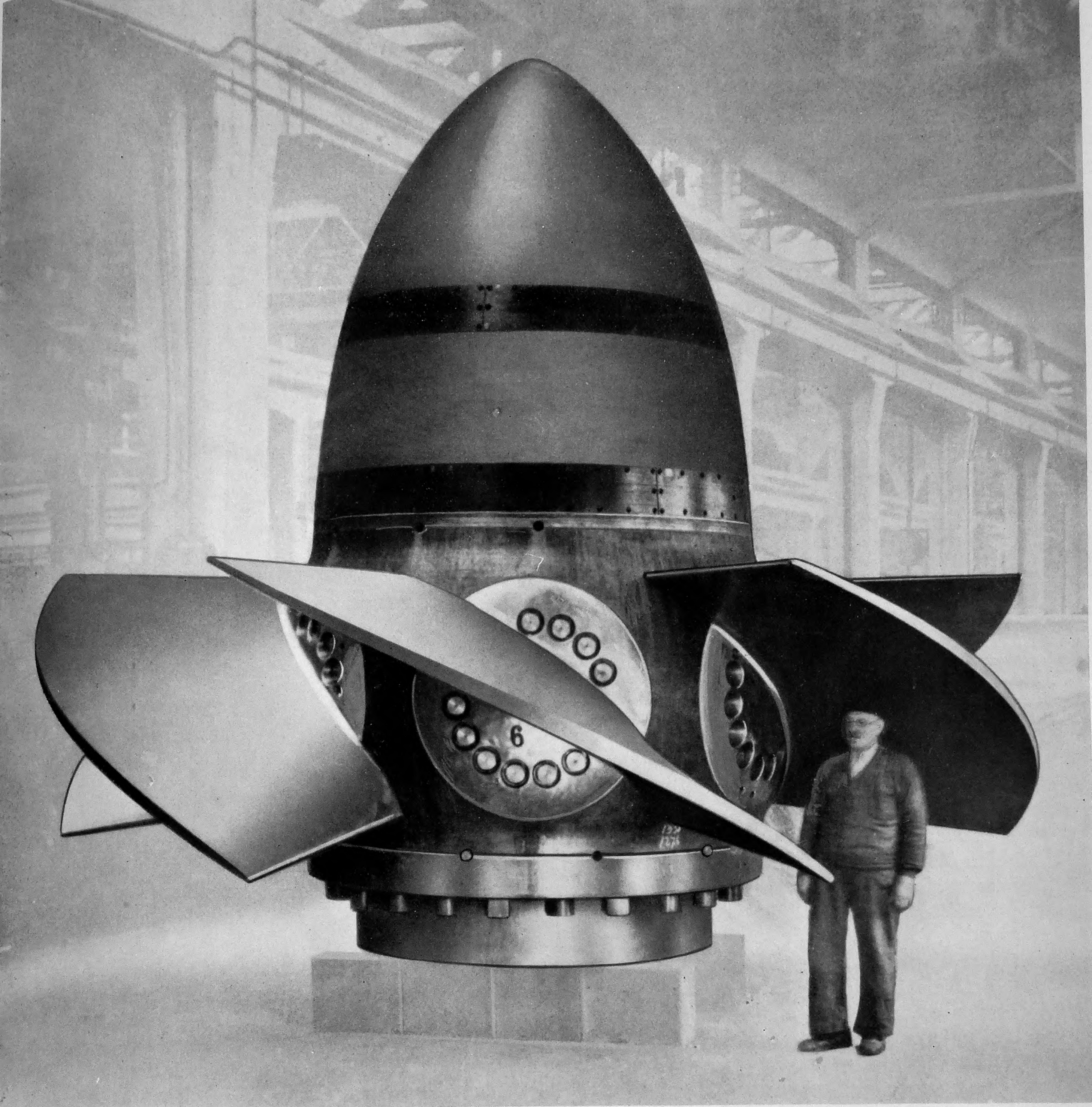


Paletas directrices

Esta central pertenece a la Administración Real de Saltos de Suecia y está situada a la orilla del Rio Indal.

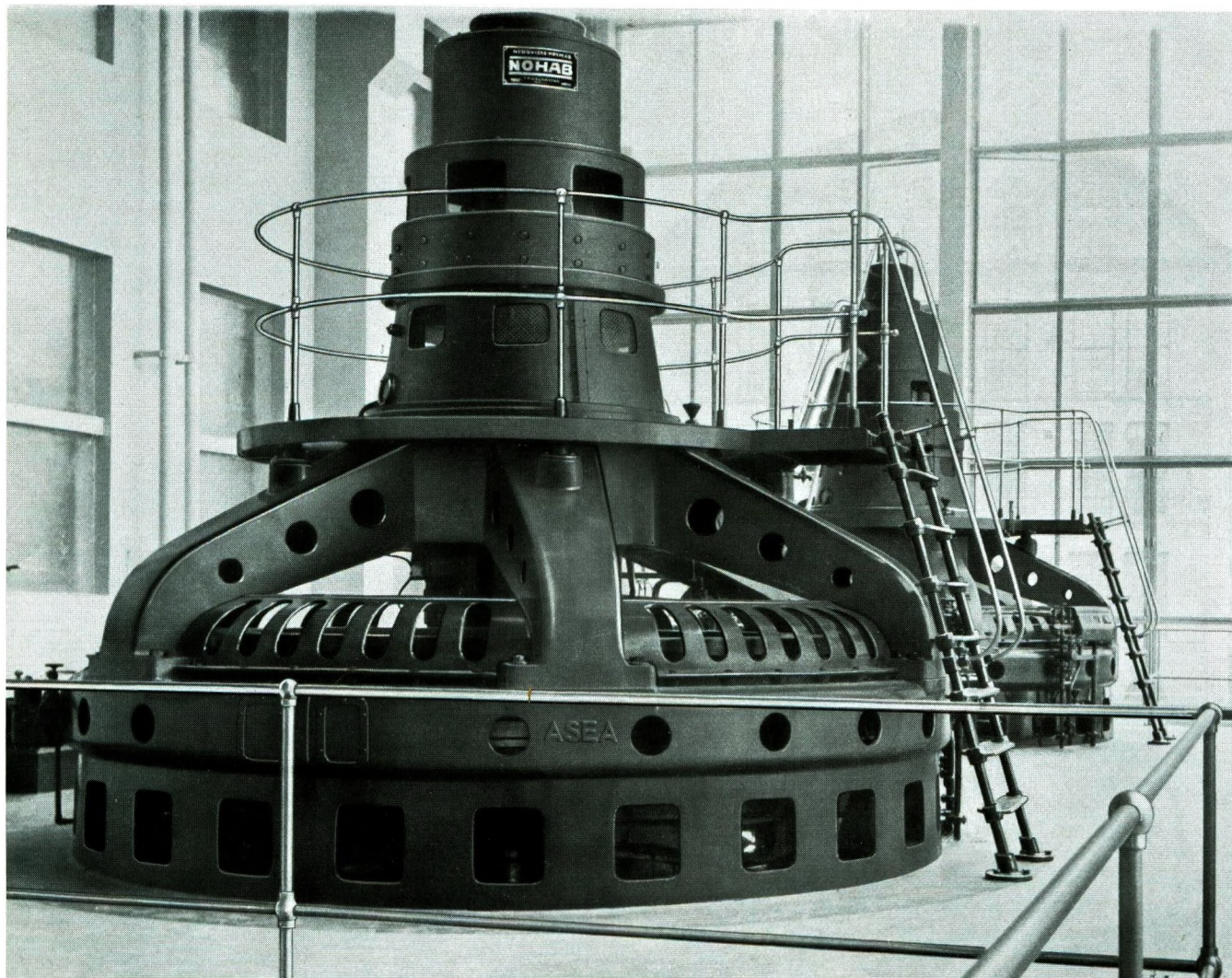
La central comprende dos turbinas verticales NOHAB con paletas ajustadas por regulador. La potencia de cada una es 55 000 HP con una altura de agua de 30 metros y una velocidad de 136,4 r. p. m. La potencia máxima es 68 000 HP y las turbinas están encerradas en una caja de hormigón en espiral. El diámetro de los rotores es 5,3 metros y cada uno tiene 6 paletas de acero cromo-níquel, montadas en un cubo de acero fundido. Las paletas directrices son de acero fundido.

Cada conjunto está provisto de reguladores a presión de aceite de una capacidad de 50 000 kilográmetros. El servomotor que regula las paletas está colocado entre las bridas de acoplamiento de los ejes de la turbina y del generador.



Rotor

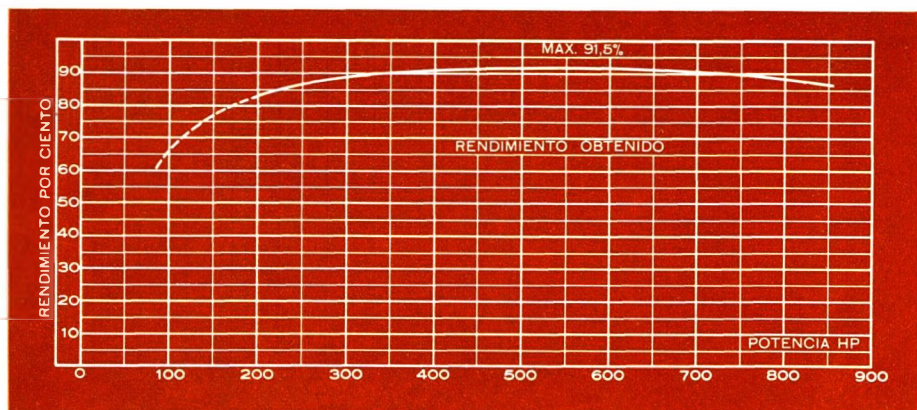
LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE GRYT



Esta central pertenece a Norrköpings Bomullsväveri Aktiebolag y está situada a orillas del Río Motala, en el centro mismo de la ciudad de Norrköping, Suecia. La altura del agua es reducida y esta usina es un ejemplo típico de como en tales circunstancias se pueden obtener ventajas gracias a la instalación de una turbina del tipo moderno de hélice en vez de una turbina Francis.

La usina vieja, ahora elimiada, se componía de tres turbinas verticales Francis de una potencia total de 400 HP; en cambio, la nueva usina comprende dos turbinas NOHAB del tipo vertical de hélice con paletas ajustadas por regulador; cada turbina está directamente acoplada a un generador vertical.

Cada turbina está construida para una potencia normal de 665 HP con una altura de agua de 2,7 metros y una velocidad de 125 r. p. m. La altura del agua varía de 2,5 a 3,1 metros y la sobrecarga permisible es 25 %. Las turbinas están alojadas en cajas de hormigón en espiral y la entrada está dispuesta en sifón facilitando que se vacíe la caja y que el agua suba y circule por las paletas directrices.



Curva de rendimiento

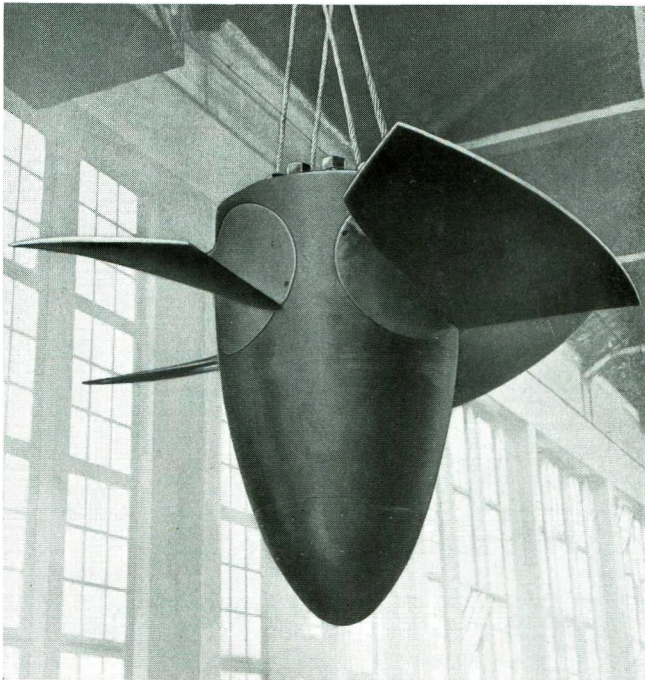
LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE ELDFORSEN

La usina de Eldforsen está situada a orillas del tributario del Rio Dal, Suecia, y al principio comprendía nueve turbinas Francis de una potencia total de 1 955 HP. Ahora éstas han sido reemplazadas por otra instalación comprendiendo una turbina NOHAB vertical del tipo de hélice con paletas ajustadas por regulador. La potencia de la turbina es 4 250 HP con una altura de agua de 7,15 metros y una velocidad de 167 r. p. m.

La turbina está alojada en una caja de hormigón en espiral y se vacía por un tubo de aspiración de hormigón al canal de partida. El rotor tiene cuatro paletas de acero cromo-níquel montadas en un cubo de acero fundido. Las paletas directrices son de acero fundido con ejes que pasan por los prensaestopas en las placas del techo, donde se conectan mediante palancas y correderas al aro de regulación.

El regulador del tipo NOHAB dirige tanto la abertura de las paletas directrices como las paletas del rotor. El servomotor que regula las paletas está colocado encima del generador. El aceite se alimenta mediante una bomba del tipo de engranajes, accionada por correa desde el eje de la turbina. El regulador está colocado en el piso debajo de la sala de máquinas, gobernado a distancia desde un tablero de maniobra separado.

En conjunto se probó en el sitio y, como se ve de la curva de rendimiento, se obtuvo 91,7 % de rendimiento máximo y, a carga menor de $\frac{1}{4}$, el rendimiento excedió el 85 %.

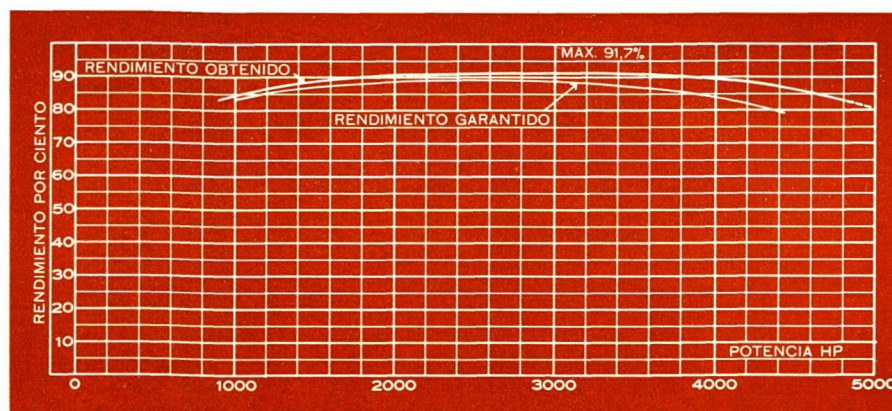


Rotor



Paletas directrices

Curva de rendimiento



LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE HOJUM

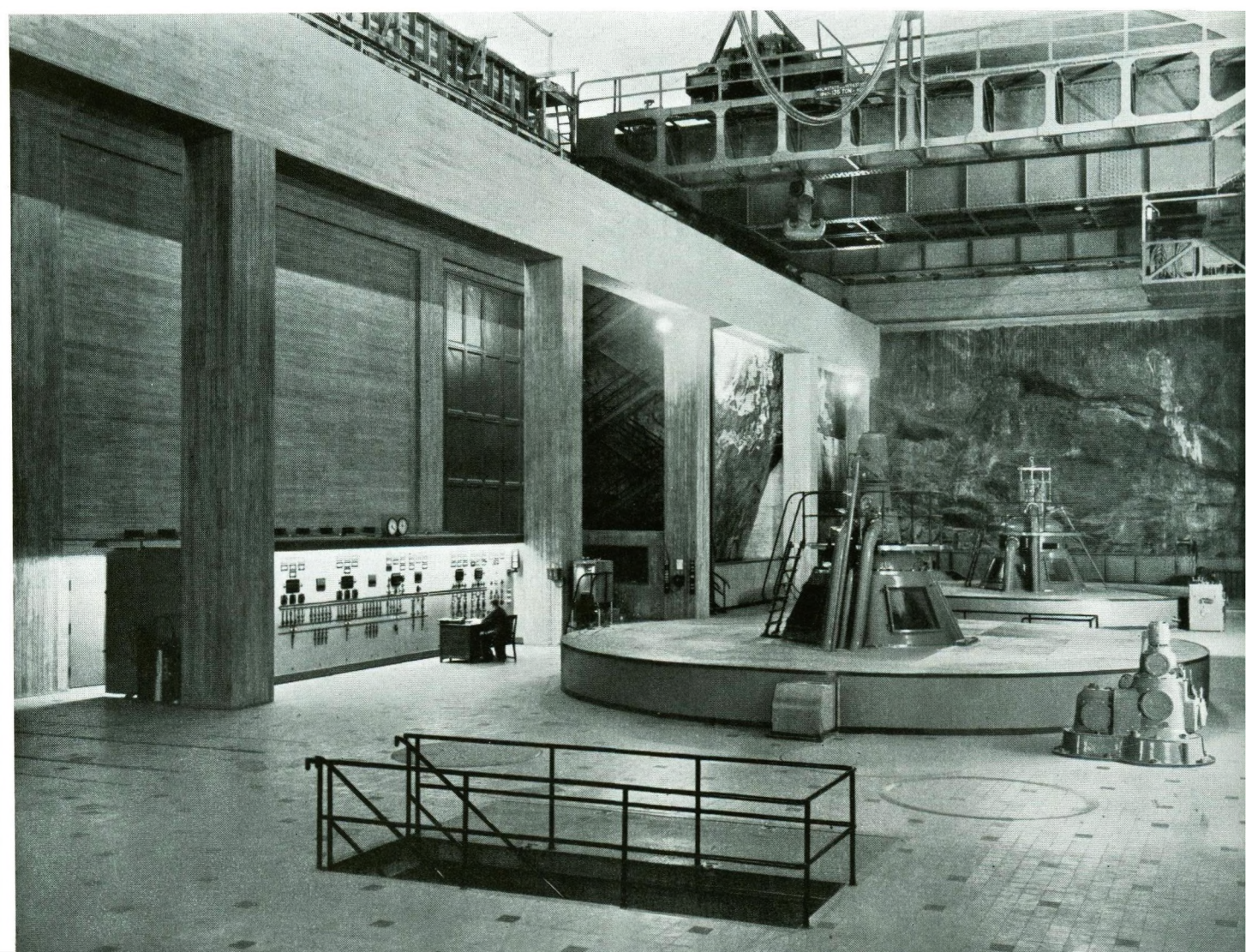
En realidad la central de Hojum es una extensión de la de Trollhättan, descrita en las pág. 77 a 79. La usina está, sin embargo, situada unos 600 metros río arriba de la usina principal. Esta extensión comprende dos conjuntos, uno de los cuales es una turbina NOHAB de la potencia de 61 000 HP con una altura de agua de 31 metros y una velocidad de 136,4 r. p. m. La potencia máxima es 63 500 HP y la obtenida en la prueba fué 71 000 HP.

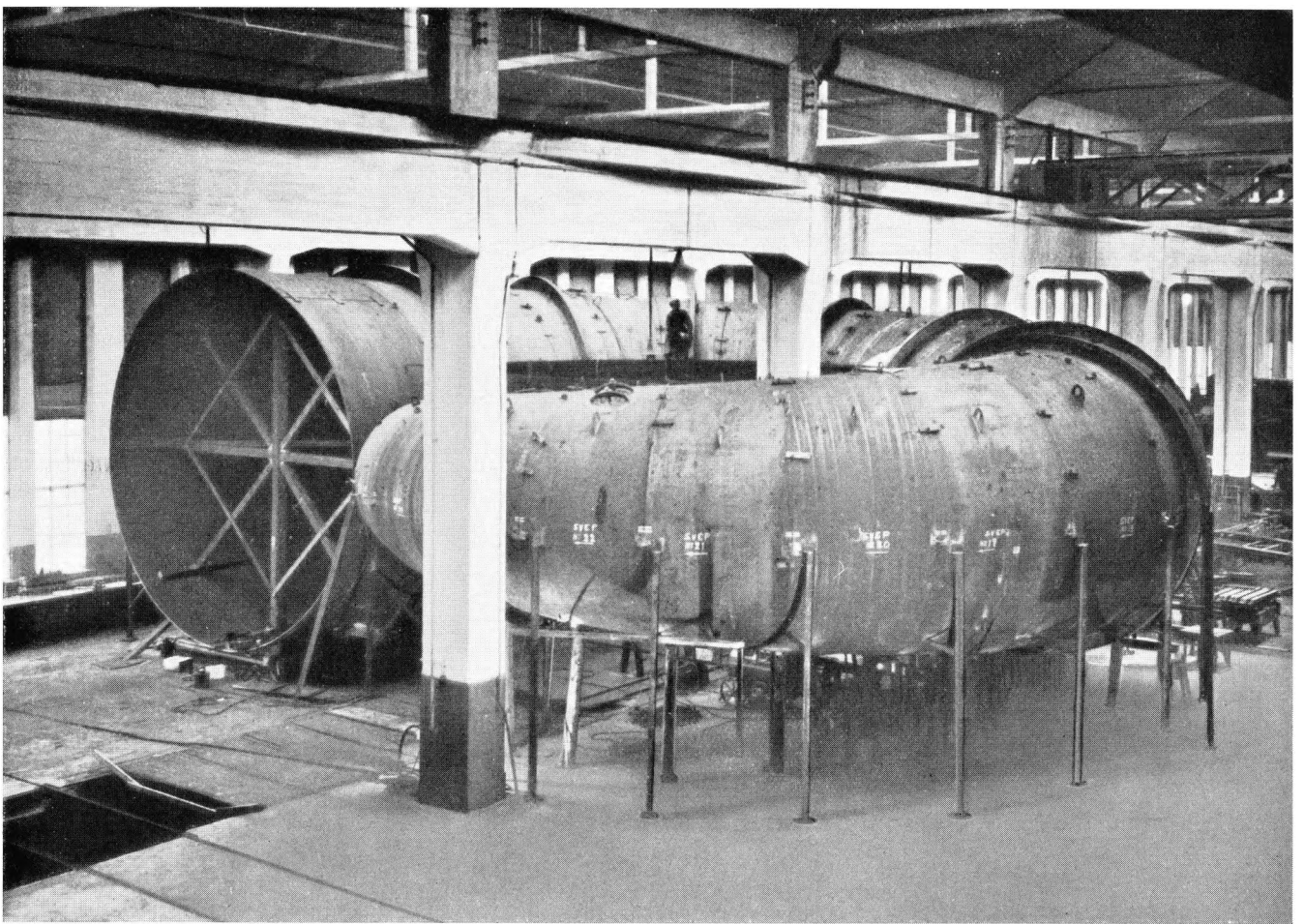
La turbina es del mismo tamaño que las de MIDSKOGSFORSEN mostradas en las pág. 90 y 91, pero la de la usina de Hojum está montada en una caja en espiral de acero en vez de hormigón.

Estas turbinas no solamente son las mayores de Suecia en lo que se concierne a la potencia, sino que también la caída es la mayor que hasta la fecha se ha desarrollado para este tipo de turbina.

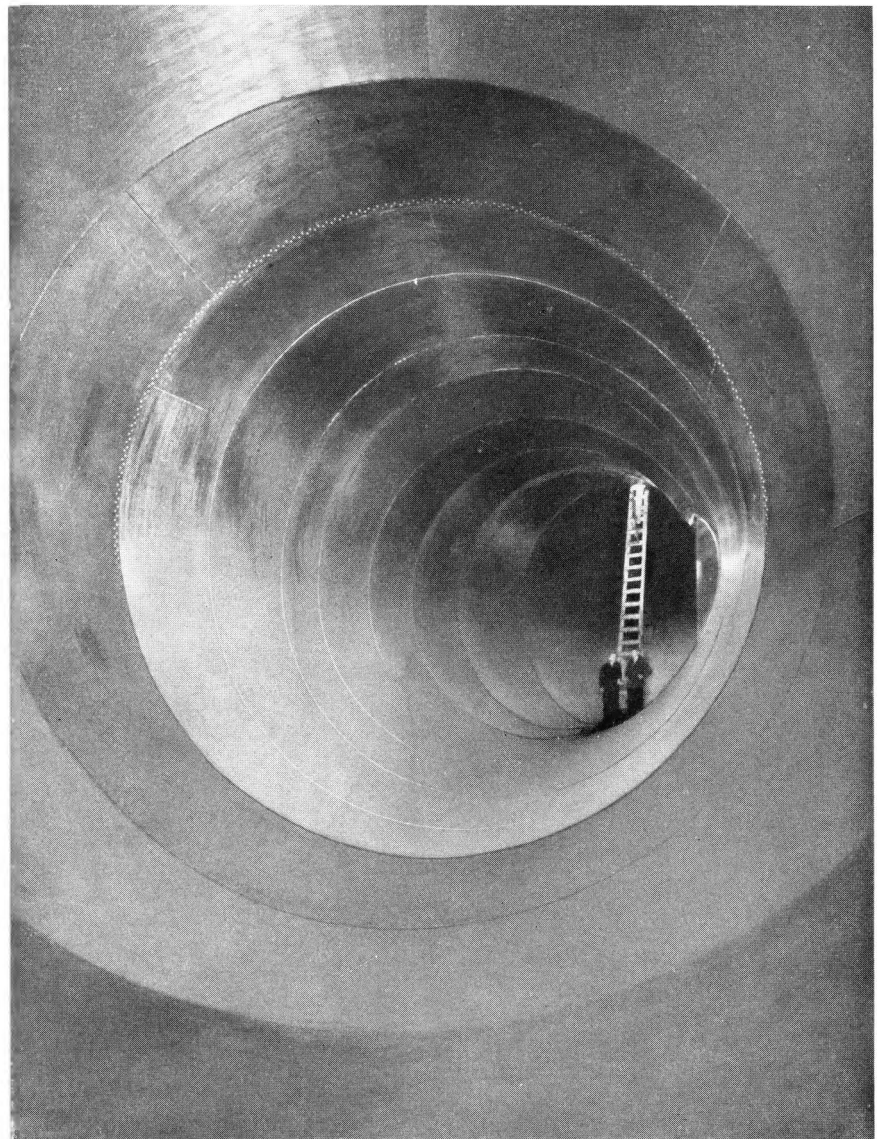
El contrato comprendió también la entrega de camisas de chapa de acero para los túneles de entrada, cuyos diámetros varían de 7 500 a 8 500 mm.

Vista interior





Montaje
de la caja
en espiral



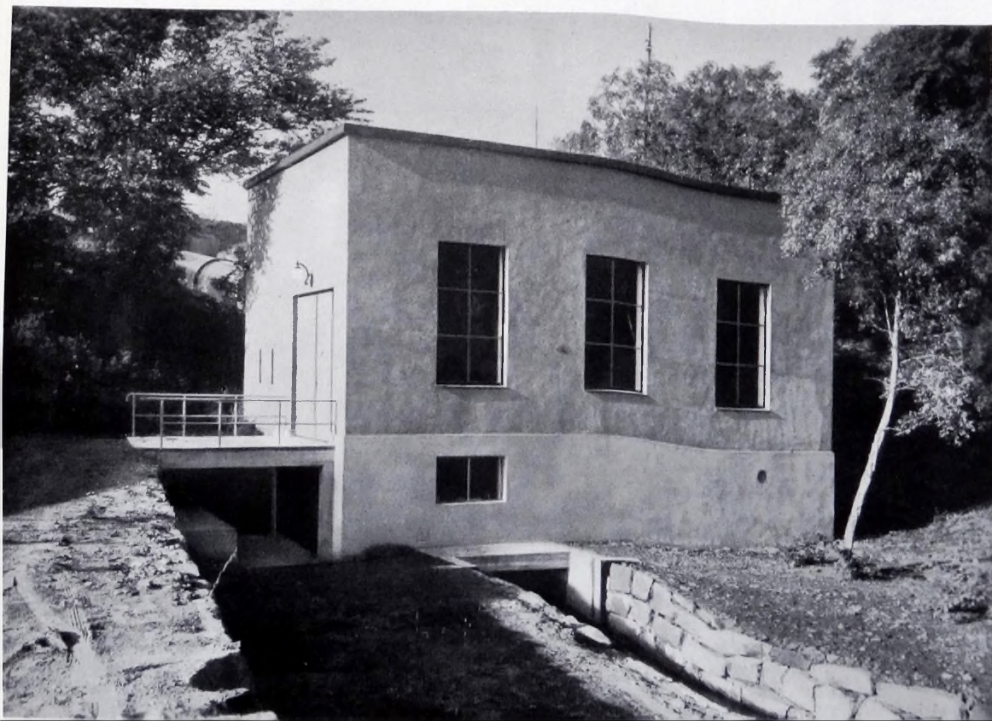
Entrada a la caja de la turbina

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE KOLLERÖ

La central de Kollerö es propiedad de la ciudad de Uddevalla, Suecia, y administrada por ella. Está equipada de una turbina NOHAB produciendo 520 HP con una altura de agua de 11,5 metros y una velocidad de 600 r. p. m.

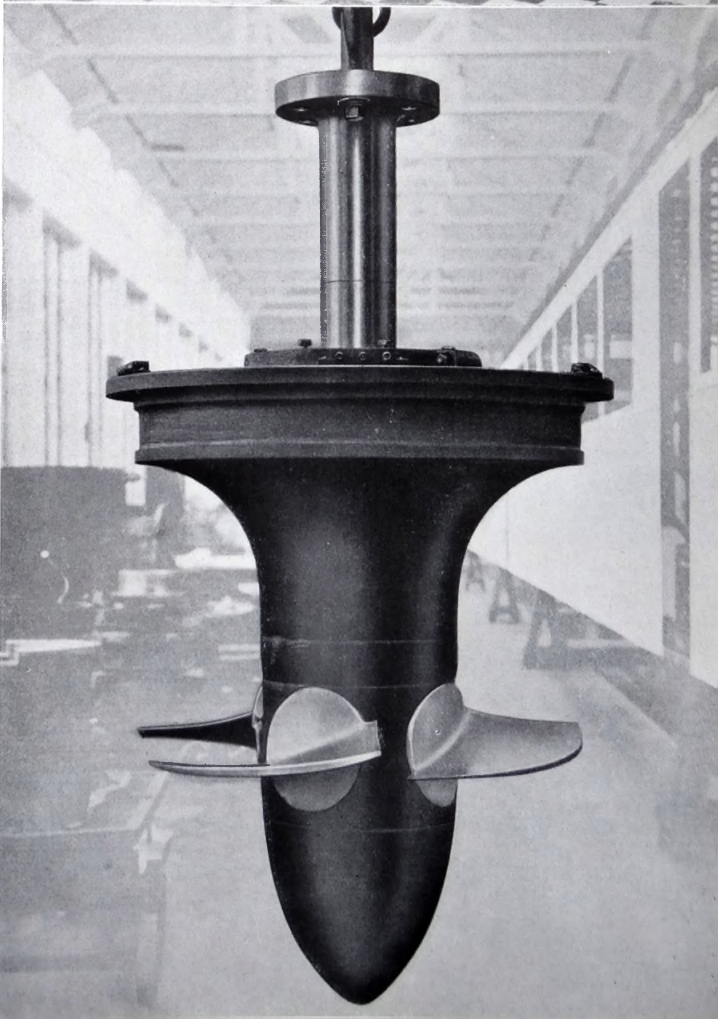
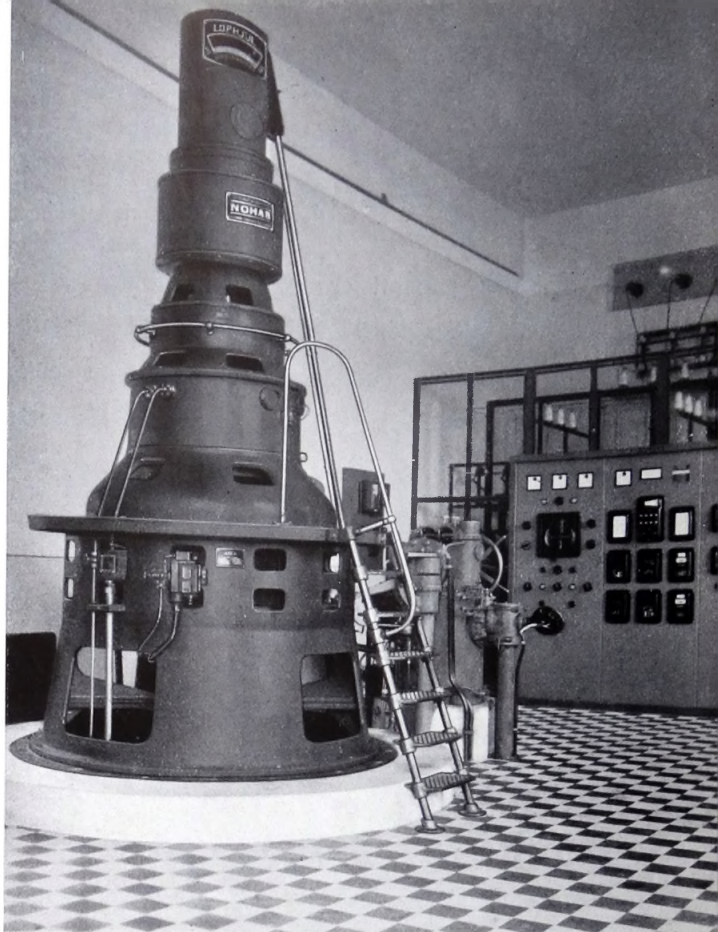
La turbina es del tipo vertical con paletas ajustadas por regulador, montada en caja de chapas de acero con entrada radial; está directamente acoplada a un generador vertical. El servomotor que regula las paletas, está colocado encima del generador.

La usina marcha sola y es gobernada a distancia; se arranca y para desde la central principal de Uddevalla, a unos 20 km. de distancia. Existen también dispositivos de seguridad a fin de que, en caso de emergencia, el regulador haga parar la turbina.



Vista exterior

Vista interior



Rotor y parte de la cubierta de la placa del techo

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE SILLRE CON ALMACENAJE DE AGUA

En Sillre está la primera central hidroeléctrica de Suecia con almacenaje de agua; está situada a orillas del Rio Indal a unos 60 kilómetros de la desembocadura de aquél rio en el Golfo de Botnia. Perteneció a una serie de centrales hidroeléctricas administradas por la Administración Real de Saltos de Suecia. No solamente es la primera central hidroeléctrica con almacenaje de agua en este país sino que también trabaja con mayor altura de agua que las anteriormente desarrolladas en Suecia.

La usina de Sillre pertenece al grupo hidroeléctrico de Norrfors; Norrfors misma es una usina hidroeléctrica de 22 000 kW de capacidad situada a orillas del Rio Ume, unos 250 kilómetros al norte de Sillre. En Norrfors no hay ningún depósito de agua y por eso no es posible recoger el agua en un depósito y utilizarla de acuerdo con las demandas variables de energía. En períodos de poco movimiento, como son los fines de semana, etc., el exceso de energía se transmite a la usina de Sillre donde se utiliza para bombear agua desde el Rio Indal hasta un depósito de almacenaje a unos 200 metros encima del nivel del rio. Es interesante notar que la cantidad de agua elevada del rio hasta el depósito de almacenaje es igual a 65 % de la cantidad de agua utilizada para producir la energía requerida para su elevación.

Se instalaron dos conjuntos comprendiendo:

Dos turbinas NOHAB del tipo Francis en cajas en espiral, cada una con las siguientes características:

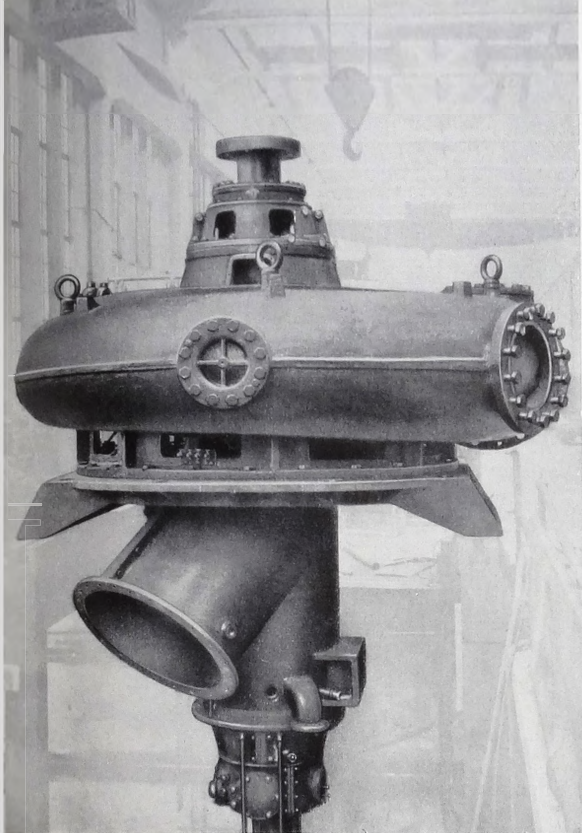
Potencia	9 400 a 13 000 HP
Altura de agua.....	160 a 200 metros
Velocidad	600 r. p. m.

Dos bombas NOHAB centrífugas de dos etapas, cada una con las siguientes características:

Descarga	2 560 litros por segundo
Altura de agua.....	200 metros
Velocidad	600 r. p. m.

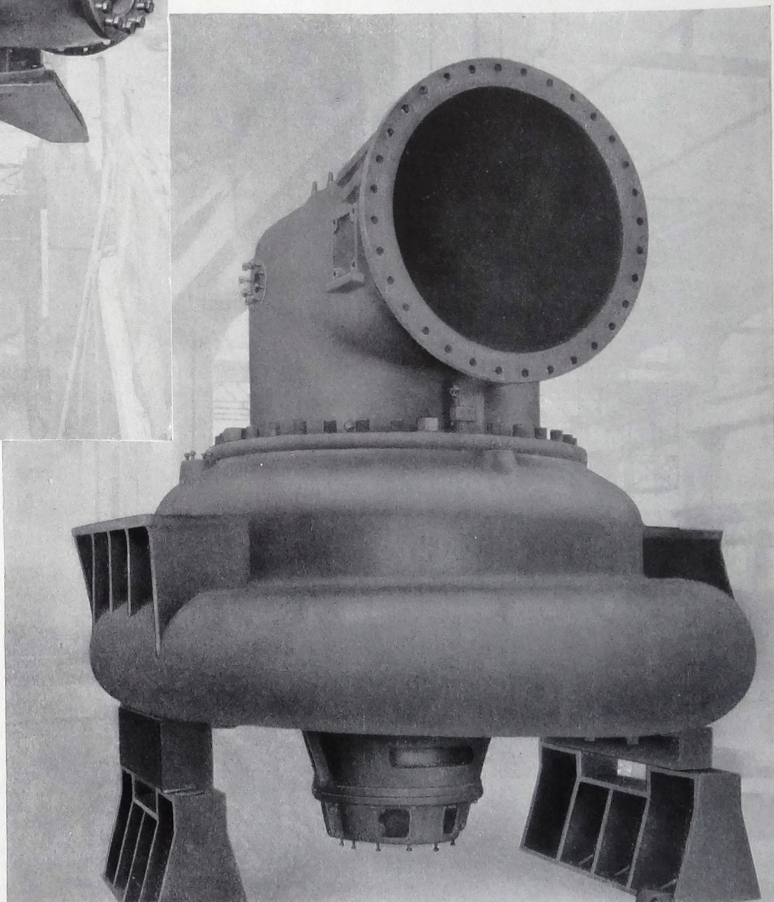
Las turbinas son del tipo de eje vertical, Francis, con caja en espiral y las bombas del tipo de eje vertical centrífugo de dos etapas.

Cada conjunto está equipado con regulador NOHAB a presión de aceite formando una pieza con el servomotor que gobierna las compuertas. La alimentación de aceite se efectúa mediante una bomba del tipo de engranajes accionada por una rueda Pelton. La boquilla de la rueda Pelton se ajusta automáticamente según suba o baje la presión del recipiente.



Conjunto de bomba, invertido para el montaje

Turbina montada en el taller



Otros accesorios entregados por NOHAB son, reguladores de presión, válvulas de entrada para las turbinas, válvulas de descarga para las bombas y compuertas de esclusa que regulan la descarga de las turbinas y la aspiración de las bombas.

Los conjuntos pueden arrancarse o pararse por mando a distancia desde el tablero de distribución. En pruebas en el sitio se obtuvo con la turbina un rendimiento máximo de 91,6 % y con la bomba 86 %.

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TORPSHAMMAR

La usina está situada a orillas del Rio Gimå en el centro de Suecia, y es propiedad de la Administración Real de Saltos de Suecia que también la administra. La central comprenderá dos conjuntos, el primero de ellos, una turbina NOHAB, ya está instalado.

La turbina es del tipo vertical, Francis, de una potencia de 62 700 HP con altura de agua de 112,85 metros y una velocidad de 250 r. p. m. La potencia máxima es 77 000 HP.

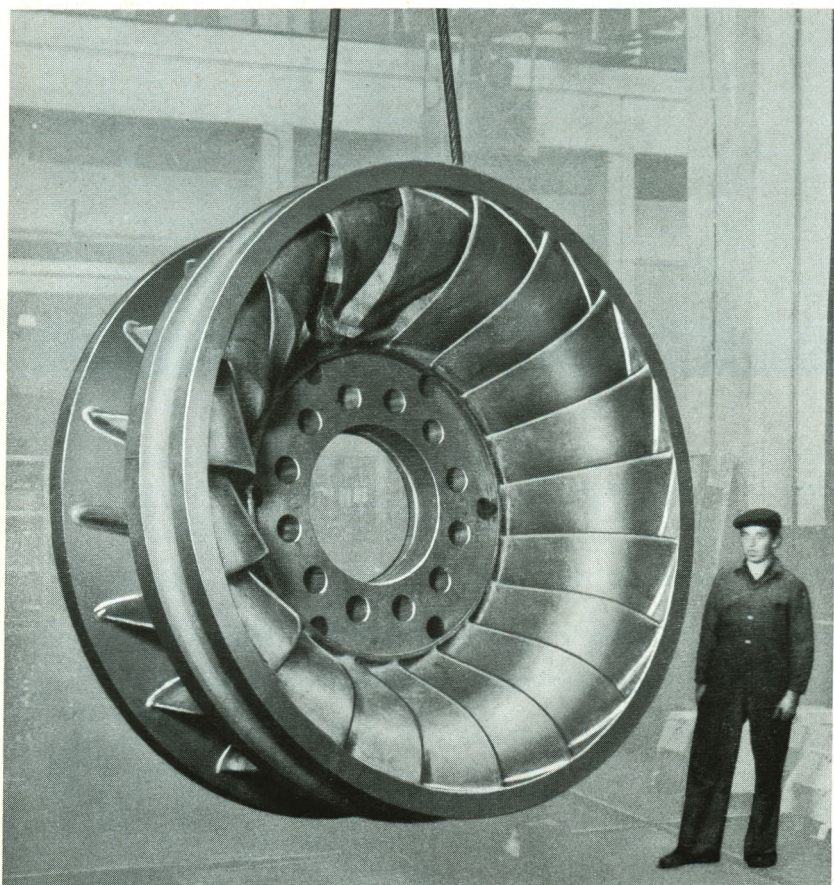
El rotor cuyo diámetro es 2 500 mm. es de acero cromo-níquel y fundido en una pieza. Las paletas directrices son de acero fundido y el mecanismo regulador, del tipo externo, con el aro de regulación montado en rodillos.

La caja en espiral es de chapa de acero soldada; está remachada a un aro de soporte de acero fundido.

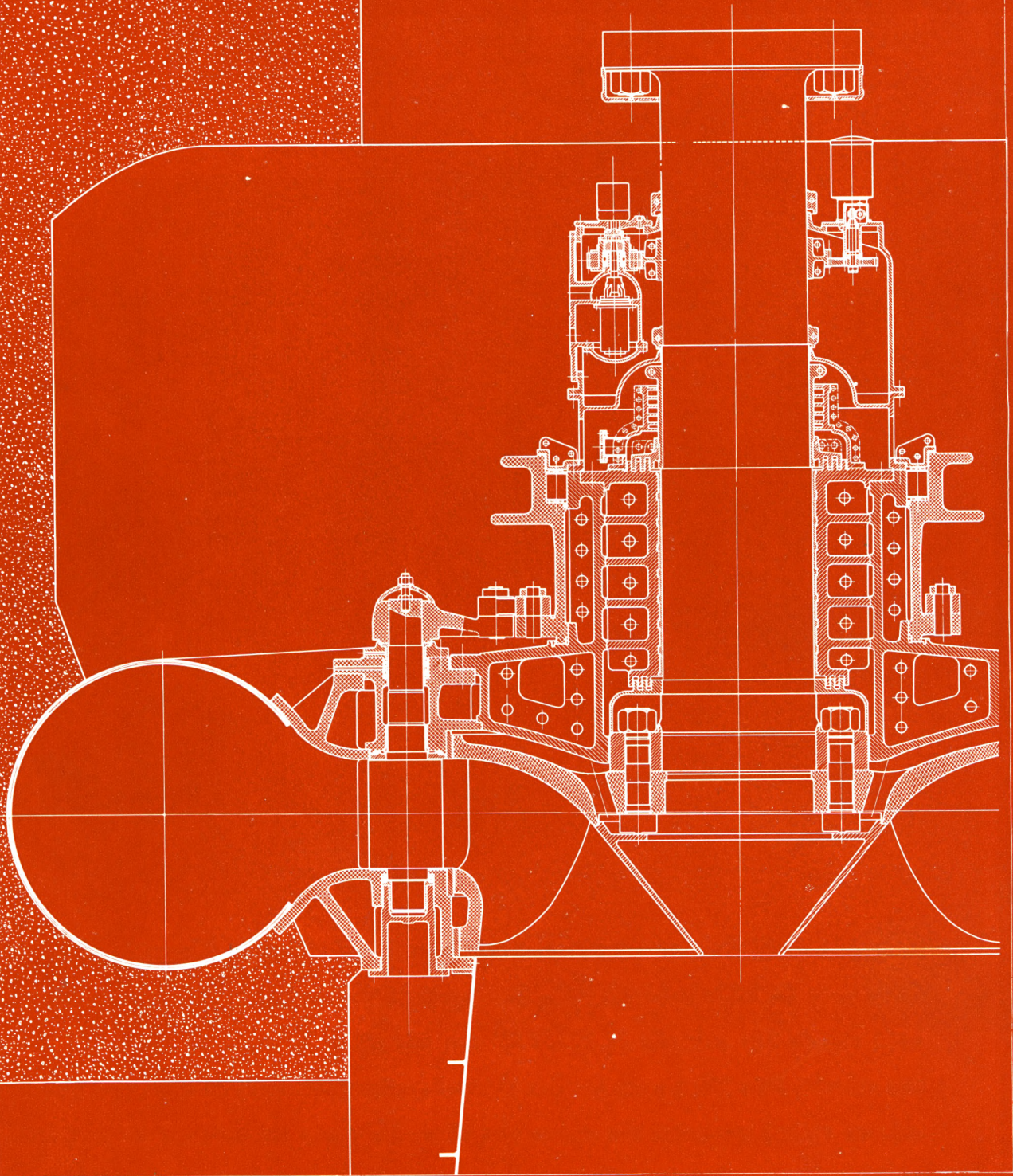
El conjunto va equipado con un regulador NOHAB a presión de aceite gobernando un servomotor directamente conectado al aro regulador.

El contrato también incluye la entrega de tubos de entrada de chapa de acero soldada, de diámetros que varían de 3,8 a 3,95 metros y de espesor de la chapa de hasta 35 mm.

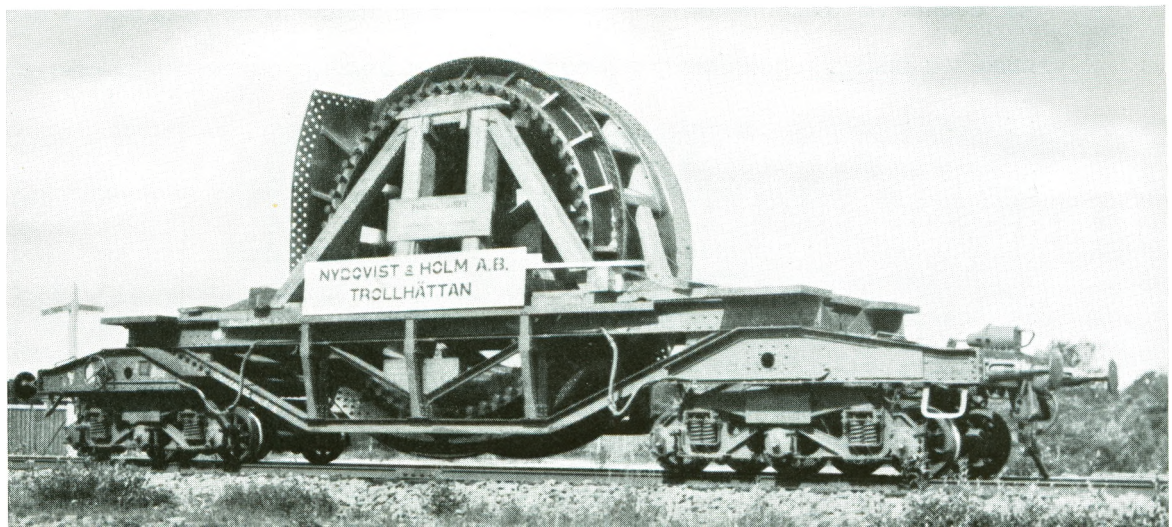
En pruebas en el sitio se obtuvo un rendimiento máximo de 94 %.



Rotor

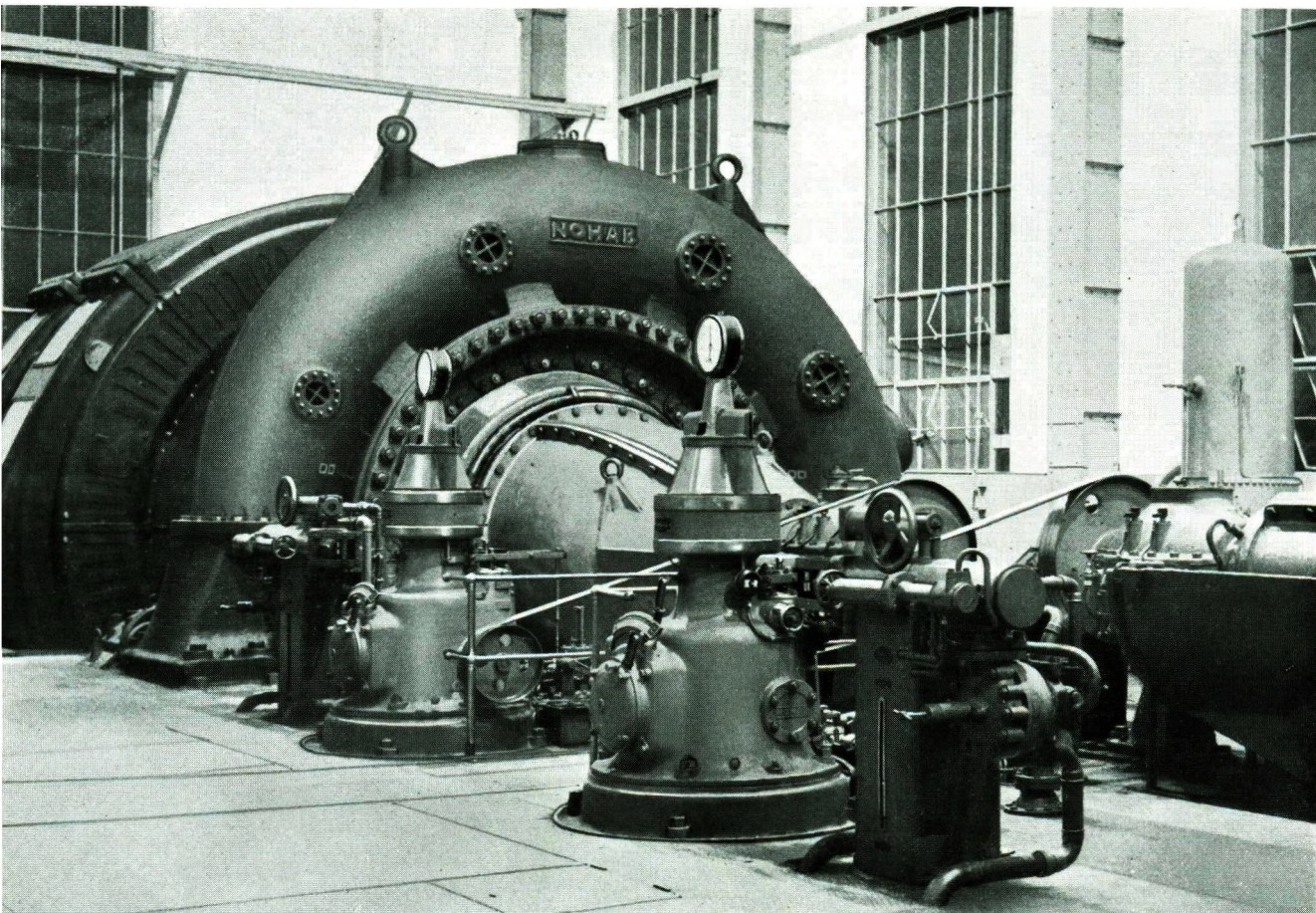


Sección de la turbina



Aro de soporte durante el transporte

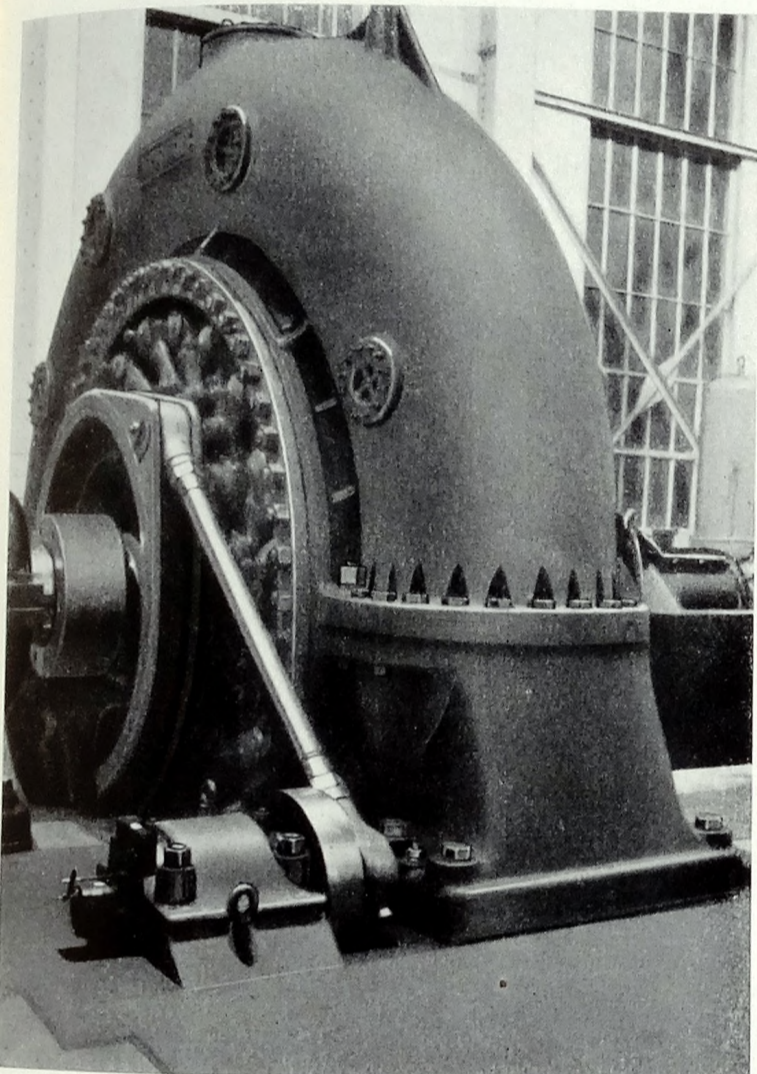
LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE EICHHOLZ



La central de Eichholz está situada en Schwarzwald en el Sur de Alemania; es propiedad de la casa de Schluchseewerk A.G., Freiburg-in-Br. Dos turbinas NOHAB están instaladas, cada una de una potencia de 22 000 HP con una altura de agua de 118 a 130 metros y una velocidad de 250 r. p. m. Las dos turbinas son horizontales de un rotor, tipo Francis, con caja en espiral, montadas con ambos ejes alineados y con los extremos de aspiración de ambas turbinas adyacentes. Cada conjunto va equipado con regulador NOHAB a presión de aceite. La alimentación de aceite se efectúa mediante un conjunto de aceite a presión, común a ambos reguladores, compuesto de dos bombas con acumuladores de presión.

La central marcha sola sin atención ninguna y es gobernada desde otra usina a cierta distancia. El arranque y parada, al igual que la sincronización, se pueden hacer a mano en la usina misma, o por mando a distancia desde la otra usina.

Se hicieron pruebas en el sitio y los rendimientos obtenidos excedieron los garantidos, lo que se desprende de la curva de rendimientos de la pág. 103.

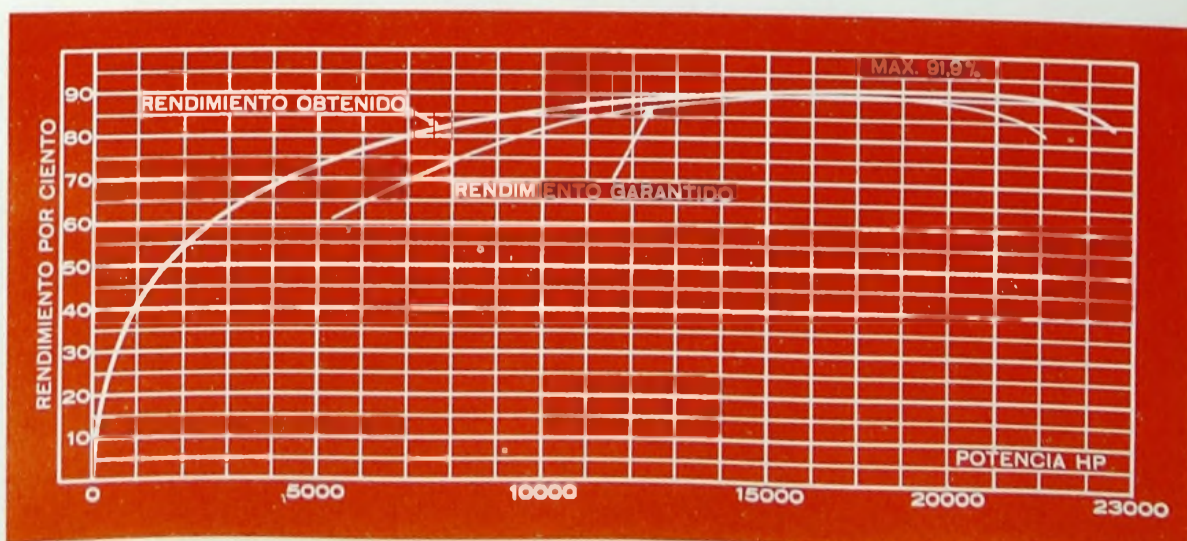


Turbina mostrando el mecanismo regulador



Vista general de la central de Eichholz

Curva de rendimientos

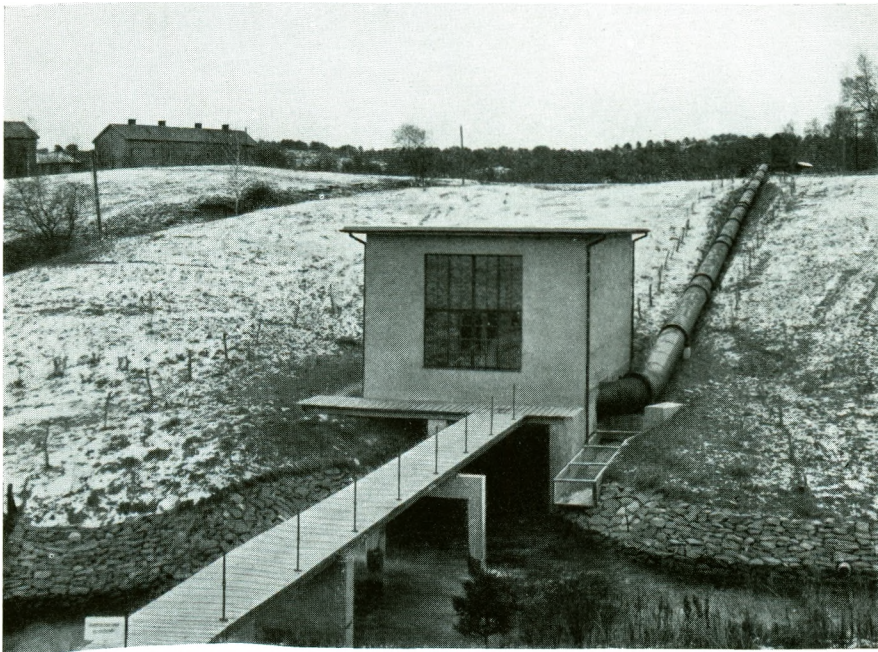


LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE AHLAFORS

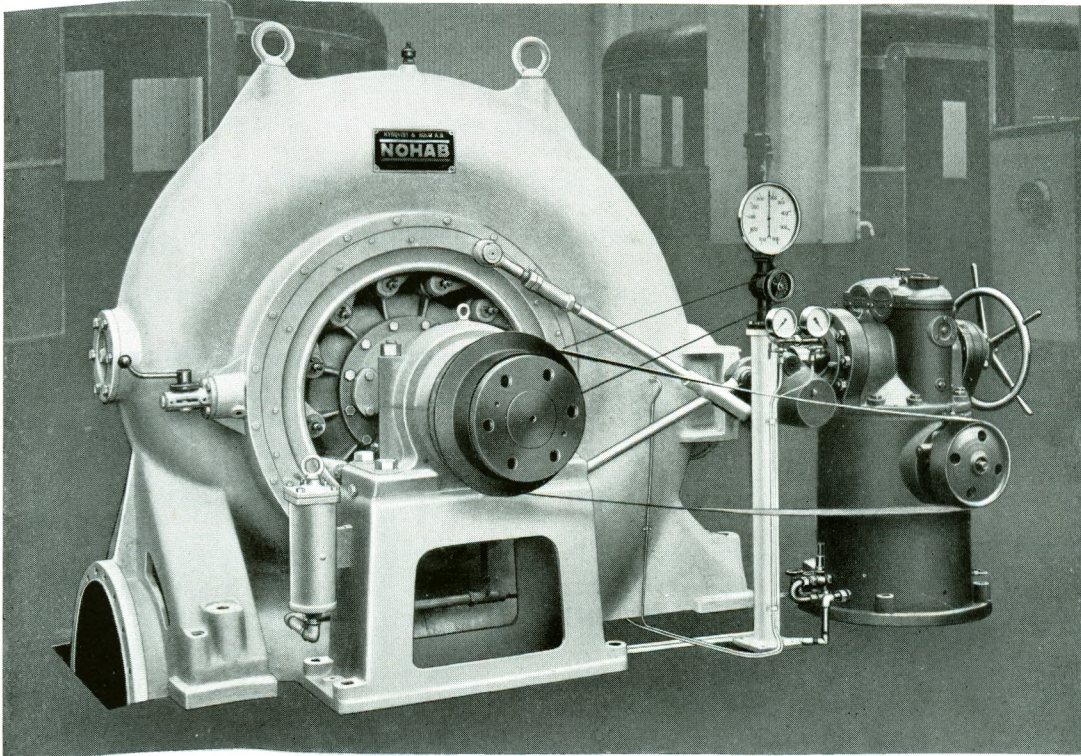
La central de Ahlafors suministra energía a las hilanderías y fábricas de tejer de Ahlafors Spinneri Aktiebolag, Gotemburgo; está equipada con una turbina NOHAB horizontal, tipo Francis, con caja en espiral y de una potencia de 450 HP con una altura de agua de 25 metros y una velocidad de 500 r. p. m.

El conjunto está equipado con regulador NOHAB a presión de aceite y válvula de entrada NOHAB. Las tuberías de chapa de acero y el tanque de equilibrio también se entregaron por NOHAB.

La usina marcha sola sin atención ninguna, equipada con dispositivos de seguridad gracias a los cuales en caso de emergencia el regulador hace parar la turbina.



Vista exterior



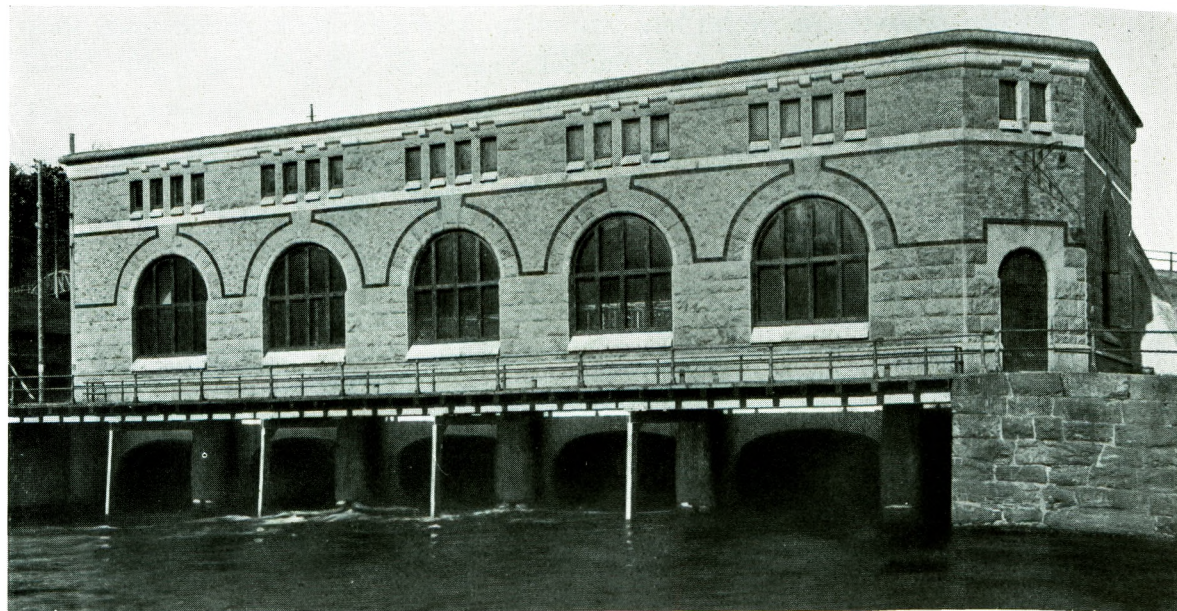
Turbina y regulador

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE JONSERED

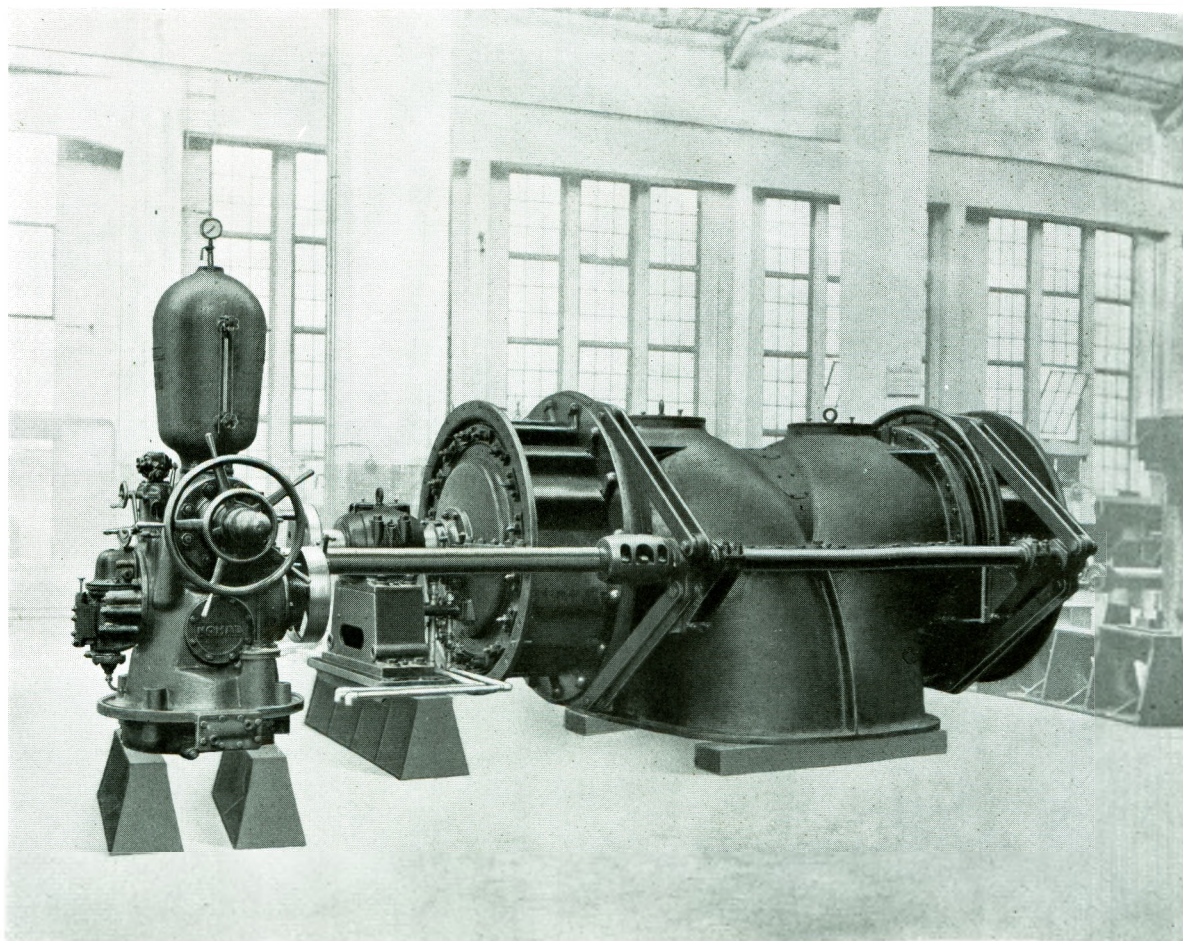
La central de Jonsered está situada cerca de Gotemburgo y en ella están instaladas dos turbinas NOHAB horizontales gemelas, montadas en cajas abiertas de hormigón. Una de ellas tiene una potencia de 585 HP y la otra 840 HP, ambas trabajando con una altura de agua de 8,5 metros y una velocidad de 250 r. p. m.

La figura inferior representa el mayor de ambos conjuntos con regulador a presión de aceite NOHAB.

Vista exterior



Turbina y regulador



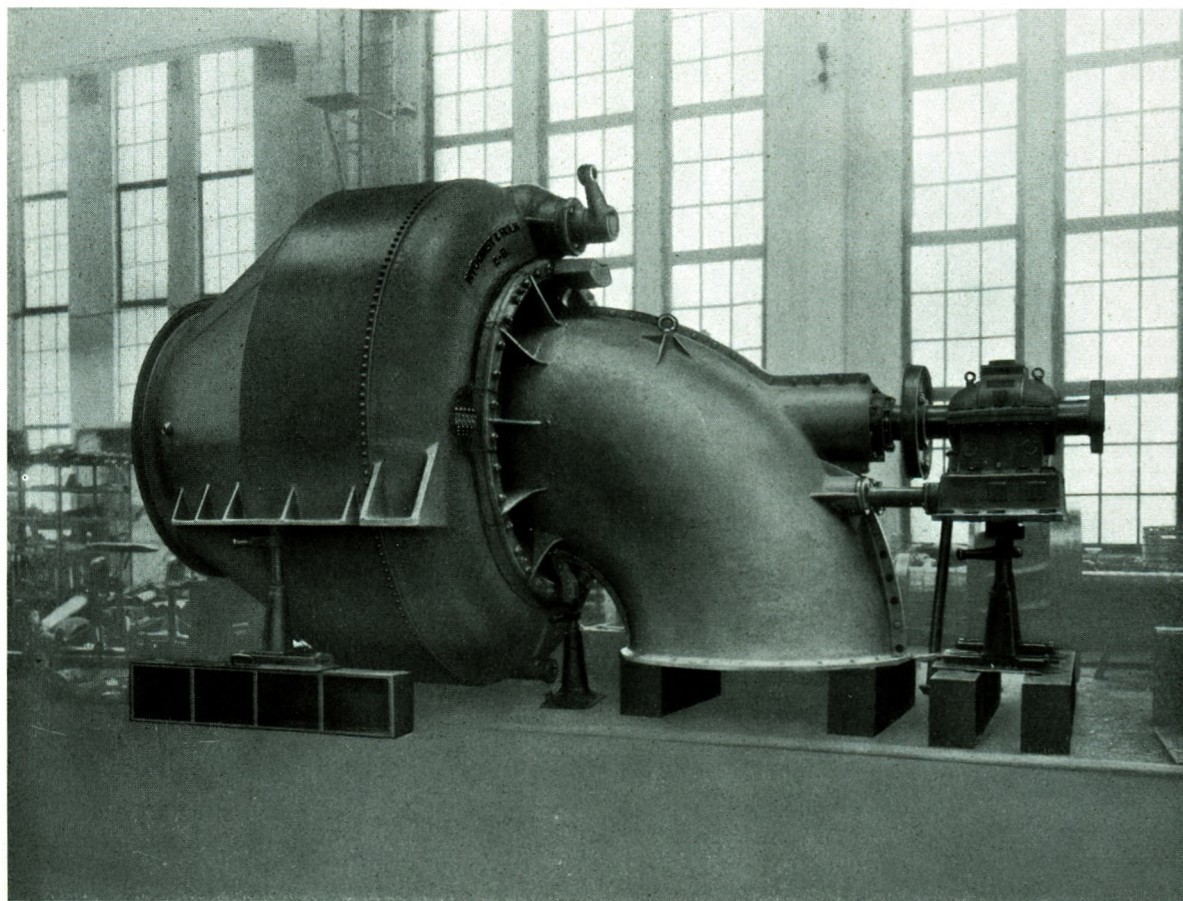
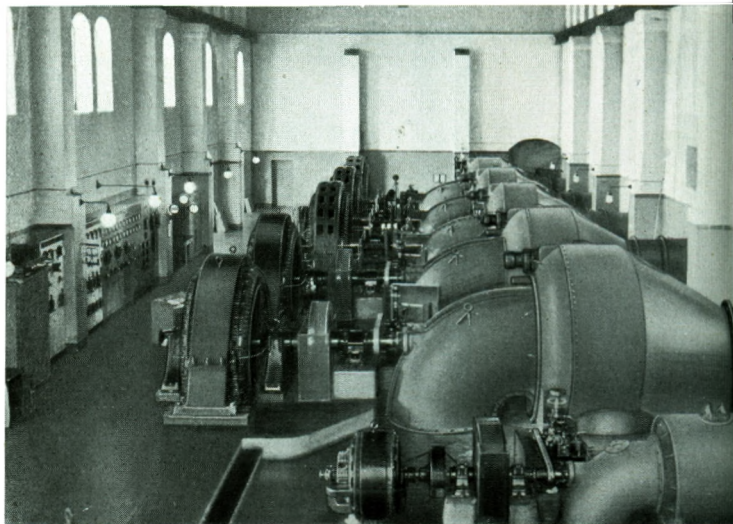
LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE RINGDALEN

La central de Ringdalen es propiedad de Alby Vattenfalls Aktiebolag, Alby, Suecia. Está situada a la orilla del Rio Ljungan en el centro de Suecia y tiene más de 35 años. Ahora se han reemplazado los conjuntos viejos por cinco turbinas NOHAB horizontales de un rotor, del tipo Francis cerrado, cada una de una potencia de 1 900 HP con una altura de agua de 16,9 metros y una velocidad de 250 r. p. m.

Cada conjunto va equipado con regulador NOHAB a presión de aceite.

A poca distancia rio arriba hay otra usina, propiedad de la misma casa, en la cual se han reemplazado las turbinas viejas por seis nuevas de una potencia global de 12 500 HP.

Vista interior



La turbina

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE TSHALA

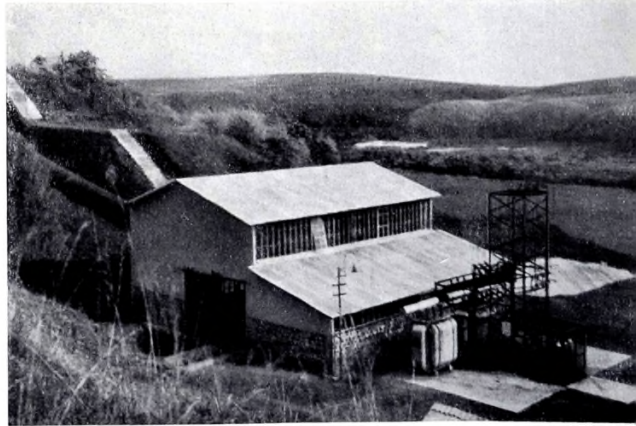
La central de Tshala está situada a la orilla del Rio Lubilash en el Congo Belga y es propiedad de la Société Internationale Forestière et Minière du Congo, Bruselas. La instalación comprende dos turbinas NOHAB horizontales del tipo Francis, de cajas gemelas, de acuerdo con la siguiente especificación:

Un conjunto de 1000 HP y 600 r. p. m.

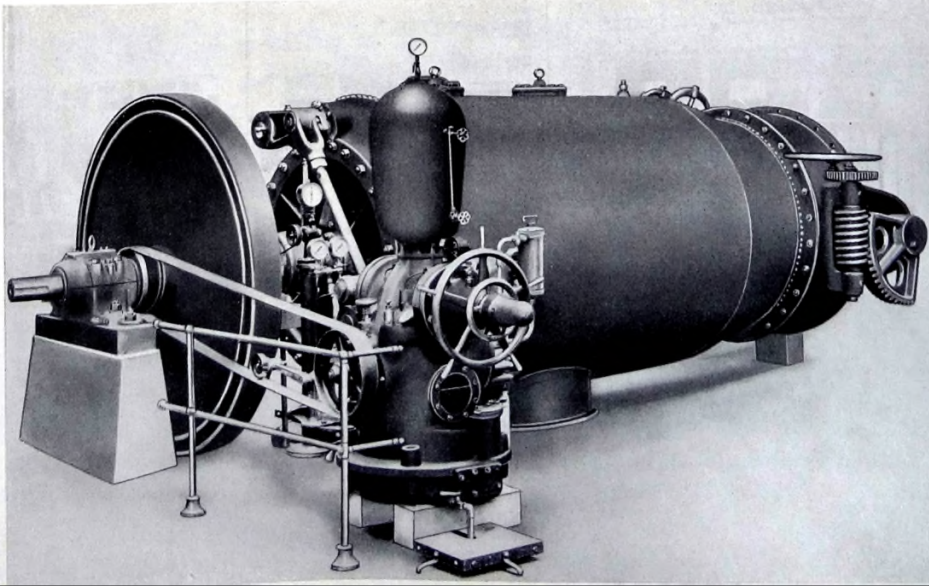
 " " " 1280 " " 428 "

ambos trabajando con una altura de agua de 19 metros.

Cada conjunto está provisto de regulador NOHAB a presión de aceite y válvula de entrada NOHAB. Las tuberías y las compuertas de esclusa también son entregadas por NOHAB.



Vista exterior



Turbina y regulador