

REVISTA EXTRANJERA

Generador eléctrico de vapor, sistema Revel.

De una interesante Memoria del Ingeniero M. Borghesi, sobre el «Desarrollo de las industrias electrometalúrgicas en la Lombardía y en el Véneto, en relación con la utilización de las energías hidráulicas», publicada por iniciativa del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio en el *Bollettino dell' Industria e del Lavoro*, toma el *Giornale del Genio Civile* los siguientes datos acerca de un generador eléctrico de vapor, patente Revel, que ha encontrado diversas aplicaciones en la Lombardía y en el Véneto, la mayor parte en las industrias manufactureras eléctricas, las cuales sólo necesitan el vapor para el calentamiento del aire ó para operaciones de apresto, tintorería, etc., que tienen una duración discontinua y que pueden realizarse durante las horas de mayor disponibilidad de la energía eléctrica. Esta nota es un resumen de la que publica la última revista mencionada.

En este generador eléctrico de vapor, que tiene una regulación automática de producción, la transformación de la energía eléctrica en calor se verifica en el seno mismo del agua conteni-

de energía en la conducción y en la transformación, de las cuales va provisto el generador, es despreciable.

Acerca de la conveniencia de generar el vapor de la manera descrita se puede observar, como dice el autor, que esto depende del costo de la energía eléctrica; para aquellas administraciones que tienen un contrato de suministro á tanto alzado ó que utilizan su propia instalación hidroeléctrica, la conveniencia es absoluta.

Si en lugar de esto se paga la energía por contador, la competencia con la caldera de vapor sólo podrá sostenerse cuando el costo del kilovatio hora tenga un límite muy bajo.

El rendimiento del grupo transformador-caldera puede considerarse próximo á 0,95; de aquí que un kilogramo de vapor á 10 atmósferas correspondiente á la temperatura de 180° centígrados se produzca consumiendo cerca de 0,85 de kilovatio-hora; una caldera Cornovaglia, que suministra, aproximadamente, 15 kilogramos de vapor por hora por cada metro cuadrado de superficie calentada, puede producir, en buena marcha, de 9 á 10 kilogramos de vapor por cada kilogramo de Cardiff, que al precio normal de 38 liras la tonelada, representa 0,004 de lira por kilogramo de vapor, de donde resulta, prescindiendo de las ventajas de la caldera eléctrica por gastos de instalación y de servicio, que el costo del kilovatio-hora no debe exceder de dicha cifra.

La aplicación de este generador no puede, pues, realizarse más que en los casos enumerados ó cuando las fábricas de distribución de energía eléctrica pueden, aunque sólo sea durante la noche ó en las horas de mínima carga, proporcionar la energía en condiciones excepcionálísimas.

La navegación marítima en el río San Lorenzo (Canadá)

El tonelaje de los buques que, remontando este río, llegan á Montreal, ha aumentado con mucha rapidez, y este puerto recibe en la actualidad, durante la estación en que es posible la navegación, barcos cuyo tonelaje es de 15.000 toneladas y aun mayor.

Se ha hecho esto posible mediante el establecimiento del paso marítimo del San Lorenzo, una de las empresas más considerables que se han realizado por el Gobierno del Canadá, y que es poco conocida fuera de los centros directamente interesados. Recordaremos—como lo hacen las *Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils*, de donde tomamos esta nota—que Montreal está 222 kilómetros agua arriba de Quebec y á 800 del mar.

La posibilidad de hacer á Montreal un puerto de mar de bastante profundidad, se vislumbró por la primera vez en 1825 cuando se abrió al tráfico el canal de Lachine que unió á Montreal con los Grandes Lagos. En esta época Montreal no podía recibir más que barcos de vela de pequeño calado y solamente durante un corto período de la estación navegable. Se hicieron estudios para aumentar la profundidad del agua, pero nada se emprendió hasta 1844, en que se comenzó á dragar el río para conseguir que llegasen á Montreal barcos de 500 toneladas. El *Board of Works* estaba encargado de este trabajo, pero al cabo de tres años se abandonó porque no existía acuerdo sobre la posición que había de darse al paso. Los Ingenieros sostenían que el canal debía ser tan recto como fuera posible y que debía presentar dos alineaciones rectas á través del lago Sain-Peter, entre la travesía de la isla Raisins y la de Nicolet distantes una de otra 29 kilómetros y medio.

Las obras estuvieron suspendidas durante tres años hasta

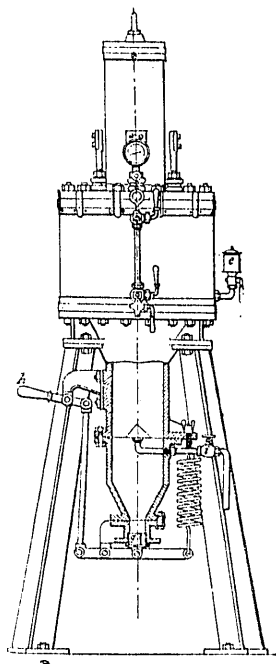


Fig. 1.ª

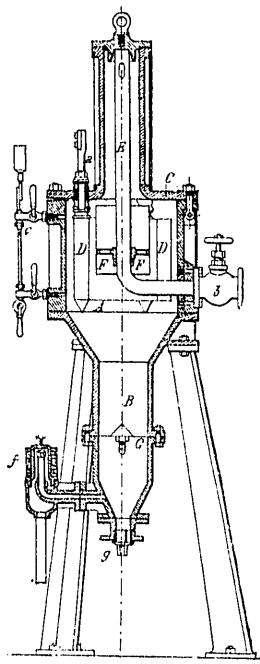


Fig. 2.ª

da en la cámara A (figuras 1.ª y 2.ª), funcionando aquélla por la resistencia química interpuesta entre los electrodos D fijados á las varillas *a* que constituyen los puntos de unión de los conductores eléctricos. La producción del vapor aumenta á medida que el agua, introducida por el inyector G, sube á la cámara A; el vapor que llena la parte superior de esta cámara va después, por medio del tubo B y de la válvula b, á los aparatos donde ha de utilizarse.

Si la presión supera á la del régimen, el regulador *f* actúa descargando una parte del agua de manera de disminuir el nivel en la cámara A y por consiguiente la superficie bañada de los electrodos, disminuyéndose también la producción de vapor. El amperímetro, del cual está provista la caldera, permite seguir el consumo de la energía y regularle para una producción determinada de vapor. Como el calor se desarrolla en el interior mismo del agua que ha de evaporarse, el rendimiento de este generador de vapor es bastante elevado, no verificándose otra pérdida de vapor que la debida á la radiación. La pérdida

que los Comisarios del puerto propusieron encargarse de su terminación, pues estaban en condiciones, decían, de efectuarla con rapidez y economía. Aceptado el ofrecimiento recibieron los Comisarios una autorización para establecer una tasa de tonelaje suficiente para asegurar un interés de un 8 por 100 al capital empleado en las obras, y además un 2 por 100 para constituir un fondo de amortización.

Se revisaron los proyectos y se estableció el paso á través del lago Saint Peter con cinco alineaciones rectas en lugar de dos. Esto fué un error, pero se aceptó la modificación porque con ella se conseguía efectuar las obras con más rapidez y más económicamente, y por otra parte, en esta época no se preveía que los barcos llegasen á tener las dimensiones actuales.

En aquel entonces la profundidad natural en el lago era de 3,20 metros y los Comisarios propusieron elevarla por medio de dragados á 8,40 en las aguas bajas ordinarias. Las obras se llevaron con gran actividad y en 1888 se terminó un canal marítimo de Montreal al Cap á la Roche á 108 millas aguas abajo, punto de donde se podía llegar á Quebec gracias á la marea. Los gastos totales hechos hasta este momento se elevaban á 15 millones de francos.

En estas circunstancias fué cuando el Gobierno federal, encontrando que las tasas de tonelaje percibidas para el uso del canal venían á ser perjudiciales al desarrollo comercial de Montreal, se encargó de la empresa, de la deuda y de la responsabilidad de la conclusión de las obras, de manera que pudiesen llegar á Montreal los mayores buques. Se suprimieron los derechos de tonelaje y el paso del San Lorenzo está, en la actualidad, completamente abierto al comercio del mundo.

Cuando el Departamento de Obras públicas del Canadá tomó el asunto por su cuenta en 1889, se trataba de hacer un paso de 9,15 metros de profundidad con una anchura mínima de 137 metros en las alineaciones rectas y de 167 á 228 en las curvas con un ensanche llevado á 250 metros en la curva de White Buoy, en el lago Saint Peter. En esta época no se preveía la extensión de las obras aguas abajo de Quebec, las cuales se añadieron al proyecto primitivo cuando la empresa pasó, en 1904, á manos del Departamento de Marina y de Pesca.

El canal de San Lorenzo se extiende, en realidad, de Montreal á Father Point, en una extensión de 487 kilómetros, pero la parte correspondiente del río, que puede llamarse propiamente el paso, comienza en Traverse, 97 kilómetros aguas abajo de Quebec, y tiene una longitud de 354 kilómetros. La sección suplementaria de que hemos hablado tiene por objeto crear un canal navegable de 9,15 metros de profundidad en aguas bajas á Saint-Thomas Flats y á Beujon Bank. Este último se terminó en 1910 con una anchura de 305 metros, y el primero, con la misma anchura y la misma profundidad, se ha abierto á la navegación en 1912.

Se ha reconocido, sin embargo, que la profundidad de 9,15 metros era insuficiente á causa de los desarrollos próximos previstos para la navegación, y el Gobierno ha resuelto llevar la profundidad á 10,67 metros en las más bajas aguas. Las obras se siguen muy activamente y su conclusión es tanto más deseable cuanto que se sabe que los nuevos paquebots de la línea Allan, el *Alsation* y el *Calgarion* de 18 500 toneladas no irán hasta Montreal por no haber la profundidad de agua necesaria, sino que se detendrán en Quebec.

El cauce de San Lorenzo, entre Montreal y Quebec, se compone de arcilla compacta, rocas diversas, esquisto, etc. El material empleado varía según la naturaleza del terreno que hay que atacar.

Se han usado dragas de arcaduces, dragas hidráulicas, dragas de succión, etc., máquinas perforadoras y quebradoras de piedras. El precio del dragado varía, naturalmente, según la naturaleza de la obra y los aparatos empleados; es, por término medio, de 0,80 á 1,65 francos el metro cúbico para las dragas de arcaduces, de 0,75 á 0,90 para las mismas dragas trabajando á

mayor profundidad, de 0,60 para las dragas hidráulicas y, en fin, de 0,85 para las dragas de succión. Se comienza á trabajar desde que desaparecen los hielos y se continúa hasta que se cierra la navegación.

Cuando se concluye una sección del canal, se verifica el perfil por medio de un galibo especial y se abre á la navegación.

A causa de la naturaleza muy desigual del fondo del río no se necesita un dragado continuo, porque hay muchos puntos en que la profundidad de 10,60 metros existe naturalmente. Cuando se decidió obtener esta profundidad, se encontró que la longitud total que había que dragar era de 130 kilómetros, de ellos casi todos en la distancia de 233 kilómetros entre Montreal y Batisca.

Si se considera la importancia de las obras, se encontrará que se han realizado muy económicamente, porque el gasto total desde 1851 se ha elevado, aproximadamente, á 75 millones de francos y no han sido menos de 112 millones de metros cúbicos los materiales extraídos. Para terminar las obras quedan que elevar unos 60 millones de metros cúbicos.

El San Lorenzo es un río de curso tortuoso, pero se han procurado disponer, para mayor seguridad en la navegación, el mayor número de partes rectas y se ha buscado que las curvas fueran del mayor radio posible. En los 258 kilómetros entre Montreal y Quebec hay, por lo menos, 22 grandes curvas, cuya anchura varía de 150 á 250 metros y los radios de 1.600 á 4.800 metros.

Para las necesidades de la navegación hay entre Montreal y Quebec 12 estaciones telefónicas colocadas á distancias que varían de 5 á 35 kilómetros; casi todas estas estaciones están abiertas día y noche; hay también en los semáforos de Cap á la Roche y de Saint-Nicholas aparatos para señalar la altura del agua sobre la barra de San Agustín.

Turbinas hidráulicas de 10.000 kilovoltio-amperios.

Resumimos á continuación una nota publicada por *Le Génie Civil* en la que se describen estas turbinas que, en número de siete, forman parte de la fábrica hidroeléctrica de Cedars, fábrica que abastece de corriente trifásica, á una tensión de 110.000 voltios, á la fábrica de Messina (Nueva York), de la Aluminium C.^o of America, y de corriente trifásica, á 66.000 voltios, á la ciudad de Montreal (Canadá). Estas siete turbinas de 10.000 kilovoltio-amperios son, probablemente, las mayores que se han construido hasta la fecha y utilizan un salto de agua de 9 metros, próximamente, girando á la velocidad relativamente pequeña de 55,6 vueltas por minuto.

La figura que toma la revista citada de las *Engineering News* representa el corte de una de estas turbinas, las cuales están directamente acunadas cada una sobre el árbol vertical de un alternador trifásico *A* y soportadas por un eje fuera de agua *P* soportado por un tambor cónico *T* que descansa directamente sobre la armadura magnética de este alternador. El árbol de las máquinas es, además, guiado por dos cojinetes verticales *Q* y *R*, guarnecidos con madera de palo santo, de los cuales el *Q* está unido por pernos directamente á la envolvente de la turbina. Las dimensiones principales de éstas son: diámetro del rotor en el plano medio de la corona directora, 3,62 metros; diámetro exterior de esta corona, 7,60, y altura de la misma 3,70; por otra parte, el diámetro exterior del alternador es de 11,30 metros y el peso total de los órganos móviles de un turboalternador es de 250.000 kilogramos, próximamente.

La corona directora *D* está construída en cinco secciones, ensambladas por medio de pernos; está formada por dos platos centrados, fuertemente arriostrados por unos álabes fijos fundidos con ellos y bastante robustos para soportar el cojinete inferior de guía del árbol. Detrás de estos álabes fijos están montados los álabes directores móviles huecos *B*, que son de acero colado y están acunados sobre unos ejes independientes, unidos