

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN 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 derecha.

APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO EN EL AFRICA DEL SUR

La prensa inglesa se ha ocupado mucho recientemente de un proyecto de transporte de fuerza, desde las cataratas de Victoria en el río Zambeze hasta Rand (Transvaal). Mr. Wilson Fox, que tuvo ocasión de examinar el proyecto en las oficinas de la British South Africa Company, publicó algunas observaciones sobre el particular. Las cataratas de Victoria se caracterizan por su forma poco común; el río, que es anchuroso en la parte superior, se precipita en una angosta garganta por la que sigue en rápida pendiente haciendo múltiples zig-zags. Por efecto de esta disposición, se puede obtener fácilmente una caída de 100 metros con un canal de poca longitud, y prolongando este canal algunos kilómetros, se puede aprovechar un espacio considerable para el establecimiento de una estación de energía, un poco más aguas abajo del río. Hasta el presente, sin embargo, la Victoria Falls Power Company prefiere utilizar la posición más modesta, donde la construcción de la central de energía es más sencilla, y explotar por ahora únicamente 30.000 caballos, aunque la Compañía tiene el derecho exclusivo de transportar al Transvaal 250.000 caballos. La longitud de la línea será de 960 kilómetros construyéndose probablemente de aluminio, capaz para transportar 30.000 caballos, y se apoyará sobre torres de acero galvanizado de 18 metros de altura. Se proyecta emplear corriente trifásica de 150.000 voltios, con una frecuencia de $12\frac{1}{2}$ períodos, disponiéndose los conductores en los tres vértices de un triángulo equilátero de 4,25 metros de lado. Pero esto no es todavía definitivo, y aun es posible que se haga la transmisión por el conocido sistema Thury.

Esto es, en pocas palabras, la parte esencial del proyecto, el cual no está aún terminado en todos sus detalles; la Compañía prefiere esperar á que el asunto esté en sazón para desarrollar el proyecto completo, pues antes necesita conocer con exactitud muchos pormenores, á fin de asegurarse primero que el negocio puede establecerse en suficientes buenas condiciones. Con este objeto á la vista, la Compañía ha adquirido hace poco tiempo la estación generadora de la Sociedad Consolidated Gold Fields, y se propone establecer una central de electricidad de 24.000 caballos, en el Rand, en las cercanías de la mina Júpiter. La energía eléctrica que aquí se obtenga, se distribuirá en el Rand hasta una distancia aproximada de 50 kilómetros, en opuestas direcciones, con un potencial de 50.000 voltios y una frecuencia de 50 períodos. Se empleará como comustible el carbón producido en la localidad, cuyo coste es de 13,50 pesetas oro la tonelada.

Si este negocio da buen resultado, el paso siguiente será llevar adelante el proyecto antes citado. Uno de los factores más

portantes de este proyecto, es que se pueda garantizar la continuidad del aprovechamiento; para asegurar esto, la Compañía propone el poco usual expediente de colocar una estación de un acumulador hidráulico en el extremo de la línea de transporte de fuerza, del Transvaal, á unos 50 kilómetros aproximadamente de la estación generadora de electricidad de la mina Júpiter. Esta estación de acumulador hidráulico consistirá en un depósito construido sobre una colina, cerca de la línea de transporte de fuerzas, á una altura de 180 metros sobre otro depósito inferior, que comunica con el río Cocodrilo, que suministra el agua que haya de elevarse al depósito superior. Cuando todo esto esté terminado, el pensamiento es utilizar la estación eléctrica normalmente, y cuando ocurra la eventualidad de que por cualquier causa ó accidente no funcione la línea de transporte principal, se hace uso del acumulador hidráulico durante las horas que sea preciso, y si esto no fuera suficiente, se acude á la estación generadora movida por vapor.

Un proyecto de esta magnitud no deja de ofrecer serias dificultades. La fuerza electro-motriz de 150.000 voltios con que se piensa trabajar, viene á ser el doble del voltaje más alto que hasta ahora se ha empleado en parte alguna. Será preciso ver cómo se conducen los aisladores, aunque Mr. Mershon opina que con los aisladores proyectados no ha de haber inconveniente alguno. Las pérdidas por el aire, pueden ser, por supuesto considerables con este voltaje, pero, aparte de la gran distancia entre los conductores, creemos que con un aumento en el diámetro de los cables, podrían reducirse á un mínimo las pérdidas de este género. Las condiciones climatológicas del Africa del Sur son sumamente favorables para el trabajo á alta tensión, durante la mayor parte del año, y la zona del terreno que recorre esta transmisión, está prácticamente desprovista de bosques y arbolado y á una altitud de 1.300 metros sobre el nivel del mar. Respecto á la instalación del acumulador hidráulico, es de presumir que debe considerarse únicamente como un expediente temporal. Una instalación de este género debe indudablemente invertir una buena parte del capital, y esto no debe perderse de vista, sobre todo en un proyecto donde la reducción de las cargas del capital constituye un factor esencial. Salvo el caso en que se disponga de mucho capital, el valor del acumulador hidráulico como medio de asegurar la continuidad del aprovechamiento es bastante pequeño, excepto cuando se trate de interrupciones que duren poco tiempo; y en una línea de 960 kilómetros de longitud á través de un país casi despoblado, si ocurre alguna avería, lo más probable es que se tarde bastante tiempo en repararla. Objeciones semejantes pudieran hacerse á una Central movida por vapor, la cual estaría normalmente fuera de uso, debiendo estar en condiciones de ponerse en marcha en pocas horas. En vista de estas razones, parece ser que la Compañía tiene el pro-

pósito de duplicar la línea de transmisión de fuerza, en un plazo relativamente breve, después de terminada la instalación de la primera línea.

Como ocurre siempre que se propone alguna empresa nueva de gran magnitud, este proyecto ha sido objeto de numerosas críticas y controversias. Es un hecho, sin embargo, que hoy por hoy no puede darse una opinión definida sobre la posibilidad de realizar el proyecto por no conocerse todavía todos los detalles del mismo. Todo lo que puede decirse hasta el presente, es que algunos Ingenieros bien conocidos están de acuerdo con él. Las opiniones de personas, tales como Mr. R. D. Mershon, Profesor Hlingenberg, Dr. Rathenau, Sir Douglas Fox, Profesor Blondel, Dr. Tissot, Mr. Arthur Wright y otros, son dignas de tenerse en consideración. Las dificultades técnicas pueden ser vencidas; éstas no aumentan necesariamente en la misma proporción que el voltaje, y hasta las descargas eléctricas pueden causar menos perturbaciones sobre un sistema dilatado que sobre otro más pequeño. La cuestión principal está en averiguar si los rendimientos que se obtengan, serán suficientes para compensar los gastos importantes que habrá que hacer para el aprovechamiento de las cataratas de Victoria.—H.

LAS TURBINAS DE VAPOR EN LAS ESTACIONES CENTRALES DE ELECTRICIDAD

Á continuación se da una traducción de la interesante Memoria que M. de Marchena, Ingeniero Jefe de la Compañía Thomson-Houston, de París, presentó al Congreso que la Asociación francesa para el adelanto de las ciencias celebró en Lyon el pasado Agosto, tal como ha sido publicada por el *Syndicat des forces hydrauliques*.

La aplicación directa de las turbinas de vapor al funcionamiento de las dinamos data en realidad de unos pocos años, pero en este corto lapso de tiempo ha tomado un extraordinario desarrollo, constituyendo ciertamente el hecho más saliente de la industria eléctrica durante este período. En la actualidad, para no citar sino los tipos más aceptados, hay en explotación ó en construcción próximamente:

600.000 kilovatios en turbinas Parsons,		
600.000	»	» Curtis,
100.000	»	» Zelly,

y á pesar de que estos dos últimos tipos son relativamente recientes, ya que aparecieron en 1902 las Curtis y en 1903 las Zelly.

El movimiento en favor de las turbinas de vapor es tan general y sus ventajas tan universalmente reconocidas y fuera de toda discusión, que al presente no puede concebirse ninguna gran estación generatriz si no está provista de estos aparatos.

La principal dificultad con que tropezó en sus comienzos la turbina de vapor dependió de la elevada velocidad de rotación á que su empleo conducía; pero este inconveniente se ha salvado con el empleo de expansiones más ó menos multiplicadas, mediante las que se redujeron considerablemente, las velocidades de salida del vapor, y, por consiguiente las velocidades periféricas por el estrecho enlace que entre ellas existe. Estas expansiones son numerosas, sobre todo en los tipos de turbinas más antiguos, tales como los Parsons, en los que se redujo de esta manera las velocidades periféricas á cifras verdaderamente moderadas (40 ó 50 m. próximamente).

Pero los progresos de la metalurgia, al poner á disposición de la industria metales más resistentes, han permitido avanzar mucho más, sin inconvenientes, por la vía de las grandes velocidades periféricas; en las del tipo Curtis, estas velocidades llegan á 110 y 120 m. por segundo, con lo que se ha podido reducir á 3 ó 4 el número de las expansiones y á 8 ó 9 el de las ruedas

móviles. En los Zelly y Rateau, el número de ruedas es también mucho menor que en los Parsons, sin que, por lo general, pasen de 12 ó 14.

Las velocidades de rotación siguen siendo elevadas, y esta tendencia probablemente irá en aumento, por razones de orden económico y de competencia comercial, ya que el coste de las turbinas disminuye considerablemente á medida que aumenta la velocidad de rotación.

Esta velocidad es actualmente para la mayor parte de los tipos en uso:

De unas 3.000 revoluciones para potencias inferiores á 500 caballos.

De 1.500 revoluciones para potencias de 1.500 á 2.000 caballos.

De 1.000 revoluciones para las de 3.000 á 4.000 caballos.

De 750 revoluciones para las de 6.000 caballos y más.

Estas velocidades elevadas tienen algunas consecuencias restrictivas en lo que se refiere á las turbinas de vapor; no se prestan muy ventajosamente al establecimiento de dinamos de corriente continua, principalmente si son de bajo voltaje (125 ó 250 voltios). Sin embargo, el empleo de polos auxiliares de conmutación ha permitido ya atenuar sensiblemente las dificultades que resultaban para la conmutación de los dinamos de colector, y el de las máquinas unipolares, actualmente en estudio, puede hacer esperar su supresión completa.

Debe añadirse también, que no hay lugar de creer mucho en el desarrollo de la máquina de corriente continua á baja tensión como unidad constitutiva de las estaciones centrales del porvenir. La tendencia actual de reunir la potencia generadora en muy grandes estaciones, se opone completamente á este desarrollo; estas estaciones, para encontrarse en favorables condiciones bajo el punto de vista de su alimentación de agua y de carbón y de sus facilidades de ampliación, deben, por fuerza, estar situadas á alguna distancia de los centros de distribución de luz y de fuerza motriz, y, por consiguiente, sólo pueden constituirse con unidades de alta tensión, en las que se impone la corriente alternativa.

También, incluso para la corriente alternativa, las grandes velocidades constituyen un cierto obstáculo al limitar estrechamente las frecuencias y las potencias de unidades que es posible adoptar. Este inconveniente es tanto mayor, cuanto más baja es la frecuencia y más débiles las potencias.

Tómese, por ejemplo, el caso de una frecuencia de 25 períodos: dos velocidades aparecen únicamente como posibles, 1.500 y 750 revoluciones, de lo que resulta que con esta frecuencia no es muy fácil conseguir, en buenas condiciones, unidades de menos de 1.200 ó 1.500 caballos, ni unidades de potencias comprendidas entre 2.000 y 5 á 6.000 caballos.

Con la frecuencia de 50 períodos los resultados son mejores, pues las velocidades de 3.000 y 1.000 revoluciones resultan posibles y permiten realizar en buenas condiciones una serie de potencias mucho más continuas á partir de 500 caballos.

Por otra parte, una vez creado un tipo de turbina, no podrá prestarse á toda clase de frecuencias; por ejemplo, un tipo de 3.000 ó 1.000 revoluciones no podrá emplearse sino en alternadores de 50 períodos ó de superior frecuencia. Otro de 1.500 revoluciones sólo podrá prestarse á frecuencias de 25 y 50 períodos; á 750 revoluciones corresponderán frecuencias de 25, 38 y 50 períodos, y lo mismo en los demás casos.

Sin embargo, este inconveniente no parece que debe impedir mucho el desarrollo de las turbinas de vapor, y es de creer que tenga, como consecuencia, una unificación todavía más estrecha que hasta ahora, de las frecuencias que se adopten, frecuencias que, cuando menos en Europa, se limitarán casi exclusivamente á la de 25 y 50 períodos.

Al lado de estos pequeños inconvenientes, cuya importancia no debe exagerarse, las turbinas de vapor presentan serias y decisivas ventajas para la constitución de grandes estaciones centrales.