

el Ministro, estableciéndola con arreglo al anteproyecto de bases redactado con anterioridad por la Liga Marítima.

»Lo más curioso del caso es que ese anteproyecto, que corre impreso, fué discutido siendo Ministro de Marina el Duque de Veragua, por una Junta, que presidió el entonces subsecretario general Matta, de la cual formaban parte representantes de los diversos elementos de la marina mercante, funcionarios de otros Ministerios civiles y jefes de la marina de guerra, entre los que figuraba el ahora general Ferrándiz, quien por cierto presentó algunas enmiendas que acaso se hallen en contradicción con lo que respecto á este particular actualmente propone como Ministro.

»Sería de suma conveniencia que la Comisión del Congreso conociese, no sólo el anteproyecto mencionado, sino también el expediente donde constan las actas de esa Junta, con todas las vicisitudes de su constitución y de las discusiones en ellas habidas; pues contribuiría grandemente á formar idea de lo descabellado y monstruoso del contenido del anteproyecto, tanto por la caótica organización que determina, sin ejemplo ni experiencia en ninguna nación marítima del mundo, como también por el laberíntico y enrevesado lenguaje en que está escrito; sin duda para que resulten armonizadas la expresión y la esencia de su parte preceptiva.»

Llamamos la atención de las Cortes para que dirijan su mirada hacia Europa.

PANTANOS EN LOS PIRINEOS

Existen en los Pirineos numerosos lagos, conocidos con el nombre de *ibones* en la provincia de Huesca, que constituyen verdaderos embalses reguladores de las corrientes por ellos alimentadas. Para hacer este efecto más sensible, se ha pensado en aumentar su capacidad cerrando con una presa la garganta por donde se realiza el desagüe y estableciendo un conducto artificial de evacuación que pueda abrirse ó cerrarse á voluntad en las épocas oportunas.

Nuestro distinguido compañero el Ingeniero de Caminos, don Luis Moreno y Díaz, al estudiar en 1900 los medios de aumentar el caudal de estiaje de los ríos Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana, con motivo de la formación del plan de canales de riego y pantanos, propuso que se utilizaran los lagos Negro, de Cap de Port, y otros cuya existencia le constaba. La idea fué aceptada por la Superioridad y hoy figura la propuesta en el plan referido, provisionalmente aprobado por Real decreto de 25 de Abril de 1902, en los grupos de obras números 57 y 201.

Al pantano Negro podrá dársele una capacidad de unos 36 millones de metros cúbicos con sólo una presa de 36 metros de longitud en la coronación y 8 de altura; el pantano de Cap de Port podría almacenar unos 14 millones y medio de metros cúbicos, construyendo una presa de 35 metros de longitud y 10 de altura.

La utilización de los lagos y lagunas para pantanos artificiales data de muy antiguo, habiéndose conseguido por este medio crear á poco coste embalses de una capacidad enorme; la alimentación del río Misisipi, por ejemplo, se refuerza durante los periodos de estiaje con el agua embalsada en pantanos constituidos de esta suerte, con un volumen total de 2.500 millones de metros cúbicos. La aplicación de este sistema á los lagos pirináticos debe considerarse, en principio al menos, acertada en extremo, pues aunque de capacidad pequeña, por lo general, suelen tener muy estrecha la garganta de evacuación que el paso constante de las aguas ha ido labrando en los macizos rocosos de formaciones antiguas que constituyen el fondo y paredes de los vasos, reduciéndose así constantemente la capacidad de éstos, que puede aumentarse de nuevo elevando por una parte el nivel, sobre el normal, por medio de una presa que obture la garganta, y por otro, estableciendo una galería subterrá-

nea, ó un sifón, que permitan desaguar el pantano por debajo de dicho nivel normal, hasta la profundidad que se juzgue conveniente. De este modo, no sólo se restablece el lago al nivel que debió alcanzar anteriormente, en uno de sus estados, después de los levantamientos geológicos que dieron lugar á su formación, sino que se aumenta extraordinariamente el volumen utilizable del embalse para los fines de regulación de las corrientes que alimenta, puesto que en el estado natural aquella estaría representada por el volumen, generalmente muy reducido, que comprende el del vaso, limitado por los dos planos de nivel, máximo y mínimo, que pueda alcanzar la superficie del lago, mientras que al transformarlo en pantano en la forma indicada, el volumen aumenta notablemente por la gran diferencia de nivel de aquellos planos, sin contar con la circunstancia, importantísima para los efectos de regulación, de que el agua almacenada se puede verter en la corriente en el momento en que sea más necesaria.

No pueden desconocerse las ventajas que ofrecen los embalses de esta suerte constituidos. La gran cantidad de nieve que cae sobre las altas cumbres de los Pirineos, cerca de las cuales suelen hallarse los lagos, asegura su alimentación; el vaso es de una impermeabilidad probada; la cantidad de obra requerida, casi siempre escasa; la evaporación reducida; el peligro de aterramiento, muy remoto; el de que el embalse pueda afectar á la salubridad, nulo. Al lado de estas notorias ventajas, se ofrece como serio inconveniente, que en gran parte las neutraliza, cual es la dificultad de construir obras en las grandes alturas pirináticas, lo que requiere habilitación de caminos y viviendas, conducción penosísima de herramientas y materiales y realización de los trabajos por campañas cortas y penosas, con riesgo de ver perdidos en una los ejecutados en las anteriores.

La realización del pensamiento concebido por el Sr. Moreno no parece que se halle próxima en España, á pesar de que se ha mandado estudiar recientemente la habilitación del lago de Cap de Port y otros de la cuenca del Noguera Ribagorzana; pero no por esto puede decirse que la idea no haya sido ya llevada á la práctica, pues la Administración francesa, más diligente que la nuestra, está aprovechando desde hace algunos años los lagos de Oredon y Caillaouas, está actualmente construyendo las obras para la habilitación del de Cap-de-Long y se propone utilizar ulteriormente los de Aumar y Aubert, todos ellos en los altos Pirineos, no lejos de Bagneres de Luchón.

Construyó el Gobierno francés en 1861 un canal de 28 kilómetros de longitud, derivado del río Neste, que corre entre el Adur y el Garona, del cual se derivaban á su vez canales secundarios, con una longitud total de 49 kilómetros, destinados á la alimentación de varios arroyos que riegan los llanos de Lanne-mezan, comprendidos entre Tarbes y Saint-Gaudens. La mejora de esta suerte obtenida resultó insuficiente, pues aun cuando la cuenca del Neste está cubierta de vegetación y en ella las lluvias y nieves son muy abundantes y regulares, el caudal de los estiajes resultaba por completo insuficiente para atender debidamente á los riegos, que exigían un mínimo de siete metros cúbicos por segundo, destinados al canal, á más de otros seis metros que era necesario dejar al río para las necesidades de los ribereños. A fin de poder dar al Neste un caudal mínimo de 13 metros cúbicos, se reconoció la necesidad de constituir embalses con una capacidad de 23 millones de metros.

Empezóse para ello por la transformación en pantano del lago natural de Oredon, con un volumen de 7.300.000 metros cúbicos; las obras terminaron en 1886 y la mejora que se obtuvo fué muy importante, pero insuficiente (1).

El lago de Caillaouas, transformado en pantano, se puso en servicio en 1898 (2); tiene una superficie de 39 hectáreas y una

(1) Véase para la descripción de esta obra: *Michellet*.—Note sur la distribution des eaux de la Neste. Travaux du reservoir d'Oredon.—*Annales des Ponts et Chaussées*, Septembre, 1887. *Le Génie Civil*, tome XXVII, page 122.

(2) Véase, para más datos, *Le Génie Civil*, tome XXXVIII, page 165.

capacidad de 6.600.000 metros cúbicos. El vaso, con paredes de granito, alcanza una profundidad considerable (100 metros), y esta circunstancia ha permitido prescindir por completo de la presa, bastando abrir una galería subterránea a 18,30 metros por debajo del nivel ordinario del lago, de 1,50 metros de anchura por 2,00 metros de altura, con una longitud de 183,55 metros, que hace las veces de galería de toma.

En medio de ella, debidamente ensanchada, se construyó un macizo de fábrica para empotramiento de 12 tubos de toma, con sus llaves correspondientes, que podían maniobrarse desde una cámara superior, accesible por medio de un pozo vertical.

Minuciosas precauciones permitieron excavar el túnel hasta la distancia de 1,20 metros de las paredes del vaso; 15 barrenos abiertos en el tabique así constituido, a los que se dió fuego eléctricamente a un mismo tiempo, abrieron un boquete que luego fué ensanchado por medio de cartuchos de dinamita. El lago se vació en treinta y siete días, acabándose cómodamente los trabajos gracias a una atagüa de viguetas colocada en la boca de entrada de la galería.

El lago se encuentra a 2.164 metros de altura, y a más de ocho kilómetros en línea recta de todo paraje habitado. Esto ha exigido la construcción de una vereda para mulas de un metro de anchura, excavada en el granito en gran parte (en la que se han invertido tres campañas), la formación de viviendas para los obreros y el establecimiento de un verdadero servicio de aprovisionamientos. Las campañas duraban de Mayo a Octubre tan solo.

El gasto total se ha elevado a 302.000 francos, resultando el metro cúbico de embalse a 0,046 francos.

En 1901 se han emprendido los trabajos para la transformación en pantano artificial del lago Cap-de-Long situado a poca distancia, pero 260 metros más alto que el pantano de Oredon, al que aquél vierte sus aguas. Se calcula que la obra no quedará terminada hasta la campaña del año próximo, pues a pesar de que se trabaja con actividad, la abundancia de nieves no permite aprovechar más de unos cien días al año, y las condiciones de la localidad y de la obra no son a propósito para emplear muchos operarios, que en junto no suelen exceder de un centenar.

Las obras se reducen a una presa de fábrica destinada a elevar 9,50 metros el nivel ordinario del lago y a una galería de toma situada a 9,50 metros por debajo de este mismo nivel, quedando, por lo tanto, una altura utilizable de 19 metros que comprende una capacidad de 7 millones de metros cúbicos.

Los trabajos han empezado por la excavación de un camino carretero de 2,50 metros de anchura, con pendientes máximas del 10 por 100, que pone en comunicación el lago de Cap-de-Long con los caminos que existían ya hasta el pantano de Oredon. Situado aquél a 2.129 metros de altura, lejos de todo lugar habitado, ha sido también preciso en este caso, como en los anteriores, habilitar viviendas para los obreros y guarda de la presa, almacenes, forja, polvorin, etc.

Dispuestos así los elementos de trabajo y organizado el servicio de provisiones, se ha acometido la construcción de la galería de fondo, de 600 metros de longitud, que ha sido atacada por medio de otras tres galerías inclinadas con pendiente de 30 por 100 y longitud de unos 30 metros, estableciendo de esta suerte seis frentes de ataque, sin contar el de la boca de salida. Tanto estas galerías auxiliares como la de desagüe tienen por sección un rectángulo de 1,50 metros de altura por 2,00 metros de ancho, cerrando la parte superior una semiellipse de 0,50 metros de semieje menor.

Esta disposición, diferente de la empleada en los dos casos anteriores, permite establecer una vía Decauville sobre la que circulan vagonetes de 0,30 metros cúbicos para el transporte y extracción de los productos, que se realiza por las galerías de ataque con el auxilio de un cable y un torno situado en el extremo exterior, habiendo tenido cuidado de establecer las vías de aquellas galerías, en sus uniones con la principal, 80 centímetros más bajas que la vía colocada en la última, a fin de rea-

lizar más fácilmente el transbordo de los productos excavados por medio de tolvas dispuestas al efecto.

Estos trabajos se han realizado sin contratiempos, pues efecto sin duda del trazado de la galería, adoptado de intento por terreno granítico, no se han presentado filtraciones, habiendo resultado innecesaria la instalación de una bomba centrífuga, accionada por un motor de petróleo que se había establecido en previsión de que apareciese alguna vía de agua. La excavación se ha realizado por medio de barrenos cargados con goma dinamita, luchándose con las dificultades consiguientes a galerías de sección tan reducida, entre las cuales ha sido la principal la ventilación, que no ha podido lograrse llegase a ser satisfactoria, no obstante las medidas adoptadas.

La disposición para la toma de agua es análoga en principio a la del pantano de Caillaouas: la galería, con el ensanche necesario, es interceptada por un macizo de hormigón, de 7,85 metros de longitud, en el que van embebidos cuatro tubos de 40 centímetros de diámetro, con sus llaves correspondientes en el extremo, ya fuera del macizo, que se continúa, lo mismo que los tubos, en un nuevo trozo de 1,20 metros de longitud separado 2,00 metros del anterior, quedando las llaves en este espacio, libre del agua, que podrá ser cómodamente visitado por la parte superior, para el manejo de aquéllas.

La presa aún no había sido empezada en la época a que estos datos se refieren. Su altura máxima desde el plano de cimentación, que se excavará hasta encontrar el granito sano, hasta el de coronación, se calcula alcanzará 20,00 metros. La planta será rectilínea, con una longitud de 80 metros en la coronación.

El perfil adoptado es el triangular, pero con el paramento de aguas arriba en talud del quinto, disposición que no parece se halle justificada y que conduce a un aumento innecesario de su área; el talud de aguas abajo, calculado de suerte que el paramento de aguas arriba satisficiera la condición propuesta por Levy, resulta igual 0,732, y la presión máxima es de 4,49 kilogramos.

La coronación, que tiene 3,20 de anchura, se halla protegida por una capa de asfalto que cubre otra de hormigón, contenido por las losas y sillares que constituyen los remates salientes. Toda la fábrica es de mampostería ordinaria de granito con mortero de cal de Teil, enlucido el paramento de aguas arriba con mortero de cemento cubierto con una mano espesa de alquitran mineral. Los pretilles se reducen a dos barandillas de hierro, de grandes claros que permitirán el fácil paso de la nieve, que en grandes cantidades se acumula en invierno en estos parajes.

El vertedero se halla perfectamente concebido. Está constituido por un murete de mampostería de 40 metros de longitud, dispuesto normalmente a la dirección general de la planta de la presa, el cual tiene un metro de ancho en la coronación, y empotrado en medio de ella una alza metálica de 0,30 metros de altura, cuyo borde superior se hallará un metro más bajo que el nivel de la coronación de la presa, resultando así la lámina máxima del vertedero igual a un metro, con lo que el gasto será de 70 metros cúbicos por segundo, que se ha juzgado suficiente. Paralelamente, y al pie del murete del vertedero, corre el canal de desagüe del mismo, al que afluirán las aguas cuando su nivel esté a menos de un metro por debajo de la coronación de la presa; la capacidad de conducción de este canal va aumentando progresivamente, para lo cual su anchura en el fondo, igual a 1,60 metros en el origen, llega hasta 3,50 metros, y su pendiente pasa de 0,06 a 0,70. El canal atravesará la presa por un boquete que al efecto ha de dejarse en ella e irá a unirse al emisario del lago a bastante distancia del pie, de aquélla, para que no sean de temer las socavaciones.

Tales son las circunstancias principales de los tres pantanos que hasta el presente ha construido el Gobierno francés utilizando lagos de los Pirineos, con objeto de aumentar caudales de estiaje insuficientes para atender y perfeccionar riegos estableci-

dos. La concepción de los proyectos y la realización de las obras ya ejecutadas, revelan una Administración previsora y perseverante, bien organizada y servida, que contrasta dolorosamente con la nuestra; así como es muy digno de admiración el personal que ha llevado á cabo estos trabajos, en una región falta de todo recurso, donde no es raro que el termómetro llegue á marcar en invierno 30 grados bajo cero, pudiendo recordarse que en país de condiciones no menos ingratas, en las cumbres de las montañas Rocosas, han realizado también los Ingenieros norteamericanos trabajos penosos para aumentar los caudales de agua disponibles con destino á los riegos del Colorado, que por medio de ellos ve aumentar enormemente su fertilidad y su riqueza (1).

JOSÉ NICOLAU.

REVISTA EXTRANJERA

Consideraciones acerca del porvenir de la tracción eléctrica en las líneas importantes de los caminos de hierro.

(CONCLUSIÓN)

(De la *Revue Technique*).

Regularidad de movimientos de los motores eléctricos.—Otra ventaja de los motores eléctricos, que se presenta como prueba de su superioridad sobre la locomotora de vapor, es la que resulta de su movimiento uniforme de rotación. Así se evitan las variaciones de carga sobre los carriles que resultan de las sobrecargas debidas á los contrapesos que sirven para equilibrar en parte las producidas por los órganos de movimiento alternativo. A este inconveniente, aunque real, suele dársele un valor exagerado, y puede decirse que actualmente ha desaparecido con el empleo de las locomotoras Compound de cuatro cilindros que se van extendiendo de día en día, no sólo en Francia, país de su origen, sino en toda Europa. En los Estados Unidos comienza Baldwin á entrar por el mismo camino.

Se puede decir que con este tipo de locomotoras, y gracias á la posición á 180° de las dos manivelas de un mismo juego de cilindros, todos los órganos de movimiento alterno quedan casi exactamente equilibrados y no hay que ocuparse más que del equilibrio vertical y que resultan, por tanto, completamente anuladas las variaciones de la carga sobre los carriles.

Esta ventaja está hoy tan comprobada, que por no tener ya que temer las variaciones de carga sobre los carriles, se ha decidido la Compañía de Orleans á elevar á 19 toneladas (desde 16) la carga estática por eje en sus nuevas locomotoras Compound del tipo Atlantic. Se ve, pues, que la superioridad del motor eléctrico, desde este punto de vista, va reduciéndose mucho.

Empleo de las corrientes continuas para la tracción eléctrica. A pesar de ciertas ventajas verdaderas que se obtienen por el empleo de las corrientes polifásicas y de los motores asíncronos, que por otra parte se han empleado hasta la fecha de un modo muy limitado, en cortos recorridos y casi siempre en condiciones muy especiales, en el momento actual sigue empleándose más generalmente la corriente continua, sistema más experimentado y que proporciona buenos resultados.

El Board of Trade ha exigido su empleo en las dos líneas metropolitanas de Londres, donde una de las Compañías concesionarias, á propuesta de la casa Ganz, proyectaba establecer las corrientes polifásicas con motores asíncronos accionados por

corrientes trifásicas á 3.000 voltios, análogamente á lo que se ha hecho en el camino de hierro de la Valtelina.

Los motores de corriente alterna mono ó polifásica, en vista de ciertas ventajas que poseen (sobre todo los primeros) parecen los llamados á ser los más apropiados á la tracción eléctrica, pero se encuentran aún en el período de incubación, y se comprende que las Compañías que tienen que responder de grandes capitales, no quieran exponerse á ensayos costosos que anularían las ventajas reconocidas, tal vez con alguna ligereza, por los partidarios de las corrientes alternas.

Rendimiento de la instalación eléctrica.—Simultáneamente con la elección de la clase de corriente y de los motores que deban emplearse, se presenta otra cuestión de no menor importancia: es la que se refiere al rendimiento total de la instalación eléctrica, desde el motor (sea de vapor ó sea hidráulico) que hace funcionar á las máquinas generadoras, hasta las llantas de las ruedas motoras.

Cuando se trata de un transporte de energía empleando corrientes trifásicas que se producen á cierta tensión, que se eleva antes de enviarla á la línea de transporte, y luego se rebaja en las sub-estaciones transformándolas al mismo tiempo en corriente continua, el rendimiento desde el eje motor de la máquina de vapor ó de la turbina hasta las llantas de la locomotora no es nunca superior á 50 por 100, y puede bajar á 40 cuando las máquinas no trabajan al máximo de carga; es decir, que para obtener un caballo de esfuerzo tractor hay que producir de dos á dos y medio en la estación central.

Como una máquina de vapor de gran poder, con condensación y expansión múltiple y recalentamiento del vapor, consume unos 6 kg. de vapor por caballo-hora efectivo, medido en el eje, y admitiendo una producción de 8 kg. de vapor por kilogramo de carbón, se tiene para consumo de carbón por caballo-hora efectivo el de 0,750; y para obtenerlo en la llanta de la locomotora, 1,500 kg. á 1,88, mientras que el mismo caballo en las llantas de una locomotora de vapor consume de 1,200 á 1,300 kilogramos, lo que representa un aumento de 15 á 45 por 100, tomando para la locomotora de vapor el gasto de 1,300.

La cifra adoptada de 1,30 kg. se basa en un consumo medio de 10 kg. de vapor por caballo-hora efectivo, consumo confirmado para las locomotoras Compound en numerosos experimentos llevados á cabo en estos últimos años. También se funda en la producción media de 8 kg. de vapor por kilo de carbón, cantidad observada en la práctica diaria con los carbones menudos bituminosos ó con los aglomerados que se queman ordinariamente en las parrillas de las locomotoras.

El mismo resultado se ha obtenido en los experimentos, muy completos, llevados á cabo en la Compañía del Este con locomotoras Compound de 4 cilindros.

Los motores asíncronos podrían atenuar esta diferencia de consumo suprimiendo la conmutatriz que transforma en continuas las corrientes trifásicas.

Se puede objetar que en los hogares de las calderas de una fábrica pueden quemarse carbones de inferior calidad que, naturalmente, cuestan menos; pero entonces se producirá menos peso de vapor por kilogramo de combustible, pudiendo llegar á ser ilusoria la economía obtenida con su empleo, y además, hoy es posible quemar en los hogares de las locomotoras carbones menudos y aun carbonillas, que cuestan á 16 y 20 francos tonelada.

Antes de dar por terminada esta importante cuestión, tenemos que hacer observar que este aumento de 15 á 45 por 100 en el consumo de la locomotora eléctrica, es sin tener en cuenta los intereses y amortización del capital necesario para la instalación de la transmisión de la energía, del coste de las fábricas centrales y del de las estaciones de transformación, intereses que recargan aun más el precio del caballo-hora.

Centrales hidráulicas.—Se admite muy generalmente que puede resultar una economía notable del empleo de motores hidráulicos para accionar las dinamos generadoras de la

(1) Las noticias que anteceden relativas al pantano de Cap de Long han sido extractadas de un artículo de *Le Genre Civil*, tomo XLIV, pag. 129 y siguientes, el cual podrá ser útilmente consultado por quien desee completarlas. En la obra «Hidrologie Agricole», de Levy Salvador, se encontrarán también algunos datos interesantes relativos á este mismo asunto.