

En él las profundidades de esas fases vienen dadas por lo que llamamos curvas de plea y baja, por ser ésta el lugar geométrico de las pleas, y esta misma curva, rebatida al rededor del nivel medio como eje de giro, de las bajas.

Para su construcción se ha empezado por determinar la altura del nivel medio del mar sobre el cero de la escala, tomando la medida de 250 observaciones.

Una vez determinado este nivel, se llevan sobre cada una de las ordenadas correspondientes á cada día, á partir del nivel medio, el producto de la unidad de altura, que es 1,60 metros en esta barra, por el coeficiente de marea correspondiente.

Estos coeficientes son calculados por el Observatorio Astromómico de San Fernando, teniendo en cuenta la onda principal semidiurna y despreciando la solar diurna y las lunisulares mensuales y anuales.

Las ordenadas de las curvas así construidas, aumentadas en la altura del nivel medio sobre los fondos que se escogen como navegables, dará las profundidades de la canal en las fases citadas.

Estas profundidades vienen expresadas en decímetros y pies ingleses, que, como es sabido, son las unidades corrientes que utiliza la navegación.

JOAQUÍN RODRÍGUEZ LEAL.

Huelva, Mayo de 1899.

## PANTANOS Y CANALES DE RIEGO

### CUENCA DEL GUADALQUIVIR

(Continuación.)

Puede asegurarse que esta región suministra aguas suficientes para llenar más de una vez depósito tan considerable, teniendo en cuenta la extensión de la cuenca, la impermeabilidad de los terrenos que la constituyen, de rocas pizarrosas en su casi totalidad, pertenecientes al grupo siluriano, y la altura de la capa de agua de lluvia, pues aun suponiendo que la cuenca quede reducida á 1.200 kilómetros cuadrados, ó sean 1.200 millones de metros cuadrados, bastaría una capa de agua de 10 centímetros para producir un volumen de 120 millones de metros cúbicos; ahora bien, la altura de lluvia anual en la estación meteorológica de Córdoba ha sido en el año de 1898 de 510,60 milímetros, y dicho año no ha resultado abundante en lluvias. La citada estación dista próximamente 23 kilómetros, en línea recta, de la cuenca del Guadalmellato. A pesar de lo expuesto, y para mayor confianza en los datos, se ha fijado una escala en el perfil de emplazamiento de la presa, para determinar la sección mojada en los diferentes estados del río, tomando además datos de velocidad de la superficie de las aguas.

Para el aprovechamiento de las aguas de este embalse, la Dirección Hidrológica estudia el trazado de un canal de riego derivado del río Guadalmellato, 8 kilómetros aguas abajo del punto elegido para emplazamiento de la presa del pantano. Se utiliza, pues, el cauce natural del Guadalmellato, en la longitud expresada, para conducir las aguas procedentes del embalse; disposición que, además de disminuir considerablemente la longitud del canal muerto, ofrece la ventaja de salvar grandes accidentes del terreno, que se presentan en la región superior, y que harían más difícil la realización de esta obra. Hecha la elección del punto de derivación del canal en un sitio á propósito para emplazamiento de la presa aguas abajo de la cerrada, que se designa con el nombre de Tabla de Don Sancho, resta estudiar las condiciones de esta presa, cuya altura no excederá de 4 á 5 metros.

El canal, á partir de este punto, se dirigirá por la margen derecha del Guadalmellato, faldeando una ladera de poca pendiente, que forma extendiéndose la parte más ancha del valle del Guadalmellato. En una longitud de 2.500 metros no se presenta accidente alguno notable, y únicamente algunos barrancos de poca importancia hasta llegar á la desembocadura de arroyo «Aguas Doradas», en donde el río cambia completamente de dirección describiendo una curva casi circular, cerrada en la margen derecha por elevadas sierras, que constituyen la divisoria entre este río y el Guadalquivir. Se pensó en un principio continuar el trazado del canal por la indicada margen derecha del Gua-

dalmellato, siguiendo el curso del río, rodeando la sierra hasta ganar las estribaciones opuestas que dan principio al valle del Guadalquivir cerca de Alcolea; pero en vista del desarrollo tan grande que era preciso dar al canal, y la importancia de las obras de fábrica necesarias para salvar extensos y profundos barrancos, se decidió estudiar otra solución, que consiste en atravesar la divisoria en túnel desde el arroyo «Aguas Doradas», afluente del Guadalmellato, hasta el arroyo Guadalbarbo, afluente del Guadalquivir. La longitud total del túnel en línea recta es de 3.500 metros, y la profundidad máxima con respecto al punto más alto de la divisoria, es de 292 metros.

Desde luego, por muy atrevida que parezca esta obra, es una solución que ofrece positivas ventajas si se la compara con la indicada anteriormente, que exige una longitud de canal muerto de más de 30 kilómetros, con grandes obras de fábrica para el paso del canal por profundas cortaduras y barrancos de la sierra, dando lugar, por el excesivo desarrollo, á una pérdida considerable de altura. Por otra parte, la naturaleza geológica de los terrenos que forman esta gran divisoria, el estrechamiento de la misma entre los profundos cauces del Guadalmellato y del Guadalbarbo, todo induce á pensar en la posibilidad y conveniencia de atravesar la divisoria en túnel, empresa que, á nuestro juicio, no habria de presentar dificultades insuperables. La boca de salida del túnel situada en la margen izquierda del arroyo Guadalbarbo, y á poca altura sobre el fondo del mismo, ofrecería condiciones inmejorables para el paso del canal á la ladera opuesta, recogiendo al propio tiempo por medio de una pequeña presa las aguas de este arroyo, que son abundantes en invierno.

Se ha continuado después el estudio de la traza del canal siguiendo por la margen derecha del Guadalbarbo, en una corta longitud de 2 á 3 kilómetros, hasta salvar esta estribación de la sierra en un punto donde se domina ya todo el valle del Guadalquivir, en el término de Córdoba, y se ha proseguido el estudio de la traza faldeando la sierra de Córdoba hasta llegar frente á esta ciudad, con una altura de 15 metros sobre la estación de los ferrocarriles, y una longitud total de canal que es próximamente de 25.800 metros.

En todo este trayecto no se han presentado accidentes del terreno que merezcan especial mención; el canal se desarrolla con facilidad por laderas de poca pendiente, y únicamente es digno de estudio detenido el paso de la carretera de Córdoba á Almadén, á la vez que el arroyo Pedroches, profundo barranco que se presenta á continuación de la carretera, constituyendo en conjunto un paso difícil que requiere una obra de verdadera importancia.

En la actualidad, la División Hidrológica trabaja en el estudio de este canal, cuyo trazado se propone continuar hasta Almodóvar, población situada á 23 kilómetros de Córdoba.

Respecto á la superficie de la zona regable que se extiende por la margen derecha del Guadalquivir, desde Alcolea hasta Almodóvar, según cálculo aproximado, puede fijarse en unas 10.000 hectáreas, y por no ser demasiado extensos no nos detenemos á considerar las excelentes condiciones que ofrecen estos terrenos para el riego, y la inmensa riqueza que desarrollaría en toda esta zona la realización de las obras que acabamos de reseñar.

No hacemos tampoco indicación de la sección de la presa del pantano, ni de la del canal, ni otros datos interesantes, porque dependiendo del volumen de agua disponible para el riego, y no habiéndose éste fijado definitivamente por hallarse pendiente de observaciones y cálculos que se están llevando á efecto, sería prematuro y erróneo todo cuanto pudiéramos decir acerca de estas cuestiones.

**Cuenca del río Bembezar.**—La cuenca del río Bembezar merece también especial mención, porque además de su gran extensión, 1.909 kilómetros cuadrados, y su constitución geológica de terrenos impermeables, predominando en ellos la formación, pizarrosa del grupo cambriano, presenta en el curso del río principal, así como en alguno de sus afluentes, puntos propios para el embalse de sus aguas, que si bien en estío son escasas, en primavera y en invierno suelen ser abundantes, alcanzando á veces, estas corrientes, crecidas tan extraordinarias, que han elevado las aguas en el río Bembezar 7 y 8 metros sobre su nivel ordinario.

Este río, que nace en la provincia de Badajoz, cerca de la divisoria principal del Guadiana y del Guadalquivir, penetra en la provincia de Córdoba por el término de Hornachuelos, y recibiendo las aguas de importantes afluentes, como son el río Sotillo, Ribera de Onza, el Nevado, el Benajarafe y el Guadalbacarejo, desemboca en el Guadalquivir, cerca de la línea férrea de Madrid á Sevilla, dando margen en esta región á las hermosas vegas de Escalonias y Moratalla. Salvo esta zona inferior, susceptible de beneficiarse por el riego, puede decirse que el río, en la mayor parte de su curso, se presenta muy encauzado entre escarpadas

ladoras y grandes cortes en rocas que apenas dejan espacio en determinados puntos á pequeñas porciones de vega sostenidas por la sedimentación de las aguas. Es, pues, en la región inferior, cerca de la desembocadura, entre este río y el Guadalquivir, donde el terreno ofrece condiciones para el riego, y bajo este concepto, así como para prevenir las crecidas, conviene estudiar los puntos de embalse que se presentan en el río Bembezar.

Son tres los puntos principales que reúnen condiciones para este objeto. El primero, situado en el kilómetro 68, es una cerrada de más de un kilómetro, conocida por el nombre de los Cabriles, formada por rocas cuarcitas alternadas con las pizarras, que constituyen la formación general. El segundo punto de embalse se presenta inmediatamente después de la confluencia del Benajazafe, en el kilómetro 81, y es una angostura del cauce, en una longitud de 200 metros, formada por rocas de pizarras con crestones de roca caliza que parecen ser correspondientes al terreno carbonífero. Por último, en el kilómetro 112 se presenta la cerrada de los Angeles, constituida por rocas calizas que se extienden hasta la desembocadura del Guadalbacarejo, y desde la cual ensancha el valle y aparecen las fértiles vegas de Moratalla y Escalonias, de que hemos hablado. Respecto á las ventajas que pueda presentar cada uno de estos puntos, comparados entre sí para establecer un embalse, objeto es éste de un detenido estudio sobre el terreno, que habrá de hacerse en su día, cuando se trate de realizar el plan general de embalses á que nos hemos referido.

No obstante, daremos algunos datos relativos á la cerrada de los Angeles, que por su situación y proximidad á las vegas parece sitio preferente al objeto que nos ocupa.

(Se continuará.)

## REVISTA EXTRANJERA

### Las economías en las fábricas de electricidad.

De un artículo de Mr. Jules Buse, publicado en la *Revue pratique de l'électricité*, tomamos las siguientes notas.

Para muchos, la explotación de una distribución de energía eléctrica no es un buen negocio; muchas empresas industriales de este género han dado resultados comerciales deplorables. ¿Y por qué? Las razones son muchas; unas veces, el capital empleado es demasiado grande y el interés y la amortización absorben los beneficios; otras veces, el capital ha costado muy caro; frecuentemente, los que se proponen explotar el negocio son más industriales que electricistas, disponen de capital, pero carecen de conocimientos técnicos y principalmente prácticos; y, finalmente, ocurre muchas veces que se hacen mal entendidas economías en la instalación; se compran máquinas baratas, que luego resultan caras; se encarga la instalación á un contraísta de infima clase que se encarga de ella á precios irrisorios, por lo bajos, pero que se desquita en la calidad de los aparatos y de los materiales que emplea.

Existen saltos de agua en gran número, que se irán aprovechando. Gracias á las corrientes alternativas y polifásicas, la electricidad se transportará económicamente á grandes distancias, y pocas serán las poblaciones y aun pueblos pequeños que, dentro de poco, carezcan de su distribución de energía eléctrica.

En este artículo no hablaremos del costo de energía hidráulica, que varía con una multitud de circunstancias; trataremos solamente de la producción de fuerza motriz por medio de máquinas de vapor y del transporte de energía eléctrica por medio de corrientes alternativas.

En lo que al gasto de carbón concierne, la cifra es muy variable; si en algunas localidades se obtiene la hulla á 10 francos la tonelada, en otras hay que pagar por ella 30 ó 35 francos; pero en todos los casos el combustible es una de las partidas más importantes de los gastos totales de producción de fuerza motriz, y es preciso, por lo tanto, utilizar el carbón lo más completa y económicamente posible.

Las calderas antiguas, aquellos larguísimos cilindros, deben abandonarse; sólo deben emplearse las calderas tubulares, que permiten elevar la presión rápidamente y ofrecen más seguridad.

Si admitimos que uno de los tipos antiguos de calderas cuesta 55 francos por caballo, y que una tubular cuesta 90 francos por caballo, al recomendar ésta parecerá que preconizamos un gasto superior en un 60 por 100 al estrictamente necesario; pero admitamos que la caldera más cara nos da una economía de combustible solamente de 10 por 100; si quemamos 5 toneladas de hulla diariamente, á 30 francos, al cabo del año habremos economizado 5.000 francos por lo menos, es

decir, que este beneficio, no sólo compensará el gasto suplementario de instalación, sino que la caldera amortizará en muy poco tiempo y llegará á dar beneficio.

No hay exageración en lo que precede. Lo que nosotros decimos, está confirmado por la práctica; no son los objetos baratos los más ventajosos.

Siempre, por economía mal entendida, se comete una grave falta en la elección de máquina de vapor; se instala una máquina ordinaria que cuesta, supongamos, 42,50 francos por caballo, en lugar de una buena máquina *compound*, que costaría 55 francos por caballo, porque no se quiere pagar este aumento de costo de 30 por 100. Seguramente, existen buenas máquinas de vapor del tipo ordinario de un solo cilindro, que dan el caballo de vapor con un gasto de 16,5 gramos, pero una máquina *compound* sin condensación no necesitará más que 11,8 gramos por caballo, lo cual representa un aprovechamiento que es un 27 por 100 más elevado; estas cifras bastan para decidir en la elección de máquina de vapor.

Los precios que hemos indicado para calderas y máquinas, deben entenderse para tipos de 100 caballos; las de más fuerza costarán relativamente más baratas, pero persistimos en ser adversarios de las unidades de gran potencia para las estaciones centrales; siendo variable el régimen, en lugar de una sola máquina, es preferible poder disponer de la misma fuerza fraccionada en varios grupos, para irlos poniendo en marcha á medida que el consumo aumenta.

Algunos nos acusarán aquí de forzar las cifras. En efecto, hay aparente economía en comprar una sola máquina de 500 caballos con su correspondiente dinamo, en lugar de cinco máquinas de 100 caballos y cinco dinamos. Economía aparente decimos, porque no tendremos necesidad de los 500 caballos sino durante un tiempo muy corto, una ó dos horas cada día, como lo demuestran los diagramas de las estaciones centrales; durante el resto del día, la máquina de 500 caballos no marchará con carga completa, y á pesar de todas las expansiones y de todos los perfeccionamientos, el consumo específico de vapor por caballo no será el mismo, será mayor que cuando la máquina marcha con toda su carga, es decir, que por lo menos durante 2.000 horas al año se estará quemando carbón inútilmente, se derrochará dinero. Con cinco máquinas de 100 caballos, en lugar de una sola de 500, la marcha puede arreglarse de modo que los grupos electrógenos funcionen siempre con carga completa.

Debemos observar, además, que si se dispone de agua abundante, será muy ventajoso emplear una máquina *compound* con condensación; en este caso, el gasto por caballo y hora será solamente de 9,513 gramos de vapor, lo cual, sobre el aprovechamiento más arriba indicado, nos da un aumento de 15 por 100.

Observando las cifras citadas, se ve que la caldera que hubiera bastado para producir el vapor necesario para una máquina monocilíndrica de 100 caballos, será suficiente para alimentar una *compound* de 126 caballos, sin condensación, ó de 146 con condensación.

Resumiendo lo que precede: si admitimos que el carbón nos cuesta á 30 francos la tonelada, puesto en la fábrica, que su potencia de vaporización sea de 3.624 gramos de agua de alimentación por cada 453 gramos de hulla, podremos decir que con la máquina monocilíndrica sin condensación el gasto por caballo y hora será de 2.033 gramos de hulla, mientras que con la máquina *compound* con condensación no gastaremos por caballo y hora más que 1.178 gramos, es decir, que obtendremos una economía de 42 por 100 en el combustible.

No nos detendremos á hablar del enlace de la máquina con el dinamo; no cabe duda de que la transmisión, ya sea por correas, ya por cables, absorbe una parte de la fuerza, 5 por 100 según unos, y más según otros. Es evidente que, desde el punto de vista de la economía, el árbol motor debe acoplarse directamente al árbol del dinamo.

Tratemos ahora de la elección de dinamo, punto muy importante que merece toda nuestra atención. Hay que considerar primeramente si se trata ó no de alimentar simultáneamente motores y circuitos de alumbrado. En el primer caso, es recomendable un dinamo de 60 ciclos; esta periodicidad es, próximamente, la mejor para el servicio simultáneo de motores y alumbrado. Pero si se trata de alumbrado solamente, se encontrarán ventajas en los transformadores empleando un dinamo de 125 ciclos en lugar de uno de 60, á causa del aumento de inducción. Si la mayor parte de la carga ha de ser absorbida por los motores, será conveniente emplear una máquina polifásica, puesto que los motores polifásicos, hasta ahora, dan mejor resultado que los monofásicos. Estamos convencidos, sin embargo, de que antes de pocos años las máquinas monofásicas habrán hecho tales progresos que se abandonarán las polifásicas por inútiles, y entonces se simplificará mucho la distribución de luz y fuerza por corrientes alternativas.