

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

BOLETÍN

AÑO DE 1895.

Madrid 10 de Julio.

Núm. 19.

Con el más profundo sentimiento participamos á nuestros lectores que el Sr. D. Daniel de Meñaca y Ruiz de Escalera, Ingeniero primero del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos y director del ferrocarril de Triano (Bilbao), ha fallecido en esta corte el día 7 del mes corriente.

La Redacción de la REVISTA, en nombre de todos sus compañeros, se asocia al inmenso dolor que tan sensible pérdida ha causado á la familia del finado.

ALGUNOS PROCEDIMIENTOS ESPECIALES

PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

El *Boletín de la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia*, en el número correspondiente al mes de Abril último, publica una interesante conferencia que dió en aquella Sociedad Monsieur Poklewski-Koziell, acerca de varios procedimientos nuevos y muy originales empleados por él para la ejecución de obras hidráulicas en el Asia Central, en condiciones excepcionales de terrenos y de materiales.

A título de curiosidad, haremos un resumen de dicha conferencia, en la que se describen, con bastante detalle, los medios verdaderamente singulares que se usaron en algunos casos; medios que podrán calificarse de elementales y

primitivos, pero que demuestran mucho ingenio y gran sentido práctico para aprovechar las especiales circunstancias de cada caso, y para arbitrarse recursos donde se carecía de los más ordinarios y corrientes, que en todas partes tienen á mano los constructores.

Como prólogo, expone el conferenciante que, después de trabajar algunos años en Francia en obras de cimentación, muy importantes y difíciles en los terrenos pantanosos de las marismas del Sévre, á las órdenes del Ingeniero Mr. G. Love, se trasladó á Rusia y luego al Asia Central, donde residió diez y nueve años, y tuvo ocasión de ejecutar los trabajos que describe en la conferencia, y en cuyo país desempeñó, entre otros cargos, el de Ingeniero Jefe de la provincia de Couldja, en la frontera de China.

En aquella provincia, como en todo el Asia Central, no es posible cultivo alguno sin riegos, por lo cual tienen éstos capital importancia; y toda la comarca está surcada por canales mejores ó peores, de los que es el principal el denominado gran canal del Aconstan, que lleva un caudal de 40 metros cúbicos por segundo, y que corre paralelamente al río Ily.

Las dos primeras obras que se describen se refieren á dicho canal. Fué una de ellas la desviación del río Cache (afluente del Ily), del que toma las aguas el canal, y tuvo que hacerse la obra con extraordinaria urgencia, pues á consecuencia de una enorme socavación que se produjo en muy poco tiempo en la margen del Cache que es un torrente, en sitio donde iba muy próximo el canal, quedó éste en grave peligro de ser destruido, lo que hubiera originado un verdadero desastre en el país, por la falta de agua. Para desviar el río se le cortó por medio de una barrera ó presa formada de caballetes de maderas sujetas con cuerdas; contra ellos se apoyaban varias filas de faguías muy largas, echando después una escollera, cuyos huecos se taparon con haces de hierba y paja. Los caballetes, que se colocaban muy próximos uno á otro y formando una especie de enrejado diagonal, tenían de tres á cuatro metros de altura, y eran unos tripodes con unos travesaños en su parte inferior, que mantenían la conveniente separación entre los pies, y sobre los cuales se subían los obreros para colocar los caballetes y evitar que fuesen arrastrados por la corriente. Por tales medios se consiguió construir en unas seis horas toda la barrera, que medía 300 metros de longitud, y aunque al

principio hubo muchos asientos, como las faguías y las cuerdas que ligaban los tripodes eran muy elásticas, bien pronto se adaptaron al terreno y quedó el conjunto bastante unido y resistente para cerrar el paso al río y dirigir éste por el nuevo cauce que se tenía abierto de antemano. Terminada esta primera parte de la obra, en la que según el conferenciante se ocuparon cerca de 6 000 hombres, se procedió á consolidar la presa con escolleras hechas ya despacio y en buenas condiciones.

La otra obra, que se realizó para el canal del Aconstan, tenía por objeto evitar los destrozos que en éste ocasionaban los numerosos arroyos y regatos que bajaban de las montañas y afluían al río Ily, cortando casi normalmente el canal; arroyos que en épocas ordinarias no llegaban á éste, pues sus aguas se aprovechan antes para los riegos; pero que se convertían por efecto de las grandes lluvias en verdaderos torrentes que atravesaban el canal, produciendo en él socavaciones y enarenamientos. Para remediar tal estado de cosas se abrieron paralelamente al canal varias zanjas ó cunetones á fin de que se depositasen en ellos los acarreos transportados por el agua, y al mismo tiempo se ensanchó y empedró el cauce de aquél en las partes donde desembocaban los arroyos, defendiendo además su margen de agua arriba con un enfilado. La longitud y disposición de los cunetones y la del ensanche y defensa del canal eran en cada punto proporcionadas á la importancia del arroyo transversal y al desarrollo de su cono de deyección, procurando siempre distribuir las zanjas en la superficie de este cono, de tal modo, que el agua no tomase en ellas alturas superiores á

0m,40, con lo cual las socavaciones producidas por las avenidas carecían de importancia y las reparaciones eran muy pequeñas.

Con estos sencillos trabajos se obtuvo el mismo resultado que si se hubieran construido puentes-canales ó sifones, en los que no se podía pensar económicamente por la falta absoluta de materiales y operarios para el caso. Se podía objetar que con el sistema empleado se inutilizaba para el cultivo la superficie de los conos de deyección; pero esto no tiene importancia en un país como el Asia central, donde hay un gran exceso de terrenos que nada valen y nada pueden producir sin riego.

Refiriéndose siempre á las numerosas obras que ejecutó en la provincia de Couldja con objeto de establecer estanques para riegos ó para instalaciones de motores hidráulicos, consigna Mr. Poklewski-Koziell, como resultado de su práctica, las siguientes conclusiones:

En los depósitos de agua ó estanques, construidos con malecones de tierra, hay al principio muchas filtraciones, sobre todo en el fondo; pero disminuyen poco á poco y desaparecen completamente al cabo de algún tiempo, porque la sedimentación que dejan las aguas va formando una costra de légamo que recubre el suelo y las paredes, haciéndoles casi impermeables.

Además de estas filtraciones generales, hay otras muy importantes y que llegan á producir verdaderas socavaciones en aquellos puntos donde arrancan del malecón las galerías ó tubos para toma de aguas, desagües ú otros fines. El medio más eficaz para evitar tales daños, consiste en establecer por la parte exterior del tubo ó trasdos de

la galería una serie de rebordes ó anillos salientes, cuyo número dependerá de la clase de tierras y de la presión del agua, y formados por bastidores de madera ó muretes de fábrica, según sea el material empleado en la obra. Tienen por objeto dichos salientes hacer que el agua filtrada entre las tierras y la superficie exterior del tubo ó galería tenga que contornear aquéllos y pierda así su velocidad, para que en vez de ocasionar arrastres deje sedimentar las materias que lleve en suspensión. Estos sedimentos van tapando todos los intersticios, y cuando la presión es algo considerable, se adhieren tan fuertemente á las superficies, que más parecen incrustaciones que depósitos.

Para impedir las filtraciones en las presas y diques formados por malecones de tierra, conviene emplear en su construcción faginas grandes y de mucho peso, colocadas en el sentido de la corriente; así se consigue que las materias arrastradas por el agua vayan depositándose é incrustándose entre las ramas de las faguías, y se llega á formar una barrera impermeable, que si al principio experimenta grandes asientos por el peso de la obra, toma después una posición de equilibrio y constituye un cuerpo bien unido con el terreno del fondo y de las márgenes.

Respecto á la cimentación en los terrenos flojos, movibles y permeables, dice el conferenciante que, en lugar de descender á grandes profundidades por medio de pilotajes, cajones ó aire comprimido, juzgó preferible y mucho más sencillo y económico, en las circunstancias en que él trabajaba, hacer cimientos poco profundos, pero de gran extensión, tanto mayor cuanto más flojo era el terreno, á fin de repartir sobre

una gran superficie el peso de las obras. De este modo, y aplicando los procedimientos antes descritos para evitar las filtraciones, construyó numerosas obras de todas clases en perfectas condiciones de resistencia y solidez.

Como ejemplo de ello, cita un molino que estableció en la mencionada provincia de Couldja sobre un terreno arenoso, lleno de manantiales que surgen con gran fuerza; tan flojo que se clavaban y se sacaban con suma facilidad pilotes de 6 metros de longitud y donde era imposible poner el pie sobre el suelo. En tan malas circunstancias había que construir un edificio de fábrica con tres pisos, en el que debía montarse una turbina de 24 caballos de fuerza, movida por un salto de agua de 5 metros. Se empezó por poner, sobre todo el emplazamiento de la obra, un colchón de faginas bastante alto, que se fué cargando con una escollera de ladrillos, pues no había piedra, hasta que quedó enterrado en el suelo; encima se colocó un emparrillado de madera macizado con ladrillos puestos de plano (haciendo esto porque no se tenía cemento ni aun buena cal hidráulica para fabricar hormigón) y sobre tal base se construyeron los muros, que hicieron al principio grandes asientos, pero que pronto quedaron en equilibrio, y se pudo terminar la obra en tan buenas condiciones de solidez y estabilidad que, dos años después, se mantenía sin el menor deterioro, á pesar de las trepidaciones producidas inevitablemente por el trabajo de las máquinas.

Se describe luego en la conferencia una obra muy importante y sumamente curiosa por varios conceptos, que es la reconstrucción de la presa de Sul-

tán Bent, en el río Mourgab, haciéndose antes una relación muy interesante de las exploraciones y reconocimientos que se practicaron para decidir el emplazamiento de la obra y proyectarla con todos sus anejos, y detallándose los estudios, experiencias y consideraciones que se tuvieron en cuenta para elegir y fabricar los materiales que habían de emplearse, utilizando los elementos que ofrecía la localidad. De todo esto, así como de los datos geográficos é históricos que al paso se consignan, diremos algo, aunque sea ligeramente.

El río Mourgab nace en el Afgamitan, y al entrar en la región de que se trata, donde se reúne con el torrente llamado de Kouchka, que viene por la izquierda; forma primero el oasis de Pendé y sigue luego, en dirección Sur á Norte, por un cauce de márgenes verticales de 13 metros de altura, abierto por la erosión en un terreno cuya capa superior es un légamo arcilloso especial que el conferenciante denomina *læss*. A los dos lados el valle es un inmenso desierto en el cual fueron muy penosas las exploraciones que se hicieron en el verano de 1886, con una temperatura de 67° centígrados y sin más agua que la salobre de algunos pozos, que distaban á veces 80 ó más kilómetros uno de otro. Este desierto está formado todo él de montículos de arena, llamados en el país *barchan*, muy semejantes á las dunas y cubiertos de la vegetación característica de éstas.

Al terminar el desierto sale el río del cauce profundo y se extiende por una gran estepa, al principio de la cual está el emplazamiento de la antigua presa del Sultán-Bent y á continuación un delta, que es el que constituye el

oasis de Merv, donde estuvo la antigua ciudad de Morgiana, que ocupaba una superficie de 40 kilómetros cuadrados, y á la que llamó Zoroastro *la reina del universo*. Aún se ven allí innumerables ruinas de edificios y multitud de canales que surcan todo el delta en una extensión de 300.000 hectáreas, de las cuales todavía se riegan unas 20.000, utilizando los antiguos cauces. Agua-abajo, y al terminar el oasis, cruza transversalmente al río el ferrocarril Transcapino, á cuyo lado se ha levantado la moderna villa de Merv, servida por una estación que se llama de Bairan-Ali, por ser este el nombre del último Sultán de la ciudad antigua.

Numerosos documentos históricos demuestran que la presa del pantano primitivo ha sido construida y demolida varias veces, y que existía con todas las obras de la canalización para riegos en la época de Zoroastro y de Alejandro el Grande; y tanto es así, que los dos canales principales que partían de la presa se denominan todavía de Giaour-Cala (villa de Zoroastro) y de Iskender-Cala (villa de Alejandro). La última reconstrucción de la presa se hizo en tiempo del Sultán Sandjar, y por eso se llama Sultán-Bent, que significa dique del Sultán, y fué destruida definitivamente á fines del siglo pasado.

La antigua presa estaba cimentada sobre faginas, de las que aún se encuentran muchos restos en el sitio que aquélla ocupó, observándose la particularidad de que en la parte que ha permanecido sumergida constantemente, las ramas de las faginas están intactas y conservan su elasticidad, hallándose solo ennegrecidas, mientras que donde las faguas estuvieron unas veces mojadas y otras al aire, todas las

ramas están carbonizadas y rotas y tienen el aspecto de restos de una antigua turbera; y por fin, más arriba, en la parte que estaba fuera del agua, las ramas se han transformado en un carbón muy duro y brillante, conservándose admirablemente carbonizadas en la masa de légamo arcilloso (*loess*) hasta las partes más finas, pero sin que se encuentre la menor señal de cenizas. Este hecho curioso no ha sido explicado satisfactoriamente por los varios químicos y geólogos, á quienes dice haber consultado el conferenciante.

Añade éste que á uno y otro lado de la presa se conservan en buen estado en muchas partes, los canales principales ó maestros, que tienen un ancho de 21 á 24 metros; y para aprovechar éstos, así como también la gran red de acequias que aún existen en todo el delta, según antes se dijo, decidió reconstruir la presa en su antiguo emplazamiento, haciendo un vertedero y una esclusa de entrada para el canal de la derecha, y arrancando por la izquierda otro canal, en el que también se pondría esclusa, más agua-abajo. Con este proyecto que, técnicamente, es bueno, puesto que en el sitio donde estuvo la antigua presa, que fué el elegido para emplazar la nueva, solo tiene el río unos 40 metros de anchura, se conseguía una economía enorme, porque con reparaciones relativamente pequeñas en los canales antiguos se podía restablecer el riego en la mayor parte del oasis, ahorrándose algunos millones de metros cúbicos de excavaciones.

Los numerosos sondeos que se practicaron en el río y en todo el valle en una zona de 80 kilómetros de longitud y 2 de anchura, demostraron que hay allí un gran caudal de aguas sub-

terráneas que corre por una capa de arena sumamente fina, y que el río Mourgab no es más que una exudación de aquellas aguas; así parece comprobarlo el resultado de los aforos que se hicieron casi simultáneamente en la confluencia del torrente de Kouchka y agua-abajo, á gran distancia, en el emplazamiento de la presa de Sultán-Bent, pues en este punto la cantidad de agua era más del doble que arriba; y como en el trayecto no hay ningún afluente, solo podía atribuirse este gran aumento del caudal á la corriente subterránea. El gasto del río en el último de los indicados puntos varia de 40 á 370 metros cúbicos por segundo.

En el emplazamiento de la presa el lecho del río Mourgal está formado por una capa de arena extremadamente fina y saturada de agua, recubierta por el légamo arcilloso especial denominado *læss*; donde éste no existía y quedaba la arena al descubierto, los pies se enterraban rápidamente, como en el fango líquido. La capa de arena tiene unos 25 metros de espesor por término medio, y al introducir la sonda se observó que en cuanto se atravesaba la capa de légamo superficial y se llegaba á la arena, el agua ascendía 1 metro ó más en el agujero hecho. Tal era el terreno donde había que construir la presa, cuya altura debía ser de unos 12 metros, á fin de poder regar con el embalse la parte alta del oasis.

Respecto á los materiales para las obras, dice el conferenciante que solo disponía de tamarindos y otros arborescentes para hacer faginas, y de ese barro ó légamo arcilloso especial que llama *læss*; la cal grasa, única clase en que podía pensarse económicamente, había de traerse de Aschabat (Rusia asiática),

y las piezas de madera de algún tamaño que pudieran necesitarse tenían que venir de la Rusia europea, atravesando el mar Caspio, por lo que resultaban á un precio exorbitante y era preciso economizarlas.

(Se concluirá.)

PARTE OFICIAL

MINISTERIO DE ULTRAMAR

REAL ORDEN

Excmo. Sr.: Habiendo reclamado con urgencia el Gobernador General de la isla de Cuba que se envíen á dicha Antilla, un Ingeniero Jefe de primera clase, dos Jefes de segunda clase, tres Ingenieros primeros, tres Ayudantes primeros, tres segundos y cuatro terceros, con objeto de atender á las obras públicas que se intentan desarrollar en gran escala en aquel territorio; S. M. el Rey (Q. D. G.), y en su nombre la Reina Regente del Reino, se ha servido disponer: que á la mayor brevedad posible ordene V. E. el anuncio de las plazas correspondientes á dicha reclamación, para que en el término de diez días puedan presentar sus instancias en ese Ministerio los Ingenieros y Ayudantes de Obras públicas de la Península que soliciten pasar á prestar sus servicios en la isla de Cuba, teniendo en cuenta al efecto, que á la plaza de Ingeniero Jefe de primera clase podrán aspirar los Jefes de segunda y de primera clase de la Península; á la de Jefes de segunda los Ingenieros primeros; á las de Ingeniero primero los segundos ó primeros y á las de Ayudantes primeros, segundos y terceros los que tengan aquí igual categoría ó la inmediata inferior; y que la plaza