

Esta caliza ha dejado pasar 3 litros de agua por minuto, por una superficie de 0,40 metros cuadrados y bajo la presión de 20 metros.

Probamos después un granito del mismo origen que el empleado en la construcción del dique de Settons. El bloque tenía un espesor de 0,30 metros y 0,90 metros cuadrados de superficie. La presión fué de 20 á 25 metros. Las caras laterales no se enlucieron, para poder observar, si era posible, la penetración. El gasto medio á través del bloque fué de un litro por hora.

Después hicimos otros experimentos, sin hallar una piedra que fuera impermeable.

*Morteros bajo cargas de agua continuas.*—*Bloque núm. 1:* superficie,  $0,995 \times 0,92$  metros; espesor, 0,80 metros.—Mortero muy comprimido, compuesto de 250 kilogramos de cemento de Vassy para 1.000 litros de agua. Construido el 22 de Diciembre, y probado desde 24 de Enero hasta 25 de Febrero siguiente.

Doce manómetros indicaban las presiones interiores. La presión sobre el bloque fué de 25 á 30 metros.

La cantidad de agua que atravesaba el mortero fué disminuyendo desde 2,762 litros por minuto en 25 de Enero, hasta 40 centímetros cúbicos en 19 de Febrero.

Los residuos de evaporación del agua variaron de 3,75 á 0,75 gramos por litro.

La análisis de estos residuos se hizo en el Laboratorio de la Escuela de Puentes y Calzadas, sin resultados notables.

Las presiones interiores aumentan constantemente con el tiempo. De 2,50 metros el 1.º de Febrero, llegaron á 6,60 metros el día 24.

*Ejemplar de prueba núm. 1:* de mortero de cal del Teil, compuesto de 250 kilogramos de cal y 900 litros de arena.—La probeta tenía 0,30 metros de espesor, 0,35 metros de longitud y 0,30 metros de anchura, y estaba contenida en un cuadro de 0,40 metros de espesor de cemento Portland que encajaba en la cubierta y la base del aparato de experimentación. La presión del agua era de 20 metros.

Construida en 16 de Noviembre de 1897, ha estado en servicio desde el 5 de Marzo hasta el 5 de Abril de 1898.

El gasto por minuto era de 7 centímetros cúbicos en 5 de Marzo, y descendió á 0,25 centímetros cúbicos en 1.º de Abril.

El peso de los residuos ha oscilado alrededor de 3 gramos por litro.

*Bloque núm. 2:* superficie,  $0,995 \times 0,92$  metros; espesor, 0,80 metros.—De igual composición que el bloque núm. 1, pero sin comprimir el mortero, fabricado el 15 de Marzo y experimentado del 25 de Abril al 2 de Junio. La presión del agua fué de 6 á 10 metros.

El gasto fué igualmente disminuyendo y las presiones interiores aumentando.

26 de Abril.—Presión interior, 5 metros. Gasto por minuto, 8,50 litros.

2 de Junio.—Presión interior, 10 metros. Gasto por minuto, 0,06 litros.

*Morteros bajo cargas de agua discontinuas.*—Nos propusimos estudiar el efecto producido sobre un elemento de presa por la acción discontinua del agua.

El aparato empleado es el mismo que se empleó para el estudio precedente, pero invertido. Varios grifos para la descarga se establecieron en la base y en la cubierta.

La maniobra se hacía del modo siguiente: por la mañana se hace obrar el agua á presión sobre el bloque; por la tarde, cuando las presiones interiores han llegado á quedar sensiblemente estacionarias, y el gasto aguas abajo es constante, se suprime la presión cerrando la llave de toma de agua; se cierran los grifos de descarga de la cara de aguas abajo y se abren los de la cara de aguas arriba, operación que se repite todos los días.

*Bloque núm. 3:* superficie,  $0,995 \times 0,92$  metros; espesor, 0,80 metros.—De mortero de cemento Portland, experimentado como se acaba de indicar, y compuesto de 450 kilogramos de cemento para 1.000 litros de arena. Presión, 11 metros.

Al contrario de lo que sucedía en el estudio precedente, el gasto en la cara inferior aumenta; de 2 litros por minuto el 23 de Junio, llega á ser el día 27 de 18,80 litros.

Las presiones interiores aumentan continuamente y tienden hacia la presión que obra sobre el bloque, llegando á ser muy próximas á ésta al cabo de algunos días de experimentación. Cuando se abren los grifos de descarga de la cara superior, después de cerrar la llave del tubo de toma, el agua brota con fuerza por efecto de las presiones interiores.

*Ejemplar de prueba núm. 2.*—De las mismas dimensiones y de la misma composición que el ejemplar de prueba núm. 1. Esta probeta,

sometida á la acción discontinua del agua, dió los siguientes resultados:

3 de Junio.—3 litros por minuto.

24 de Agosto.—10 litros por minuto.

Después de haber comprobado este aumento de gasto por la acción discontinua del agua, nos ha parecido interesante ver si la permeabilidad disminuiría por la acción continua. Hecho el experimento, hemos observado lo siguiente:

1.º de Septiembre.—10 litros por minuto.

20 de Septiembre.—6 litros por minuto.

Había, pues, disminución de la permeabilidad; después, sometiendo de nuevo la probeta á la acción discontinua, nuevamente aumentó la permeabilidad. Obsérvese un principio de desagregación en la cara inferior.

*Bloque núm. 4.*—De 2,50 metros de longitud, 0,995 metros de anchura y 0,92 metros de altura. El agua debía atravesarlo en el sentido de la mayor dimensión.

Era de mampostería de granito con mortero de Vassy compuesto de 400 kilogramos para 1.000 litros de agua.

Diez y siete tubos manómetros penetraban en él hasta una profundidad de 0,40 metros.

Puesto en presión el 3 de Octubre con una carga de agua de 10 metros. Se desagregó por efecto de las presiones interiores. Los efectos producidos por éstas han sido, pues, superiores á la resistencia de la mampostería á la tracción.

#### RESUMEN DE LOS EXPERIMENTOS DE LA PRIMERA SERIE

Las análisis químicas de los residuos no han dado resultados precisos que convenga señalar.

Los resultados de los experimentos en lo que se refiere á la cantidad de agua que pasa á través de los bloques, y á las presiones interiores, pueden resumirse de este modo:

*Acción continua del agua á presión.*—El gasto de agua á través del bloque disminuye con el tiempo.

Las presiones interiores aumentan.

*Acción discontinua del agua á presión.*—Los gastos á través del bloque aumentan con el tiempo.

Las presiones interiores aumentan también.

En ambos casos, las presiones interiores tienden hacia la del agua que obra sobre el bloque, y llegan á ser muy próximas á ella.

En fin, el bloque núm. 4 ha sido roto por las presiones interiores.

Hagamos notar que ninguna fórmula de cálculo de presas de fábrica tiene en cuenta las presiones interiores.

#### El cemento como pintura para las construcciones metálicas.

Sabido es que las construcciones metálicas sobre las vías férreas son destruidas rápidamente por su continua exposición á las nubes de vapor y de gases que se escapan de las locomotoras.

Las Compañías ferroviarias hace mucho tiempo que están estudiando y ensayando diversos procedimientos para evitar la corrosión de estas obras. Uno de los más usados consistía en colocar en las vigas palastros que se iban reemplazando á medida que la oxidación los iba destruyendo.

En el puente de Europa, en París, sobre las vías del ferrocarril del Oeste, se revisten las partes metálicas con una envoltura de cemento armado bastante ligera para no aumentar sensiblemente el peso muerto, procedimiento que, según parece, ha dado muy buenos resultados.

Otro medio, que parece más práctico que el de la envoltura de cemento armado, es el empleado corrientemente en Austria, y que consiste en rascar el hierro con escobas de brezo ó de piazzava, mojarlo después y aplicarle dos manos de pintura con lechada de cemento Portland algo espesa y con algo de arena de grano fino y de aristas vivas.

En Berlín se ha empleado con buen éxito un enlucido de mortero de tres partes de arena y una de cemento.

En Zeebrugge, en Bélgica, donde actualmente se está construyendo un puerto en agua profunda, una parte del dique ha de construirse en *claraboya*, y para preservar de la oxidación las columnas ó pilotes de acero se limpiarán primeramente por medio de un chorro de arena lanzado por aire comprimido, y después, por medio del aire comprimido también, se enlucirán con una capa de mortero de cemento semifluido.