Esta resistencia, a la edad de siete meses, está en perfecta armonía con la corriente o más general demostrada por los tubos de este mortero a los 15 días, que fué 23,57 kg; pero es bastante inferior a la demostrada a la misma edad por igual mortero en el hormigón (véanse fichas núm. 3, núm. 29 y núm. 31), la cual ha estado más de acuerdo con la de las galletas de 6, 25 y 50 golpes de pisón rotas en el laboratorio en 16 de octubre, o sea a los 210 días.

También en las roturas a los 15 días de edad, en aquellos tubos de hormigón en que se ha podido determinar seguramente límite inferior a la resistencia del mortero (véanse fichas núm. 21 y núm. 22), ha sido ésta superior a la máxima obtenida en los tubos de mortero sólo a igual edad, y de acuerdo con la demostrada por las galletas de igual mortero en el laboratorio (véase ficha roturas 5 abril), y aun más con las de 25 golpes de pisón que con la de 6 golpes. Y en ninguno de los demás tubos de hormigón probados a los 15 días se puede señalar el hecho contrario.

En las roturas a 90 días no se ha podido hacer comparación con la resistencia de tubos de mortero sólo, por no haberse probado ninguno de éstos; pero en las fichas núm. 28 y núm. 30) se ve también el acuerdo del mortero del hormigón con las galletas de igual mortero rotas a la misma edad (véase ficha roturas 23 junio); y no se puede considerar en contradición con ello la ficha núm. 4, pareciendo lo más probable que en el tubo correspondiente ha roto el mortero a un esfuerzo comprendido entre 28,91 kg y 37,38 kg: cm^2, si no ha sido a este último.

Este fenómeno, tan cierta y tan consecuentemente confirmado en todas las etapas de la prueba, tanto para el mortero 1 : 2 como para el mortero 1 : 1, tiene una explicación completamente satisfactoria, a saber: la fuerza viva de las percusiones del pisón (en la elaboración de los tubos) se transmite más eficazmente y con más igual o uniforme repartición hasta todas las porciones del mortero, tan pequeñas como queramos imaginarlas, cuando existen bien repartidas dentro de la masa las piedras o elementos de la grava, que actúan de precioso auxiliar de transmisión y repartición de aquella fuerza viva; y sabido es, y confirmado bien notoriamente está en las galletas de laboratorio de esta misma prueba, lo que la cuantía de este factor del apisonado o batido de la masa influye en la resistencia que ésta adquiere al fraguar y en la de todos los momentos subsiguientes de su existencia, sea por razón del calor o temperaturas producidos, o sea por lo que sea. Si, a mayor abundamiento, se repasan las fichas de fabricación, se verá que, para casi todos los tubos de mortero sólo, el tiempo invertido en la elaboración es menor que el invertido en los de hormigón y, a lo sumo, para alguno que otro, igual; pero la cantidad de mortero que entra en un tubo de mortero solo es mucho mayor que la de cualquiera de los de hormigón, y es, por tanto, menor en el de mortero solo la cantidad de fuerza viva recibida por cada centímetro cúbico de mortero, a más de repartirse peor aquélla en los de mortero solo, por actuar directamente cada percusión sobre una porción relativamente grande de masa y no existir elementos sólidos y de suficiente volumen que la transmitan y repartan en el interior de la misma.

Esta misma observación nos explica la aparente paradoja de ser casi iguales las resistencias, a los 15 días, de las galletas de mortero 1 : 1 a las de las galletas de mortero 1 : 2, y aun haber superado en algo éstas a las otras, si quien mejora en calidad mecánica y poder de adherencia, por efecto de las percusiones anteriores al fraguado, es la pasta del cemento. Observemos, en efecto, que en la galleta de mezcla 1 : 1 hay, a igualdad de volumen o masa con la de mezcla 1 : 2, bastante más pasta de cemento, mientras, a igualdad de golpes de pisón, ambas reciben igual cantidad de fuerza viva, o sea mucha menos por milímetro cúbico el cemento de la mezcla 1 : 1 que el de la mezcla 1 : 2. Y si la resistencia del árido es superior a la que a la edad de que se trata puedan alcanzar el aglutinante más o menos golpeado y su adherencia, o sea, si el conjunto no ha de romper hasta que el esfuerzo unitario general llegue a igualarse con la resistencia del cemento, es perfectamente natural que la galleta de mortero más rico, y aun una galleta de cemento puro, rompa antes que otra de mortero 1 : 2 que ha recibido igual castigo de pisón al ser fabricada.

Hay que advertir que tanto el razonamiento del último párrafo como el del que le precede se hacen sobre el supuesto racional y verosímil de que los elementos inertes del árido (arena y grava) hacen, durante el apisonado, casi el exclusivo oficio de *transmisores* y no consumidores de la fuerza viva, y que donde ésta o casi toda ella se *consume* o hace su efecto definitivo es en la pasta de cemento.

* * *

Y queda para un postrer artículo el resumen general de los resultados del ensayo.

Angel BLANC
Ingeniero de C., C. y P.

Efecto regulador de un embalse

La obtención de la curva de riada agua abajo de un embalse, en que se conoce la riada afluente y las características del vaso y aliviadero, es tema que hemos visto tratado en diversos lugares, pero en todos ellos en forma que no satisface, por la poca exactitud y escaso carácter práctico de los métodos propuestos.

Casi todos ellos son resoluciones gráficas de la ecuación diferencial $S\, dh = (Q - q)\, dt$, en la que S representa la superficie, h la altura sobre el labio del aliviadero, Q el caudal afluente que depende de t, y q el caudal vertido, que es función de h. El problema está en hallar q en función de t.

Esta ecuación es la que resuelve Forchheimer mediante una construcción gráfica en la que, con bastante complicación, se divide el volumen de embalse que corresponde a un cierto incremento de h, variable independiente, por la diferencia $Q - q$. De esta forma se halla el tiempo que corresponde a esa variación de h o de q, y de ahí se saca la relación de dependencia entre h y t o q y t. La construcción citada tiene varios inconvenientes. No existe, por una parte, razón alguna para efectuar gráficamente operaciones que se resolverían con más sencillez y exactitud numéricamente; además, cuando las alturas sobre el aliviadero están próximas a la máximas, el nivel permanece casi estacionario, y Q es casi igual a q. La división gráfica o numérica por $Q - q$, que tiene un valor casi insignificante, amplifica considerablemente todos los errores y nos aparta por completo de la realidad.

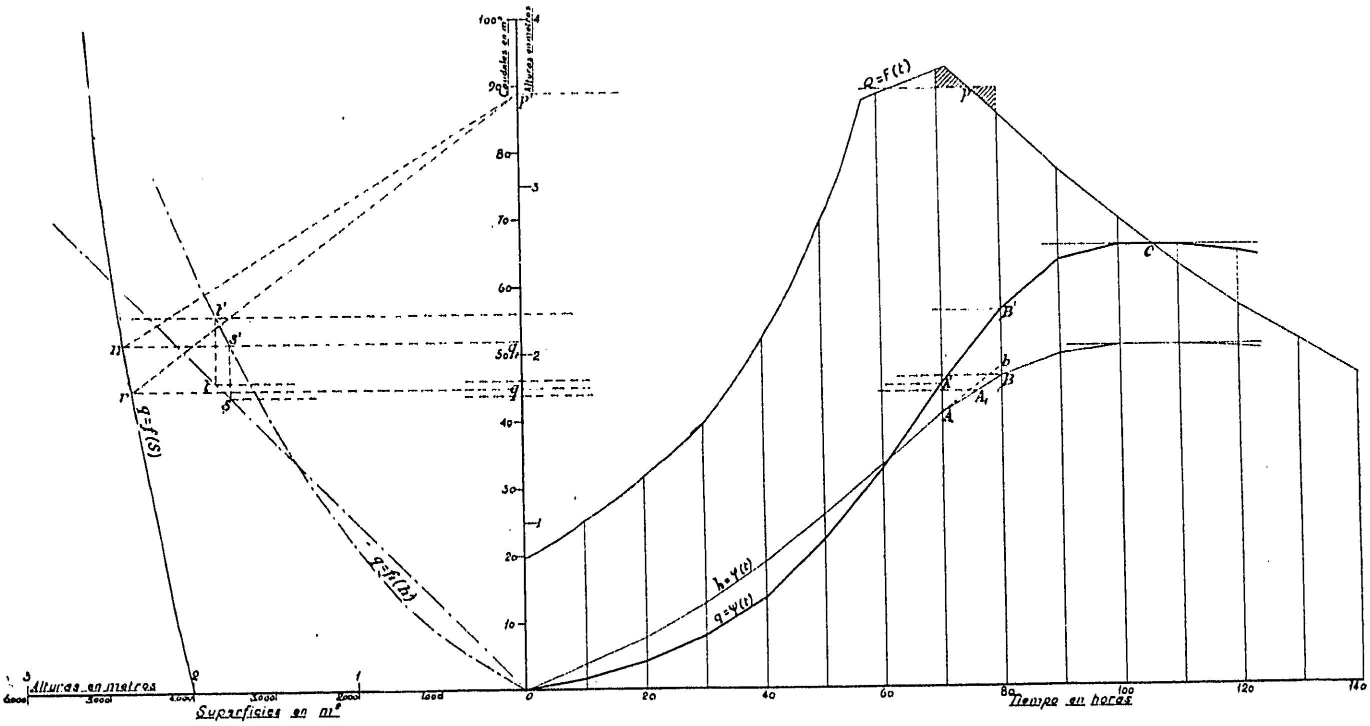
Para resolverlo más exactamente proponemos tomar como variable independiente el tiempo y trazar una curva cuya tangente tenga por coeficiente angular $\frac{S}{Q - q} = \frac{dh}{dt}$.

Supongamos que la riada afluente es la curva $Q = F(t)$ de la figura. En el segundo cuadrante dibujamos dos curvas: una, $q = f(S)$, cuyas abscisas y ordenadas son superficies libres y caudales vertidos, y otra curva, $q = f_1(h)$, en que las abscisas son alturas y las ordenadas caudales.

Partiendo de los puntos A y A' de las curvas de alturas y caudales vertidos en función del tiempo, veamos cómo se determinan los puntos B y B' de dichas curvas, con lo cual habremos resuelto el problema, puesto que siempre hemos de partir de una altura y un caudal vertido correspondientes a un cierto tiempo.

Trazamos una horizontal por el punto p, de modo que determine con las ordenadas $x = 70$ y $x = 80$ un área igual a la que determina la curva Q; la prolongamos hasta el punto p', en que corta el eje Y. Por el punto A' de la curva de caudales trazamos otra horizontal, que corta en q al eje Y. La distancia $p' - q$ representa la diferencia de caudales $Q - q$. Para el caudal vertido oq corresponde una superficie qr. La inclinación de la recta $p'r$ es precisamente $\frac{Q - q}{S}$; luego basta trazar una paralela a dicha recta por A para tener el punto b.

Como hemos partido de un caudal vertido, que no es el medio para el espacio considerado, rectificamos la construcción partiendo del punto A_1, medio de la recta Ab. Por ese punto trazamos una horizontal que corta en s a una recta a 45°; si por s levantamos una vertical, la ordenada de s', oq_1 representa el caudal correspondiente a la altura media sobre el aliviadero de que habíamos partido, y la superficie para ese caudal y esa altura es r_1q_1. Para esos valores medios, $\frac{Q - q}{S}$ viene representado por la inclinación de $p'r_1$; trazando por A la paralela obtenemos el punto B, que podemos dar como exacto prácticamente, sin más rectificaciones. Para determinar B' de la curva de caudales trazamos la horizontal Bt, la vertical tt' y por t', cuya ordenada es el caudal que vierte para la altura representada por el punto B una horizontal que nos determina el punto B'.



Así pueden hallarse cuantos puntos deseemos con el intervalo de tiempo que estimemos más conveniente. Al llegar al punto C' en que $Q = q$ las tangentes a las dos curvas son horizontales; a partir de ese punto los caudales vertidos disminuyen, y puede seguirse el procedimiento indicado en la rama descendente, en lugar de referirse a la rama de curva anterior, como indican algunos para hacer una igualación de áreas, que no resulta cómoda en la práctica.

Para que el paralelismo a que hemos hecho referencia tenga lugar en el dibujo será preciso adoptar unas escalas convenientes para h y t.

Supongamos que 1 cm representa 5 m^3/s y 500 000 metros cuadrados. Las alturas y tiempos, cuya relación $\frac{h}{l}$, es homogénea con la $\frac{Q}{S}$, vendrán reducidos en la misma proporción que éstos. Es decir, un centímetro tendrá una equivalencia en segundos cien mil veces mayor que la que tiene en metros de altura. Si adoptamos la equivalencia 1 cm = 0,20 m, resultará 1 centímetro = 0,20 × 100 000 segundos = = 20 000 segundos; una hora vendrá representada por $\frac{3.600}{20.000} = 0{,}18$ cm.

También se puede resolver el problema inverso, es decir, con un embalse determinado, unas riadas agua arriba conocidas y un caudal máximo admisible agua abajo de la presa, encontrar la curva que da para cada altura sobre el aliviadero el caudal que debe verter. Pero esto, si acaso, lo expondremos en otra ocasión.

Manuel DIAZ-MARTA PINILLA
Ingeniero de Caminos

Concurso de proyectos para el nuevo viaducto sobre la calle de Segovia

Conocidas ya por nuestros lectores las bases del concurso de proyectos para el nuevo Viaducto, y queriendo hacer un resumen con fotografías de los proyectos presentados, hemos solicitado de sus autores los datos necesarios.

Comenzamos hoy con la somera descripción de tres de los trabajos presentados: el primero firmado por los Sres. Gomendio (ingeniero de Caminos), Fiter Clavé (arquitecto) y Córdoba Machimbarrena (ingeniero industrial); el segundo por los Sres. Aguirre (arquitecto) y Ceballos (ingeniero de Caminos), y el tercero por los Sres. García Ovíes y Marín Toyos (ingenieros de Caminos) y Del Busto (arquitecto).

Proyecto Gomendio, Fiter y Córdoba

Los autores se han ceñido estrictamente a las bases del concurso. Tantearon dos soluciones: la presentada parte alguna: ni desde la zona alta de la calle de Segovia, ni desde la zona baja, ni alejándose.

Estas razones les movieron a presentar una solución puramente técnica: un arco central y dos tramos laterales, que resuelve el problema de acuerdo con las bases, concentrando la atención decorativa-ornamental en la parte vista por la calle de Bailén, que es la llamada a ser vía de importancia dentro de poco tiempo, y dejando en el resto de la obra la estructura escueta, rematada con zócalos de cantería.

En las bases del concurso se determinaba que había de presentarse proposición para la ejecución de las obras por una Casa constructora. En este proyecto esta firma es la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles.

Las características del proyecto son: Tramo central, compuesto de cinco arcos parabólicos de segundo grado, con 46 m de luz, a fin de dar mayor amplitud para la posible ampliación de la calle de Segovia y aprovechar

Proyecto de los Sres. Gomendio, Fiter y Córdoba. Arco central de 46 metros de luz y tramos laterales de 25 metros

y la de un arco rebajado de 110 m de luz. No creyeron justificada esta segunda solución, ya que las bases sólo imponían conservar para la calle de Segovia un paso de 25 m —lo que cumple sobradamente el arco de 46 m—, y por considerar que el Viaducto no tiene visualidad por los actuales cimientos de las pilas del Viaducto. Las características de estos arcos, distanciados entre ejes 4 m. son de armadura rígida tipo Ribera, lo que permite eliminar en la construcción las cimbras, con ancho constante de un metro y espesores de un metro en la clave