

# Los nuevos pliegos de condiciones para recepción de materiales hidráulicos

## II

En nuestro anterior artículo, publicado en esta REVISTA en el número de 15 de mayo del año actual, empezamos a dar cuenta de la labor preparatoria de recopilación y estudio de los Pliegos de Condiciones vigentes en diferentes países, y habíamos puesto de manifiesto, en lo que se refiere al cemento port-

land, las prescripciones establecidas para *finura del molido y fraguado*.

Continuando con dicho examen, trataremos a continuación de lo referente a resistencias.

En el siguiente cuadro se han agrupado las resistencias de los morteros de una parte de cemento portland por tres partes de arena, en peso, que se exigen en diferentes países.

Cemento portland.—Resistencias a tracción y compresión

PAISES	Resistencia a la tracción Kilogramos por centímetro cuadrado		Resistencia a la compresión Kilogramos por centímetro cuadrado	
	7 días	28 días	7 días	28 días
Alemania . . . . .	18	30 (1)	180	275
Argentina . . . . .	12	16	»	»
Australia . . . . .	17,50	22,80	200,3 (2)	»
Austria . . . . .	18	»	220	»
Bélgica . . . . .	13	20	130	200
Canadá . . . . .	14,08	21,09	»	»
Checoslovaquia . . . . .	12	20	130	220 (3)
Chile . . . . .	12	18	180	200
Dinamarca . . . . .	12	16	120	200
España . . . . .	16	20	140	180
Estados Unidos . . . . .	15,83	22,86	»	»
Estonia . . . . .	14	»	140	200 (4)
Francia . . . . .	10	15	»	»
Holanda . . . . .	12	»	150 (5)	»
Inglaterra . . . . .	22,85	25,03	»	»
Italia . . . . .	1.ª clase 20 2.ª clase 18	25 22	250 180	400 250
Jamaica . . . . .	22,85	25,03	»	»
Japón . . . . .	14	21	»	210
Noruega . . . . .	14	20	140	200
Queensland . . . . .	14,1	16,9	»	»
Rusia . . . . .	10	14	140	»
Suecia . . . . .	14	20	140	200 (6)
Suiza . . . . .	»	22	»	260

(1) Resistencia combinada a los 28 días. La resistencia combinada a la compresión a los 28 días es de 350 kg/cm<sup>2</sup>.

(2) Resistencia combinada a la compresión a los 28 días, 251 kg/cm<sup>2</sup>.

(3) (4) (5) y (6) Resistencia combinada a la compresión a los 28 días, 250 kg/cm<sup>2</sup>.

La interpretación de las cifras del cuadro anterior es sumamente difícil, pues para que fuesen comparables debería haber uniformidad completa en los métodos empleados para practicar estos ensayos, lo que está muy lejos de la realidad.

Conocida la importancia capital de la relación cemento-agua y la influencia preponderante de una cuidadosa cura en la resistencia de los morteros, se comprende la necesidad, si quieren compararse las cifras citadas, de estudiar la cantidad de agua de amasado, la manipulación de los morteros para ver si dicha cantidad de agua se altera al efectuar las distintas operaciones, el tiempo que se tarda en hacer el desmolde, la temperatura de los locales donde se hacen los ensayos, etc., etc.

Así, por ejemplo, si se tiene en cuenta que precisamente los países que exigen resistencias más elevadas no tienen prescripciones para la cantidad de agua de

amasado y hacen la compresión de las probetas para tracción con martillo pilón de 2 kg de peso y 25 cm de altura de caída, o a mano con palustre, se comprenderá que puede quedar casi únicamente en el mortero el agua necesaria para que se verifiquen las reacciones químicas y desaparecer en gran parte el agua que se necesita para que el mortero tenga la plasticidad necesaria, y que, una vez fraguado el mortero, resulta un elemento extraño que disminuye la resistencia.

Empleándose en España el martinete de Böhm para la preparación de las probetas destinadas a compresión, y fijándose la cantidad de agua de amasado, la comparación aproximada sólo puede hacerse con los demás países que emplean los mismos métodos, y que son: Alemania, Checoslovaquia, Dinamarca, Estonia, Japón, Noruega y Suecia.

Otro elemento importante y extremadamente va-

riable en los diferentes países es la arena empleada en los morteros, que varía, no solamente en el tamaño de los granos, sino en las proporciones de los diferentes tamaños y forma de los granos.

En nuestro país empleamos arena de Leucate, cribada al tamaño de 1,5 mm a 1 mm, que hemos mantenido mucho tiempo como prescriptiva, para no romper la uniformidad de ensayos con otros países. El pasado año las fábricas de cemento españolas solicitaron del Laboratorio de la Escuela de Caminos que les suministrase arena de Leucate cribada en forma reglamentaria, para dar un paso más hacia la uniformidad; pero la gran cantidad que se necesita para los laboratorios de las fábricas no ha podido suministrarla la organización comercial establecida en la playa de Leucate, lo que ha producido la contrariedad consiguiente y ha dado lugar a que se piense en reanudar los estudios para elegir una arena normal que exista en España. Por otra parte, son ya pocos los países que emplean la arena de Leucate, y uno de los más importantes, Italia, acaba de adoptar como arena normal la del río Po. Por todas estas razones, la Comisión se ocupa actualmente del asunto, en el que pueden seguirse las orientaciones siguientes:

a) Conservar como tamaño de los granos el comprendido entre 1 mm y 1,5 mm.

b) Seguir la orientación del grupo de naciones: Alemania, Austria, Checoslovaquia, Dinamarca, Estonia, Noruega y Suecia, que prescriben el tamaño de 0,775 mm a 1,35 mm.

c) Seguir la orientación del grupo de países: Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Inglaterra, Japón y Suiza, que prescriben que la arena pase por el tamiz de 62 mallas por  $\text{cm}^2$  y sea retenido en el de 140 mallas por  $\text{cm}^2$ .

Cualquiera que sea la orientación que se adopte, hay que efectuar un estudio completo, por la influencia que tienen, no sólo el tamaño de los granos, sino la forma de éstos, la composición granulométrica y la composición mineralógica. Particularmente si los granos absorben agua, la relación de ésta al cemento puede cambiar considerablemente.

La dificultad principal ha de ser la determinación exacta de la forma de hacerse los ensayos en obra, pues careciéndose en la mayoría de éstas de los martinetes Böhm, la compresión de las probetas se hace a mano, y aunque se emplee exactamente el mismo mortero plástico en todas (cosa muy dudosa), la diferente compresión dará lugar a variaciones de importancia en la relación cemento-agua, que es la que caracteriza la resistencia. Ante las importantes discrepancias que pueden resultar entre los ensayos practicados en los laboratorios y los que se llevan a cabo en las obras, algunos países de los más adelantados se han decidido a ponerlos de acuerdo por el método más sencillo, aunque no sea el más exacto, prescribiendo que se preparen las probetas a mano en los laboratorios.

Esto se ha hecho en Inglaterra, Estados Unidos y Francia; pero no se admite de ninguna manera en Alemania ni en los demás países de Europa, por la consideración de que la preparación de las probetas a mano depende de las personas que la efectúen, y aun la misma persona procede muy diversamente según las circunstancias. El argumento es de gran fuerza; pero como el procedimiento de hacer las probetas mecánicamente en los laboratorios conduce obligadamente a dar poco valor a los ensayos en obra, se cae en otro inconveniente de tanta o mayor importancia. Afortunadamente, se ha reconstituido la Asociación Internacional para Ensayo de Materiales de Construcción, que desapareció con motivo de la guerra europea, y probablemente se discutirá el tema y es de suponer que se llegará a un acuerdo.

En el cuadro de resistencias puede observarse que el pliego de condiciones vigente en España exige muy poco en lo referente a ensayos de compresión de morteros, particularmente a los veintiocho días. La perfección con que actualmente se fabrica en España el cemento portland ha permitido a la Comisión llegar en la propuesta que se elevará a la Superioridad, a límites que rebasarán notablemente los actuales y los establecidos en la mayoría de los países extranjeros.

Manuel AGUILAR  
Ingeniero de Caminos

## El puente de La Caille

Ha sido terminado este puente, el de mayor luz entre los actualmente existentes de hormigón, que, a pocos kilómetros de la frontera suiza, en las proximidades de Ginebra, cruza el barranco de los Ussos, a 147 m de altura, y por sus dimensiones extraordinarias, así como por algunas de sus características especiales, creo justifica el dar a la REVISTA, como resultado de una visita, una corta noticia descriptiva.

Es, como decimos, el puente de mayor luz del mundo, mientras no se ponga en servicio el del Elorn en Plougastel, cerca de Brest, de tres arcos de 180 m de luz, cuyas bóvedas han sido ya descimbradas por el ingeniero M. Freyssinet, autor del proyecto y constructor de la obra, y en el último Congreso de Puentes de Viena del pasado septiembre constituyó con él la novedad más interesante objeto

de las conferencias, entre todos los puentes construidos o actualmente en construcción.

Se ha acometido esta obra para sustituir a un puente colgado que se ve al lado del nuevo en alguna de las fotografías que se incluyen, por ser dicho puente insuficiente para el paso del tranvía de Annecy a Saint Pierre de Genevois, actualmente en construcción, que tenía que utilizarlo para cruzar la vaguada, y asimismo por la conservación costosa que iba teniendo dicha obra.

Entre las diferentes soluciones previstas, y ante lo costoso de un apoyo central, por la enorme altura de rasante de 147 m sobre el fondo del barranco y por la gran intensidad de los vientos dominantes, se eligió un arco de 140 m de luz rebajado al 1/5, de estribos perdidos, es decir, apoyados directamente en la roca caliza dura que se presenta en las dos la-