

EL CEMENTO FUNDIDO ⁽¹⁾

En el número de la revista *Madrid Científico* correspondiente a la primera quincena de febrero próximo pasado, aparece un artículo, escrito por el ingeniero D. Eduardo Castro, con el título de «Cementos Aluminosos», en el que, con la competencia en él reconocida, da a conocer este nuevo aglomerante y trata de explicar ciertas propiedades del mismo, que están, al parecer, en abierta oposición con las teorías sustentadas hasta ahora sobre las cualidades de los cementos y composición, fraguado y causas posibles de la destrucción o descomposición de los morteros y hormigones hechos con ellos.

En dicho artículo prueba el Sr. Castro su gran dominio del asunto y los profundos estudios que ha hecho sobre el nuevo producto, excusando decir lo muy atinadas y ajustadas a la realidad que nos parecen la mayor parte de sus observaciones y deducciones; a pesar de ello, hay algunos puntos que, a nuestro juicio, el Sr. Castro no interpreta del modo debido, y otros en que no se explica las causas que motivan los fenómenos que se observan, cosa muy natural por tratarse de un nuevo producto hasta ahora poco conocido y cuyas propiedades están, como decimos antes, en aparente oposición con las teorías admitidas hasta ahora.

A tratar de aclarar estos puntos y explicar las anomalías que señala tiende este artículo, esperando se nos disculpe si no lo conseguimos, reconociendo nuestra buena intención al procurar el evitar desorientaciones en los llamados a emplear el cemento fundido.

Antes de entrar en materia, y como el cemento fundido puede todavía ser desconocido para alguno de nuestros lectores, a continuación exponemos sus principales características, para que puedan formarse idea de lo que decimos después.

Composición química.

El cemento fundido es esencialmente aluminoso y su composición química aproximada es:

Sílice.....	10 por 100.
Alúmina.....	40 por 100.
Hierro y óxido de hierro.....	10 por 100.
Cal.....	40 por 100.

Su índice de hidraulicidad es de 1,25.

Su módulo silícico es de 0,25.

Características físicas y mecánicas.

Peso del litro enrasado.....	1 000 gramos.
Peso específico.....	3,1.
Residuo en tamiz de 4 900 mallas..	5 por 100.
Variabilidad de volumen.....	Absolutamente nula.
Principio de fraguado.....	2 horas.
Fin de fraguado.....	3 a 4 horas.
Contracción lineal en pasta pura ..	2 por 1 000.
Contracción lineal del hormigón de dosis 300 kg.	0,41 por 1 000.

Resistencia en mortero plástico ^{1/3} (2).

Fechas de ruptura	1 día	2 días	3 días	7 días	28 días
Tracción... kgs.	29	34	35	36	38
Compresión »	352	387	400	431	475

Indescomponibilidad.

Es absolutamente indiferente a la acción de las aguas sulfatadas o marinas.

Como se ve por estas características, se trata de un producto cuyas propiedades difieren grandemente de los portlands conocidos, siendo sus principales características:

Sus elevadas resistencias.

Su fraguado lento y endurecimiento rápido.

Su indescomponibilidad.

Y ahora pasemos a tratar de explicar las observaciones que nos sugiere el artículo del Sr. Castro.

1.º Al tratar de la composición química del cemento aluminoso, el Sr. Castro parece preocupado por el temor de que los aluminatos de cal, que forman parte esencial del cemento fundido, se descompongan al contacto con el agua, después de un tiempo más o menos largo.

Cita en su apoyo la opinión de Rivot, que pretende que todos los compuestos hidráulicos se descomponían aun en el agua dulce—argumento que cae por sí mismo ante los resultados de la práctica—, y cita también las experiencias de Bats, que llega a la conclusión de que los aluminatos de cal no podían resistir largo tiempo a la acción del agua.

Esta aserción, aun tomada al pie de la letra, no sería muy perjudicial para el cemento fundido, porque está desmentida por los mismos hechos, durante plazos de conservación ya importantes; pero desde el punto de vista teórico estaría en contradicción con la constitución admitida de este cemento a base de aluminato.

Felizmente, examinando la Memoria de Mr. Bats, publicada por la oficina Of. Standard, de Wáshington, no vemos que hable de una *destrucción* por el agua del aluminato monocálcico: se limita a señalar una *disminución de resistencia* de probetas conservadas bajo el agua, disminución que conocemos bien, pero que no se continúa, felizmente.

Resulta, por tanto, que los temores que expresa el Sr. Castro en varias ocasiones sobre la destrucción posible del cemento fundido por el agua, no están confirmados.

2.º También, al tratar de la composición química, en varias ocasiones insiste el Sr. Castro sobre que al silicato bicálcico se atribuyeran siempre los más graves inconvenientes para los cementos y, sin embargo, el cemento aluminoso lo lleva consigo, según nosotros mismos aseguramos.

(1) El retraso con que aparece este artículo en relación con el que se contesta, es debido al exceso de original.

(2) Llamamos la atención sobre que estas resistencias se refieren al mortero plástico y no al mortero batido, pues la mayoría de los fabricantes hacen referencia a estas últimas, que son, aproximadamente, el doble de las del mortero plástico.

Es verdad que el silicato bicálcico produce, cuando no es enfriado bastante rápidamente, la pulverización de las piedras de cemento ordinario; pero no ha llegado a nuestro conocimiento que sea perjudicial para la resistencia de morteros preparados a partir del cemento pulverizado. Por otra parte, todos los autores, creemos, están de acuerdo en admitir su presencia, en mayor o menor proporción, en todos los cementos. Que quede inerte es posible, pero esto no es un peligro si otros componentes proporcionan un endurecimiento suficiente a la mezcla.

3.º El Sr. Castro examina en seguida el valor práctico del índice de hidráulidad y señala que ciertos cementos rápidos, que resisten bien el agua del mar, tienen un índice de 0,75 solamente; que otros, según Vicat, llegan a 1,70, y que una mezcla de 50 por 100 de portland ordinario y 50 por 100 de puzolana tiene un índice superior al cemento fundido; este índice es de 1,23, y el del portland ordinario excede poco de 0,50, resultando, por tanto, que el índice de la casi totalidad de los cementos usuales es mucho más débil.

4.º Pero, añade el Sr. Castro, al índice no se le puede dar mucha importancia, y sólo debe tomarse como ligera guía, porque no se tiene en cuenta la manera en que los diferentes elementos entran en combinación en el cemento, mientras que sólo debería tomarse en cuenta lo que entra en el contado número de cuerpos útiles para el fraguado y para el endurecimiento y no los que son inertes o perjudiciales.

Teóricamente, esta crítica es fundada; prácticamente, no es posible tenerla en cuenta, porque no se posee ningún medio exacto de conocer la composición inmediata de los cementos.

5.º Dice el Sr. Castro: con el nuevo cemento se aconsejan las mezclas pobres; el hormigón resiste a la tracción más que el mortero y el mortero más que el cemento puro. Esta particularidad le parece fácilmente explicable, porque su escasa cantidad de sílice disminuye su cohesión.

La aserción de que las resistencias del cemento fundido son mejores en mortero que en pasta pura, se encuentra en los artículos que ha publicado la *Presse Scientifique Française*, pero no corresponde de ningún modo a las propiedades del cemento que se fabrica actualmente.

Suponemos que el origen de esta aserción se debe a que las resistencias encontradas con el *aluminato monocálcico puro* son, en efecto, inferiores en pasta pura a las de mortero, pero los cementos con hierro y sílice, análogos al cemento fundido, preparados al mismo tiempo por el mismo experimentador, no presentaron ya dicha particularidad.

En cuanto a la idea emitida por el Sr. Castro de que la débil proporción de sílice disminuye la cohesión, está en contradicción completa con las resistencias excepcionalmente elevadas dadas por el cemento fundido.

6.º A propósito de la descomposición de los aglomerantes en el agua del mar, dice el Sr. Castro que el cemento debe de ser inalterable por sí mismo, y he aquí al cemento aluminoso, con el que las mezclas ricas son imposibles y que parece, sin embargo, que es capaz de resistir a la acción química del mar.

Ya hemos dicho anteriormente que no es cierto

que no sean posibles las mezclas ricas de cemento fundido. Lo que pasa es que, debido a sus resistencias elevadísimas y a su indisponibilidad específica, resultan muy superiores sus morteros, aun empleado en pequeñas dosis, a los del portland ordinario, aun empleado en mayores proporciones, y, por tanto, más compacto, ya que, de todos modos, como dice el Sr. Castro, no se puede pensar que, por impermeable que sea un hormigón, se llegue a conseguir que el interior de los macizos esté seco; ahora bien, es evidente que un mortero se alterará tanto menos aprisa, siendo iguales todas las demás condiciones, cuanto sea menos poroso o permeable, porque la alteración no es debida solamente a la presencia del agua del mar, sino a su cantidad y a su velocidad de renovación.

7.º El Sr. Castro dice, al ocuparse de la proporción de alúmina, que si lo predominante era la alúmina, antes se creía que se obtenían cementos de fraguado rápido y ahora ha sufrido una rectificación completa; añade que puede ser que no nos equivocáramos antes ni estemos ahora lejos de la verdad y que todo dependa de las proporciones, del modo de fabricación, de la temperatura.

La explicación de esta aparente contradicción parece fácil: en los portlands, la alúmina se encuentra en presencia de un exceso de cal y en estado de aluminato tricálcico que, según ha demostrado Bats, es de fraguado casi instantáneo; en el cemento fundido, al contrario, la alúmina está en exceso con relación a la cal y combinada con ella en el estado de aluminato monocálcico. Bats, que ha preparado este compuesto en estado puro, le ha encontrado un fraguado relativamente lento.

8.º Una duda, que expresa el Sr. Castro sobre la explicación del fraguado instantáneo comunicado al cemento fundido por mezclarlo sólo con trazas de cal, es un poco más embarazosa de contestar.

Sin duda se puede decir que esta cal transforma una parte del aluminato mono en tricálcico, pero ¿cómo admitir que una tan pequeña proporción de este último aluminato lleve consigo un fraguado inmediato?

Es preciso, pues, reconocer que no conocemos muy bien el mecanismo del fraguado del cemento fundido, hecho que no tiene nada de sorprendente, porque, aun en el fraguado del cemento ordinario, ¿cuántos puntos no quedan oscuros? Ahora bien, esto no disminuye en nada el interés práctico del nuevo aglomerante.

9.º Por último, el Sr. Castro concluye diciendo que, desde el punto de vista de la inalterabilidad, las razones teóricas no dan ninguna ventaja a los cementos aluminosos sobre algunos rápidos o sobre mezclas de portland con una buena puzolana.

Esto es verdad en rigor, pero no desmerece al cemento fundido, puesto que el Sr. Castro admite que el cemento rápido de alto índice de hidráulidad o las mezclas puzolánicas son perfectamente indisponibles. Queda a favor del cemento fundido su rapidez incomparable de endurecimiento y sus extraordinarias resistencias.

Gregorio ESTEBAN DE LA REGUERA

Teniente coronel de Artillería.

NOTA.—El cemento electrofundido es, según sus fabricantes, idéntico al cemento fundido, y su diferente nombre sólo obedece a diferente procedimiento de fabricación.