

Accion del agua de mar sobre el cemento

(De *Le Ciment*, de Agosto de 1913; traducido por F. I. C.)

La desagregacion de las obras de cemento espuestas a la accion del agua del mar es un fenómeno que preocupa i ha preocupado desde tiempo atras a los técnicos que trabajan especialmente en obras marítimas.

Algunas obras han resistido años i seguirán resistiendo todavía quizá mucho a la accion del agua de mar; pero otras no han dado satisfaccion. Por otra parte, se puede en el laboratorio destruir objetos fabricados de concreto de cemento, esponiéndoles durante largo tiempo a la accion del agua de mar artificial.

¿Cuál es la causa de esta desagregacion? No es bien conocida; pero muchos autores la atribuyen a la reaccion del sulfato de magnesia contenida en el agua de mar sobre la cal formada durante el fraguado, i a la de la alúmina sobre los aluminatos de cemento; las cuales producirian sulfoaluminatos de cal i de magnesia, que cristalizan absorbiendo muchas moléculas de agua.

Los otros elementos del cemento i del agua de mar tendrian ménos influencia, bien que hasta hoi no haya preocupado bastante la accion rápida de los cloruros de sodio i de magnesio sobre los silicatos.

Se han construido en Estados Unidos obras de concreto que se han comportado mui bien en el mar. No es extraño entonces que numerosos ingenieros atribuyan los fracasos observados a una mala obra de mano o al empleo de materiales mediocres, o, a veces, a la accion de las olas i de las heladas, basándose en el hecho de que las corrosiones mas fuertes ocurren cerca del nivel del agua.

Las recientes investigaciones físico-químicas de Bates, Philipps i Wig han tenido por objeto determinar la naturaleza de las reacciones que producen la desagregacion, i a este efecto han emprendido una serie de esperiencias en Atlantic City, tanto en el puerto como en el laboratorio.

Esas esperiencias que han durado tres años i medio han conducido a esos químicos a las conclusiones siguientes, que, aunque segun ellos no pueden mirarse sino como indicaciones, son categóricas e instructivas desde muchos puntos de vista:

1.º Si el mortero o concreto de cemento es poroso, puede ser desagregado mecánicamente por toda sal que entre en cristalización en sus poros. Que sea lenta o rápida esta cristalización, poco importa; el efecto es el mismo, pues mientras mayor es la lentitud del fenómeno, mayor es la dimensión de los cristales.

En toda rejion rica en sales alcalinas, debe emplearse sólo un concreto compacto e impermeable.

2.º Mientras que en el laboratorio un cemento hidráulico es rápidamente descompuesto si se le espone a la acción de diversos sulfatos i cloruros, se ha observado en la práctica, que esta acción es atenuada i aun paralizada por la producción de un barniz protector, debido probablemente, sea a la cal contenida en el cemento cerca de la superficie del concreto, sea a depósitos salinos.

3.º Un concreto de cemento, convenientemente preparado parece escapar, cuando está completamente sumerjido, a la acción destructora del agua de mar.

4.º Las experiencias efectuadas indican que bloques de cemento Portland, aflorantes a marea baja se portan tan bien como aquellos completamente sumerjidos. Habria interes, en consecuencia, en aumentar el número de observaciones para tener una mejor base de juicio.

5.º No se puede afirmar todavía que la resistencia de los cementos a la acción del agua de mar sea debida a la formación en su superficie de un revestimiento impermeable, mineral o vegetal, o bien a la acción química de las sales marinas sobre el cemento, acción que daría lugar a combinaciones estables, o bien, en fin, a la acción conjunta de ambos fenómenos.

6.º La conservación de las obras de mar, completamente sumerjidas bajo agua, parece depender mas del modo de ejecución que de la calidad de los materiales, considerado el hecho de que el concreto fragua i endurece tan bien en el agua, de mar como en el agua dulce o en el aire, si se emplean moldes o cofres que impidan la acción perturbadora del mar.

7.º Los concretos de cementos naturales, los de escorias i otros cementos especiales han manifestado el mismo incremento de resistencia con la edad, en el agua de mar i en el agua dulce.

8.º Bajo la forma de briquetas de cemento puro, la mayor parte de los cementos Portland, ricos en fierro, en alúmina o de lei normal de alúmina i un cemento de escoria especial no han manifestado fuertes diferencias de resistencia a la tracción, sea que hayan estado sumerjido en agua de mar o en agua dulce, en todas las edades hasta los dos años. Otros cementos de composiciones diversas han dado muestras de desagregación al cabo de algunas semanas.

9.º Todos los cementos resisten mejor a la acción del agua de mar, bajo la forma de mortero que de cemento puro. La mayor parte de las muestras de cemento han conservado su resistencia normal despues de dos años de esposición.

10. Las cualidades físicas del cemento, que dependen esencialmente de su modo de fabricación, parecen determinar su resistencia a la desagregación cuando se espone directamente a la acción de soluciones de sulfatos i cloruros.

11. *Contrariamente a la opinion de muchos, no hai ninguna relacion aparente entre la composicion química de un cemento i la mayor o menor rapidez de la accion del agua de mar.*

12. El sulfo aluminato tricálcico no puede considerarse como causa de desagregacion del concreto.

13. En presencia de agua de mar o de soluciones análogas de sulfatos i de cloruros:

a) El elemento mas soluble del cemento es la cal. Si está carbonatada es completamente insoluble;

b) *La lei del cemento en alúmina, fierro o sílice no tiene ninguna influencia sobre su solubilidad;*

c) *La magnesia que contiene el cemento es absolutamente inerte;*

d) La cantidad de ácido sulfúrico cuando no pasa de 1,75% no afecta la solubilidad; pero una variacion de esta proporcion puede afectar su estabilidad por su influencia por la rapidez de fragua.

14. Las transformaciones esperimentadas por el cemento en contacto directo con el agua de mar son las siguientes:

a) La magnesia del agua de mar es precipitada en proporcion directa con la solubilidad de la cal del cemento;

b) Los sulfatos, elementos los mas abundantes en el agua de mar, son absorbidos por el cemento. Su accion se acelera en presencia de cloruros. No ha sido posible establecer un compuesto bien definido de esos sulfatos;

c) Las cantidades de sodio i de cloruro absorbidas son demasiado débiles para permitir determinar su composicion.

15. La cantidad de ácido sulfúrico agregada al cemento para regular la rapidez de fragua debe ser prevista químicamente de manera a no entrar en disolucion cuando el cemento se pone en contacto íntimo con el agua.

16. *Las armaduras metálicas no están espuestas a la oxidacion cuando se encuentran ahogadas a una profundidad por lo ménos de 5 cm. de la cara espuesta al agua de mar.*