

EFLORESCENCIAS EN EL HORMIGÓN

Definimos como eflorescencias las manchas de color blanco que aparecen en el hormigón encofrado o prefabricado y que molestan, especialmente en hormigones pigmentados con pretensiones estéticas, por la distorsión que ocasionan en la tonalidad original.

Para empezar distinguiremos entre eflorescencias primarias, las cuales aparecen en el proceso de fraguado, y secundarias, cuya aparición suele darse en materiales en pleno uso dentro de los primeros dos años de exposición a la intemperie.

EFLORESCENCIAS PRIMARIAS

En el fraguado de cualquier hormigón se producen grandes cantidades de hidróxido de calcio disuelto en el agua de preparación. Esta disolución, a medida que sale al exterior reacciona con el dióxido de carbono del aire formando carbonato cálcico (el cual es insoluble) y agua.

Si durante el proceso de fraguado, en la superficie del hormigón existe una capa de agua, aunque sea de un espesor mínimo, facilitará la salida y el reparto del hidróxido de calcio por toda la superficie lo que conducirá, tras la reacción descrita, a la formación de una capa visible de carbonato cálcico en el exterior.

Si, por el contrario, podemos equilibrar los elementos que intervienen en el fraguado (Temperatura, humedad, etc, ...) de forma que la superficie esté seca en su punto justo conseguiremos que la reacción tenga lugar en los capilares del hormigón y el carbonato cálcico resultante se formará en la salida de los mismos de forma que los taponará evitando, además, posteriores salidas de hidróxido de calcio.

EFLORESCENCIAS SECUNDARIAS

Estas aparecen en hormigones ya fraguados y de forma más incontrolada que las primarias. En la descripción de las eflorescencias primarias hablábamos de la conveniencia de que, durante las primeras horas de fraguado, las superficies a proteger estuvieran libres de agua y

solamente con la humedad justa para lograr el taponamiento de los capilares en la superficie. Pues bien, si por un exceso de temperatura, defecto de humedad o ambos factores el secado es excesivo, la formación de carbonato cálcico tiene lugar en el interior del hormigón y no en la superficie quedando, en principio, libre de eflorescencias primarias.

Sin embargo, en cuanto exponemos este hormigón a la intemperie se forma, con las aportaciones de agua ocasionales, nuevo hidróxido de calcio de las capas más cercanas a la superficie que, al salir al exterior, produce eflorescencias secundarias.

Otro factor que favorece la formación de estas eflorescencias es la falta de compactación del hormigón. En hormigones con poros grandes y numerosos, la facilidad de entrada y salida de agua hace que sean más propensos a la formación de eflorescencias.

FACTORES QUE INTERVIENEN DIRECTAMENTE EN LA FORMACION DE EFLORESCENCIAS

CEMENTO

Podemos afirmar que el hecho de utilizar uno u otro tipo de cemento apenas influye en la aparición de eflorescencias. En un metro cúbico de hormigón podemos encontrar, aproximadamente, 100 Kgs. de cal susceptible de formar hidróxido de calcio. Considerando que solamente con un gramo de carbonato cálcico por metro cuadrado se forman eflorescencias visibles, llegamos a la conclusión de que el problema no lo resolveremos cambiando de cemento.

ARIDOS

La aportación de cal al hormigón a partir de los áridos es, en general, mínima si la comparamos con la del cemento, sin embargo la influencia que ejerce el árido a nivel de compactación y porosidad es muy importante. Una buena compactación, especialmente en la superficie visible, resulta muy beneficiosa de cara a su comportamiento posterior con el agua. Es necesario aclarar que una deficiente compactación no siempre es imputable a un empleo incorrecto del árido, sino que también puede ser debido a fallos mecánicos de prensado o vibración dándose casos reales de pavimentos en los que todas las piezas han sido fabricadas con los mismos materiales, en la misma máquina y el mismo día y, después de la colocación, tras un riego regular (p.e. lluvia), podemos ver que algunas piezas situadas al azar mantienen durante mucho más tiempo la humedad que las otras.

En lo que concierne a la compactación en función de la relación árido/cemento y el valor agua/cemento es evidente que un equilibrio adecuado entre estos componentes tiene una importancia capital a la hora de disminuir la

formación de eflorescencias, especialmente las secundarias. Partiendo de la formulación de cualquier prefabricado, conseguiremos que aparezcan más eflorescencias en la medida en que aumentemos la cantidad de árido sin modificar la de cemento, puesto que estaremos fabricando un hormigón más poroso. El mismo efecto conseguiremos si disminuimos el valor agua/cemento por debajo de los límites correctos.

Pero no solamente el árido influye en la porosidad en función de su presencia respecto a la del cemento, sino que es necesaria una escala granulométrica adecuada para que, junto con el cemento y al agua se forme una masa que reduzca al mínimo los espacios ocupados por el aire, que son los que facilitarán la circulación del agua.

Curiosamente, en algunos prefabricados en los que la proporción de árido respecto al cemento es muy alta, la exhaustiva circulación de agua por los canales interiores hace que el hidróxido de calcio sea arrastrado sin darle tiempo a depositarse en la superficie, consiguiendo, incluso sin el empleo de hidrofugantes, evitar la aparición de eflorescencias.

CONDICIONES DE FRAGUADO-

El tiempo que tarda el agua en evaporarse durante el fraguado es un factor a tener en cuenta. Es fácil observar que algunos prefabricados que no tienen problemas durante la época estival sufren las consecuencias de la aparición de eflorescencias en el invierno si son apilados al aire libre a las pocas horas de su fabricación. Ello es debido a la lentitud del secado a causa de la baja temperatura y la humedad ambiental. El extremo contrario, es decir, un secado demasiado rápido, produce el taponamiento de los capilares por debajo de la superficie, lo cual, en principio, hace que la tonalidad sea más intensa y oscura puesto que la superficie está llena de poros vacíos que absorben mayor cantidad de luz. La consecuencia negativa es la formación posterior de eflorescencias tal y como describíamos en el apartado de las secundarias.

Si la humedad y la temperatura están en su justo punto conseguiremos un secado óptimo que provoca un ligero esclarecimiento superficial a causa de los puntos blancos formados por los tapones de carbonato cálcico en cada uno de los poros.

Otra variable muy importante es la cantidad de dióxido de carbono presente en el fraguado. En el curado masificado puede ocurrir que el volumen de aire que rodea las piezas sea insuficiente para aportar dicho elemento en la medida necesaria, otro problema que se plantea es el reparto irregular de CO_2 entre las piezas a causa de su apilado.

Para solucionar en parte la deficiencia de dióxido de carbono podemos generarlo quemando gas natural o gas-oil en el espacio de fraguado lo cual también contribuye a

incrementar la temperatura y, eventualmente, puede aprovecharse esta energía para generar vapor incidiendo, de esta forma, en tres de los parámetros que más influyen en el fraguado.

ADITIVOS Y TRATAMIENTOS

Para combatir la aparición de eflorescencias de forma artificial se utilizan diferentes métodos de entre los cuales destacaremos dos: Los hidrofugantes en masa y los recubrimientos superficiales. Los primeros disminuyen las eflorescencias al impedir la entrada del agua en forma líquida, sin embargo, no tienen influencia en la condensación de vapor de agua en los capilares del hormigón, lo cual da lugar a la formación de eflorescencias secundarias. Los recubrimientos superficiales a base de resinas acrílicas u otros productos actúan como barrera y son eficaces si queremos impedir eflorescencias secundarias pero no son la solución para compensar las deficiencias de un hormigón mal compactado. El momento óptimo de aplicación del recubrimiento elegido debe decidirse tras ensayos en diferentes condiciones.

CONCLUSIONES

- El hormigón debe ser tan denso y compacto como sea posible para conseguir la máxima impermeabilidad.
- El fraguado debe realizarse en presencia de suficiente dióxido de carbono y procurar que no sea excesivamente lento.
- Los hidrofugantes en masa y/o recubrimientos aislantes pueden ayudar a reducir eflorescencias.
- En el almacenamiento, los prefabricados deben protegerse de la lluvia.

Esperamos que los datos aportados en este informe sean de utilidad en la práctica, no obstante, no existe ninguna solución definitiva para este problema y, en todo caso, es necesario realizar ensayos en cada centro de producción para paliar los efectos del mismo.