

El Cemento Aluminoso

SANCHEZ PIREZ de Cementos Molins, S. A.

El cemento aluminoso fue descubierto por J. Bied en 1908, como consecuencia de las investigaciones emprendidas varios años atrás en pos de un conglomerante que resistiese el ataque destructivo que sobre las estructuras de cemento portland ejercían los sulfatos contenidos en el agua de mar y en los terrenos yesíferos.

Es en sí, por tanto, un conglomerante que debe su existencia, buscada deliberadamente, a la preocupación por resolver algunos de los problemas que hoy nos reúnen aquí. Nació ya con esa vocación que deseamos para estos materiales: la durabilidad.

Aunque en principio se desarrolló como un cemento resistente a los sulfatos, en seguida se hicieron notar sus muchas otras propiedades (entre las que destacan su endurecimiento ultrarrápido y su resistencia al calor), conferidas por su constitución; tanto ésta, como las primeras materias y los métodos de fabricación, son esencialmente diferentes de los que caracterizan al cemento portland.

Como materias primas se emplean caliza pura y bauxita, que, convenientemente dosificadas, se funden completamente en un horno de reverbero. El producto líquido resultante de la fusión se vierte en lingoteras, se enfría, machaca y moltura, sin adición alguna, para obtener el cemento aluminoso fundido.

Su principal constituyente es el aluminato monocálcico.

Durante el fraguado y endurecimiento del cemento aluminoso se originan compuestos aluminosos hidratados más inertes que los del cemento portland y, lo que es más importante, NO SE LIBERA CAL.

Indicaciones

El uso del cemento aluminoso es indicado en los siguientes tipos de trabajos:

- Obras que requieran muy altas resistencias iniciales: En mortero normalizado, las resistencias medias a compresión son del orden de: 560 kg/cm² a 12 horas, 590 a 18 horas y casi 700 en 24 horas (550 mín., 796 máx., en todo el año 1971).

- Obras situadas en terrenos yesíferos y en ambientes de agresividad moderada (pH límites, 4 y 7).
- Trabajos en agua de mar.
- Hormigonado en tiempo frío (hasta -10°C).
- Y, desde luego, en obras de carácter refractario (cono Seger, ~ 1.300).

Ahora bien, su empleo es delicado y para utilizarlo se deben respetar las normas y precauciones que exponemos más adelante.

Por el contrario, no debe utilizarse de ninguna manera el cemento aluminoso en los trabajos y circunstancias que resumimos a continuación:

- *En macizos de gran volumen o piezas de mucho espesor* que no permitan un llenado por capas de, como máximo, 30 cm, distanciadas entre sí 24 horas.
- Cuando se requieran hormigones muy plásticos o fluidos.
- Si la obra ha de estar sometida a un ambiente muy agresivo.

En cuanto a las precauciones que hay que tomar en la preparación y puesta en obra del hormigón de cemento aluminoso, son:

- Ausencia de azufre en el cemento.
- Proscripción total de los áridos que contengan álcalis libres o liberables.
- Utilización de arenas en las que la proporción de finos, de menos de 0,5 mm, sea mínima.
- Dosificar morteros y hormigones con un mínimo de agua, de tal forma que la relación agua/cemento no exceda de 0,4. Ello determina casi obligatoriamente el empleo de vibrado, como medio más eficaz de compactación.
- Que el contenido mínimo de cemento sea de 400 kg/m^3 , para asegurar la adecuada consistencia y compacidad, en ausencia de finos en la arena.
- Asegurar un mayor recubrimiento de las armaduras, que el exigido con hormigones fabricados con cemento portland. (CA, menos básicos que CP, pasivación. En CA, A/C baja, mayor porosidad y propensión a carbonatación).
- Adoptar las medidas necesarias (especialmente mediante el riego) para evitar el sobrecalentamiento y la desecación superficial prematura al retirar el molde o encofrado, durante 24 o, mejor, 48 horas.
- En general, prescindir del uso de cualquier aditivo, a menos que experiencias previas hayan sancionado su oportunidad.
- Vigilar escrupulosamente el cumplimiento de todos los requisitos que quedan reseñados, tanto respecto a los materiales como a su utilización.

Pero, además de las normas anteriores, específicas para el CA., no deberán descuidarse las habituales en la confección de cualquier hormigón, referentes a la limpieza de útiles e instrumentos, calidad del agua y de los áridos, así como su temperatura, no excesiva, etc.

Exitos y fracasos. Razones

Las precauciones y normas de empleo que acabamos de citar son los resultados de largas investigaciones, emprendidas y desarrolladas en Europa y en Estados Unidos como consecuencia de determinados percances ocurridos en obras realizadas con cemento aluminoso.

En 1943, a raíz de varios desperfectos observados en las obras públicas francesas, su empleo fue condicionado a una previa autorización ministerial.

Poco después, en Baviera, el derrumbamiento de algunas techumbres de establos determinó la prohibición del uso de este material.

Dejando aparte el origen y la distinta naturaleza de estos incidentes, ya perfectamente conocidos en cada caso, lo importante es destacar que en 1969, la Comisión de Durabilidad de la Federación Internacional del Pretensado, por una parte y por otra, en 1970 el propio organismo ministerial francés prescriptor de la norma restrictiva de 1943, han levantado por completo las limitaciones y prohibiciones que pesaban sobre el uso de este conglomerante, y ello basándose en las investigaciones realizadas en Inglaterra, Alemania y Francia y en los favorables resultados conseguidos en ellas que se reflejan en las características que deben presentar, su constitución, fabricación y modo de empleo que hemos descrito con anterioridad.

Ciñéndonos al aspecto práctico del empleo del cemento aluminoso en los terrenos yesíferos, vamos a destacar:

- FECSA lo emplea desde hace más de 40 años.
- Salto de S. Lorenzo, 1928-29.
- Salto de La Plana, 1930.
- Salto de Flix, entre 1941 y 46.
- Salto de Balaguer, entre 1954 y 59.

Hasta la fecha, en ninguno de ellos se ha apreciado anormalidad alguna.

La Sociedad Electro Metalúrgica del Ebro, en el salto de Menuza, 1958, ha registrado igualmente resultados muy satisfactorios.

Lo mismo cabe decir de la Sociedad Productora de Fuerzas Motrices, S. A., en sus saltos del Valle de Arán.

A pesar de estos excelentes resultados, insistimos en que el cemento aluminoso requiere, para llegar a ellos, un tratamiento absolutamente correcto. Otras maneras de obrar pueden conducir a fracasos espectaculares aun en medios poco o nada agresivos.

El cemento fundido se ha empleado en el Canal de Monegros; en revestimientos de hormigón en masa; en revestimientos con cañón lanza-cemento para impermeabilización, y en la cimentación de las pilas del acueducto de Tardienta.

En los revestimientos de hormigón en masa, en el tramo II, a causa de la distancia a que se encontraba la arena de río, se empleó arena procedente de la trituración de calizas con una proporción elevada de polvo, con lo que se producía una aceleración del fraguado y un tal desprendimiento de calor, que casi no precisaban de encofrados para su puesta en obra. El riego posterior prácticamente no existía, por la escasez de agua en aquella comarca. Consecuencia de esta forma de empleo es la escasa resistencia de los hormigones y mal estado de los revestimientos en este tramo (ya desaparecidos, al construir la nueva sección del canal).

Esto, en contraposición a los resultados obtenidos en el tramo I, en que la utilización fue correcta.

En la cimentación de las pilas del acueducto de Tardienta se observó una descomposición superficial debida, como más tarde se comprobó, a un endurecimiento imperfecto por haber absorbido el encofrado parte del agua de amasado y no haber sido regado, luego, suficientemente.

En el canal de Lodosa se empleó el cemento aluminoso en 1933 y 34 en el revestimiento de un túnel excavado en terreno muy yesoso, después de haber tenido que abandonar una parte del canal construido con cemento portland, debido al ataque de los sulfatos.

Antes de emplear el cemento aluminoso se comprobó, en el laboratorio de la obra, su resistencia a la agresión, incluso amasándolo con arenas selenitosas, con satisfactorios resultados.

En cambio, el hormigón empleado en el túnel era elaborado fuera de éste y transportado en vagonetes, a pleno sol, al lugar de trabajo. Debido a esta falta de precauciones se producía una gran elevación de temperatura y una aceleración del fraguado, llegando el hormigón al lugar de puesta en obra completamente “muerto”, según la terminología del personal. El riego, durante el primer período de endurecimiento era también prácticamente nulo por la dificultad de hacerlo antes del desencofrado.

El resultado fue que, a pesar de un endurecimiento aparentemente satisfactorio, se produjo después una pérdida de resistencia que ocasionó, años más tarde, el hundimiento parcial del revestimiento, teniéndose que reconstruir parte del túnel.

El cemento aluminoso se empleó también en revestimientos de hormigón en masa, en diversos trozos del canal, a cielo abierto, en zonas de yesos y, debidamente empleado, su estado era satisfactorio muchos años después.

Otro ejemplo típico de la influencia que el trato dado al CA puede ejercer en los resultados de una obra lo tenemos en un caso ocurrido en la construcción del ferrocarril de Teruel a Alcañiz.

Al poco tiempo de empezar la construcción de las obras de fábrica del IV tramo se observó que las cimentaciones eran atacadas en la zona de Alcañiz a Calanda por los yesos y aguas subálveas agresivas, llegándose en algunos casos a extraer los hormigones de las zanjas de cimentación en estado francamente plástico, después de un endurecimiento aparentemente normal.

Se dispuso entonces, por la Administración, emplear en los hormigones cemento aluminoso, pero como su precio era aproximadamente doble que el del portland, se redujo la dosi-

ficación a 100 kg/m^3 en las cimentaciones y alzados y a 125 kg/m^3 en las bóvedas, evitándose así el encarecimiento de los precios unitarios.

Consecuencia de esta dosificación escasa: baja resistencia y descomposición lenta de los hormigones.

Para demostrar que tales descomposiciones no debían ser achacadas al CA, sino a su forma de empleo, se reconstruyó, con todas las precauciones debidas, una pequeña obra de fábrica en uno de los puntos de mayor ataque de las aguas selenitosas y magnesíferas, con los cimientos junto al propio manantial de dichas aguas y cubiertos por ellas. Se hormigonó en agosto de 1933.

Hoy, casi 40 años después, está en perfecto estado.

En cuanto al ámbito estructural y en especial a la fabricación de viguetas pretensadas, se han registrado también cierto número de fallos, que sin duda alguna han revelado, en todas las ocasiones, un empleo inadecuado de este conglomerante.

En este campo hemos visto de todo: desde la adopción de una dosis reducida de cemento (altas resistencias doble precio) hasta la utilización de alambres del diámetro y de la calidad de los de las telas de gallinero, pasando por la “compactación” a base de patadas al molde —lo que requiere una consistencia de “caldo”—, el poco o ningún riego y un larguísimo etcétera que les ahorro.

En resumen: el CA es un conglomerante especial, de empleos específicos, que hay que tratar, en correspondencia, con un cuidado especial.

Dos grandes enemigos:

1. La rutina del maestro de obra o albañil.
2. Su gran resistencia inicial unida al precio más elevado. Consecuencia: la mitad de la dosificación.