

BREVE RESEÑA

Los aditivos químicos y su impacto en el medio ambiente

(Parte II)

Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: evidad@mail.imcyc.com

Ingrid N. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencias.

Su correo electrónico es: ingrid@fco.uo.edu.cu

En la década de los años 60 del siglo XX, especialmente por el desarrollo que entonces manifestaba el concreto premezclado, se desarrollaron investigaciones para una nueva generación de aditivos, con elevados niveles de reducción de agua en las mezclas. Estos fueron los denominados superplastificantes o aditivos reductores de agua de alto rango.

En Alemania se estudió la aplicación de superplastificantes en base a sales de formaldehído-melaminasulfonato, productos que inicialmente se encontraban en el mercado para otros usos industriales; que luego tuvieron gran desarrollo en la industria del premezclado. Paralelo a esto, en Japón se estudiaron productos a base de sales de formaldehído naftaleno sulfánicas, empleados con fuerza en los Estados Unidos, especialmente en la fabricación de concretos de alta resistencia.

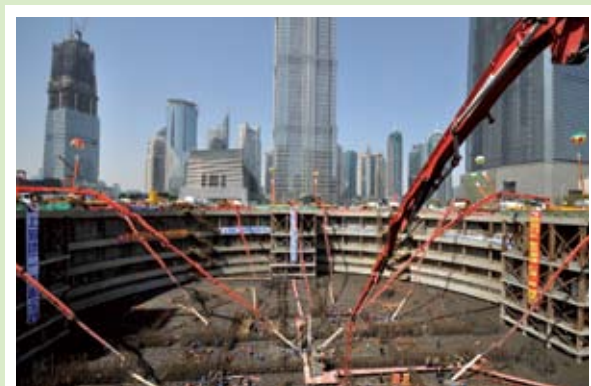
Estos aditivos llamados de segunda generación fueron normalizados por la ASTM C-494 en 1980, incluyéndolos como tipos F y G en la norma de aditivos químicos (aditivos reductores de agua de alto rango). Elaborados en gran medida con polímeros sintéticos a base de naftalenos, melaminas o acrilato, reducen el agua de un 15 % a un 20 % en promedio. Los Reductores de Agua de Alto Rango actúan como reductores de agua y como retardantes de fraguado; a diferencia de los reductores de primera generación, que permiten una reducción del 5% de la cantidad de agua original de la mezcla. los reductores de alto rango pueden llegar a reducir aproximadamente un 20% de dicha agua como mínimo, proporcionando la misma consistencia de la mezcla



Figura 1

Proceso de colado de concreto de la cimentación de la torre Shanghai, que con más de 630 metros de altura es considerada como una de las más altas de China. En el concreto suministrado se utilizaron aditivos de la compañía BASF, que permitieron el colado de la cimentación, de algo más de 60 mil metros cúbicos de concreto en apenas 60 horas.

Fuente: www.asiapacific.basf.com/apex/AP/en/upload/Press2010/BASF_Shanghai_Tower_China_tallest_building_concrete_admixture#more



original, lo que induce a una ganancia de resistencia, al disminuir considerablemente la relación agua-cemento; de ahí que son muy aplicables en la elaboración de concretos de muy alta resistencia.

En condiciones normales si se mezclaran exclusivamente el cemento y el agua, habría una tendencia a la formación de grumos, difíciles de dispersar, salvo que se agregara demasiada agua de mezclado, lo que tendría un impacto negativo en la resistencia del material. En cambio, si se incluyen aditivos reductores de agua, las partículas de cemento absorben el aditivo y tienden a repelerse entre ellas, con lo cual se logra una mezcla fluida con un requerimiento de agua mucho menor.

En la actualidad, una tercera generación de aditivos se introduce rápidamente; solucionando el problema de la pérdida de asentamiento con el tiempo, que afectaba al concreto premezclado, en especial en regiones cálidas. Son los aditivos reductores de agua elaborados a base de poliacarboxilatos, y con ellos pueden lograrse reducciones de agua en rangos de hasta un 40%.

El empleo de los aditivos se ha hecho muy común en nuestros días; así por ejemplo es considerable en países de más avanzada tecnología (como es el caso de Estados Unidos y Alemania), en los que se emplean grandes volúmenes de concreto masivo, armado, pretensado y prefabricado. Se estima que entre el 60 y el 65 % del total de estos concretos, se fabrica con empleo de aditivos químicos.

En general, sus efectos van dirigidos a dos variables fundamentales: los que modifican la reología del concreto; que son aquellos que cambian el comportamiento en estado fresco, tal como consistencia, trabajabilidad, entre otras propiedades, y los modificadores de fraguado; que son los que adelantan o retrasan el fraguado o sus condiciones.

Varias clasificaciones entonces los distinguen; pero todas lo hacen a partir de su función principal. De ahí que en la *Guía para el uso de aditivos en concreto*, el Instituto Americano del Concreto (ACI por sus siglas en inglés), detalla varias finalidades distintas para las cuales se utilizan los aditivos.

Los aditivos pueden usarse para incrementar la trabajabilidad de la mezcla sin afectar el volumen del agua, o viceversa, reducir el volumen del agua sin afectar la trabajabilidad; pudiendo además desempeñarse como productos que pueden tener la finalidad de acelerar el endurecimiento y aumentar los niveles de resistencia.



Figura 2

Piso de concreto
coloreado por medio
de aditivos .

Fuente: http://www.scofield.com/showcase_office5.html



Según este código el retardar o acelerar el fraguado, así como reducir la segregación, también se ubican entre los propósitos de los aditivos químicos; sin dejar a un lado que resulta también en un uso considerable el modificar la exudación.

De igual manera, el ACI cita que el empleo de aditivos es importante para controlar las expansiones por reacciones álcali – agregado, también retardar o reducir la producción de calor de hidratación, y disminuir el flujo capilar.

En la fotografía de la **Fig. 1** se hace referencia a otro de los usos que pueden tener estos productos según la guía del ACI. Se trata de la posibilidad de mejorar con su empleo, el bombeo de la mezcla.

Además de las anteriores funciones, también se hace referencia a la posibilidad de acelerar la ganancia de resistencias a edades tempranas, mejorar la durabilidad y disminuir la permeabilidad del concreto endurecido. Reducir el costo unitario del concreto y compensar las en ocasiones limitadas propiedades de los agregados, son también responsabilidades otorgadas a los aditivos químicos; sin dejar de mencionar el efecto de inhibir la corrosión, aminorar la contracción, e incrementar la adherencia entre concretos, y entre concreto y acero.

Por último, refiere la guía del ACI que estos productos pueden ser utilizados con éxito en la fabricación de concretos celulares, bombeados, coloreados (ver fotografía de **Fig. 2**), insecticidas, y otros más. Lo que apunta a la versatilidad de sus funciones, e importancia de las clasificaciones.

Bajo estas condiciones, la clasificación de la Norma ASTM C 494 atiende siete tipos; descritos a continuación en la **Tabla 1**. ASTM C 1017 también proporciona los requerimientos para el uso de los aditivos químicos en la producción de concreto fluido. En el caso de los aditivos inclusores de aire, las precisiones de su empleo pueden revisarse en la ASTM C 260.

Una regla básica en el empleo de aditivos químicos en concreto es que estos tienen que ser probados satisfactoriamente a escala de laboratorio y a escala industrial limitada, antes de proceder a su utilización extensiva. De estos ensayos se concluirá si efectivamente el aditivo cumple con las expectativas dadas por el fabricante para los requisitos del concreto que se desea fabricar.

Muy pocos aditivos disponibles hoy en el mercado, tienen un único efecto sobre el concreto. Por lo general, estos productos combinan dos o más efectos, y uno de ellos es normalmente el efecto principal. Debido a esto, es muy importante que los



Tabla 1

Clasificación de los aditivos químicos.

Tipo	Clasificación
Tipo A	Reductores de agua (WR por sus siglas del inglés).
Tipo B	Retardantes del fraguado (SR por sus siglas del inglés).
Tipo C	Acelerantes del fraguado (SA por sus siglas del inglés).
Tipo D	Reductores de agua y retardantes (WR + SR).
Tipo E	Reductores de agua y acelerantes (WR + SA).
Tipo F	Reductores de agua de alto rango o superfluidificantes (HRWR por siglas del inglés).
Tipo G	Reductores de agua de alto rango y retardantes o superfluidificantes y retardantes (HRWR + SR).

Fuente: ASTM C494 / C494M – 13 (2013).

productores de concreto conozcan el efecto principal en cada caso, así como los efectos secundarios (en caso de que los hubiera), y cuáles son los parámetros a controlar por eventuales desarreglos que puedan presentarse con los aditivos que se van a emplear.

La forma y momento idóneos en que estos productos se deben incorporar a la mezcla de concreto, es una variable muy importante que debe conocerse previamente. También es vital el conocimiento de la dosis o el rango de dosis recomendada en que los aditivos deben ser utilizados en las mezclas; las que normalmente se expresan como un porcentaje del peso del cemento. Todos estos aspectos se muestran en las fichas técnicas de los productos, elaboradas por los propios productores de los aditivos químicos.

Cuando se emplea más de un aditivo químico en una misma mezcla de concreto es indispensable que las mezclas de prueba preliminares hayan demostrado su total compatibilidad. En varias ocasiones un productor de concreto se puede encontrar ante la incertidumbre de tener que valorar dos aditivos químicos procedentes de diferentes marcas comerciales y precios. Cuando los resultados de las prestaciones aportadas por los aditivos son bien diferentes, no habrá muchas dudas para tomar una decisión; pero cuando las diferencias no son importantes, un cambio en precio puede significar un ahorro notable ante la presencia de grandes volúmenes de concreto.

Los aditivos químicos pueden ser almacenados en toneles o cisternas. Los aditivos en polvo pueden almacenarse en cajas especiales; aunque algunos vienen dispuestos en bolsas plásticas con las proporciones preestablecidas; cuando son adicionados al camión mezclador, por lo general se presentan en bolsas.

Los aditivos en polvo deberán ser almacenados en obra, normalmente son menos sensibles que los líquidos a los cambios de temperatura; aunque sí pueden serlo frente a la humedad. Por esta razón, los líquidos se almacenarán en ambientes condicionados con una temperatura adecuada para evitar su congelación. En el caso de las cisternas en las plantas de concreto elaborado, estas deben ser adecuadamente identificadas; para evitar que se propicie la contaminación o el mezclado del aditivo incorrecto.

La cantidad de aditivo empleada en la mezcla nunca deberá exceder la dosis máxima recomendada por el fabricante en su ficha técnica, a menos que se demuestre sin dudas lo contrario; no solo soportado en criterios técnicos, sino también en criterios económicos.

En general, los aditivos que requieran ser empleados en cantidades inferiores a 2 g por kilogramo de cemento (0,2 % en peso del cemento) tienen que ser incorporados junto con el agua de mezclado como única vía para garantizar su adecuada distribución en toda la mezcla de concreto. Asimismo, los aditivos en fase líquida que excedan la dosis de 3 L/m³ de concreto, requieren que se tenga en cuenta la cantidad de agua que aportan; para no alterar la relación agua-cemento de la mezcla. Los líquidos normalmente se dosifican en volumen. Aunque en ambos casos (líquidos y polvo) se pueden medir en masa, los aditivos en polvo no deben ser dosificados en volumen.

Si bien el empleo de aditivos químicos en el concreto, hasta hace unos años era discreto y se mantenía sujeto a limitaciones económicas; hoy su uso se ha generalizado, llegando a reconocerse como otro componente más de la mezcla junto con las adiciones minerales. Sus propiedades más importantes no solo refieren a la reducción de la relación a/c y al logro de concretos más trabajables; también permiten conseguir mayores resistencias y más elevada durabilidad, lo que augura un más extensivo uso en el futuro. **C**

REFERENCIAS:

- ASTM C494 / C494M – 13 (2013). "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. Active Standard ASTM C494 / C494M. Developed by Subcommittee: C09.23. Book of Standards Volume: 04.02.
- Carrasco M. F. (2009), "Aditivos químicos para hormigones", Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Santa Fe. Argentina.
- Cement & Concrete Institute (2009), "Admixtures for Concrete".
- Ramachandran V. S. (1997), "Concrete Admixtures Handbook. Properties, Science and Technology", Noyes Publications, USA.
- Rey A. (2006), "Hormigón Proyectado. Dosificación, Fabricación y Puesta en Obra", I Jornada sobre Hormigón Proyectado, Sika, S.A. Dpto. Constructoras y Grandes Obras, Madrid, España.
- Wiki "Aditivos para hormigón". http://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos_para_hormig%C3%B3n
- Zabaleta H. (1988), "Compendio de Tecnología del Hormigón", ICHCH.