

Tecnología de aditivos para hormigón

Por Luz Granizo. Jefa I+D Aditivos y Morteros de Sika, S.A.

Los últimos desarrollos que se han producido en aditivos de hormigón basados en polímeros de tipo vinílico y, más tarde de tipo carboxilato han permitido producir hormigones de altas prestaciones y, entre ellos el hormigón autocompactable ya que se ha confirmado su superior comportamiento comparado con aditivos más tradicionalmente utilizados.

En la tecnología del hormigón autocompactable, para conseguir una fluidez adecuada y evitar segregaciones, debe encontrarse un diseño de mezcla con una granulometría equilibrada y un aporte de finos adicional (< 100 micrometros) y el uso de un aditivo superplastificante que proporcione una trabajabilidad larga al hormigón junto con una alta reducción de agua. Como no siempre los constituyentes del hormigón son los adecuados, a veces es importante la combinación con aditivos especiales llamados agentes de viscosidad. Estos productos no son nuevos en el mercado y son bien conocidos, basándose en tecnologías ya establecidas en la mayoría de los casos.

Los desarrollos de nuevos aditivos se centran ahora en el aumento de la producción y calidad del hormigón. Las nuevas generaciones de aditivos permitirán la utilización de productos con un equilibrio controlado entre la manejabilidad y las resistencias a primeras edades.

Hoy en día, los aditivos de hormigón son esenciales como parte de la tecnología del hormigón. Los plastificantes y superplastificantes son los productos más numerosos y ampliamente utilizados. Estos pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Lignosulfonatos
- Naftalénsulfonatos
- Melamina-sulfonado policondensados
- Copolímeros Vinílicos (Tecnología Sika)
- Policarboxilatos

La adición de superplastificantes y/o plastificantes aumenta la manejabilidad del hormigón sin variar su contenido de

agua. Por otra parte, cuando se mantiene la fluidez constante, el contenido de agua puede reducirse significativamente. Estos productos pueden usarse para aumentar la trabajabilidad y, al mismo tiempo reducir el contenido de agua, es un efecto combinado.

De forma general, se enumeran a continuación las características principales de los distintos tipos de aditivos plastificantes:

Lignosulfonatos

Pertenecen a la primera generación de aditivos plastificantes para el hormigón. Probablemente, son aún los más utilizados dentro de la tecnología simple de aditivos. Se extraen del proceso de producción de celulosa y de la industria del papel. Se consigue una reducción de agua de aproximadamente el 10%. Debido a la presencia de sustancias reductoras, tienden a producir retrasos en el fraguado del hormigón cuando se usan a altas dosificaciones y esto puede tener un efecto negativo en el desarrollo de resistencias

Naftalén sulfonatos

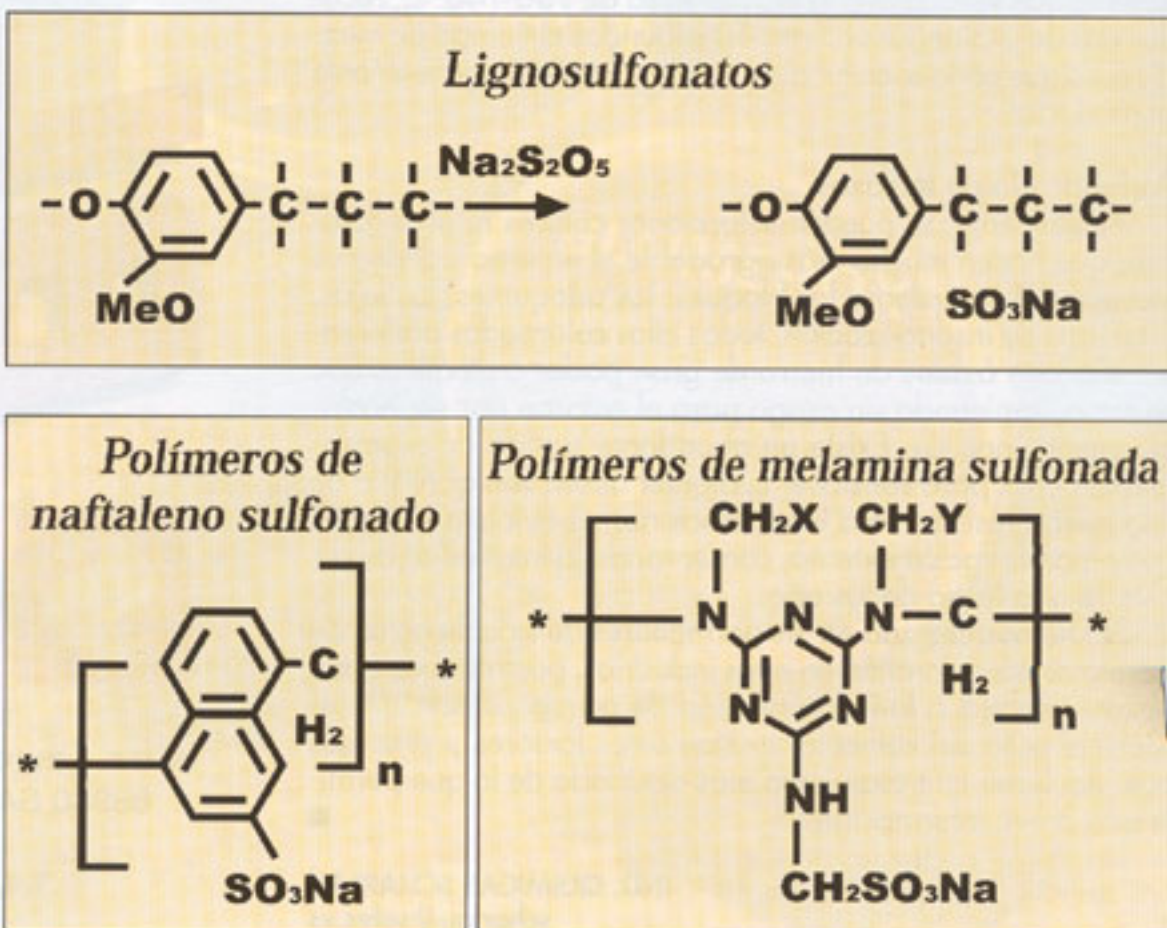
Son parte de la segunda generación de plastificantes para hormigón. La materia prima se extrae del proceso de refinado del carbón. Proporcionan una reducción de agua de hasta 25%. Debido a su estructura molecular hidrofóbica, tienden a generar espumas que pueden traducirse en la incorporación de algo de aire en el hormigón. Sin embargo, ofrecen una eficiente reducción de agua comparados con los lignosulfonatos.

Melamina sulfonatos

Se clasifican también dentro de la segunda generación de aditivos y están basados en polímeros sintéticos. La reducción de agua es similar al naftaleno, pero las resistencias a edades tempranas son aquí más altas. Puede ocurrir que a bajas relaciones agua/cemento, se produzca un flujo viscoso.

Copolímeros vinílicos

Son aditivos superplastificantes de tercera generación y se trata de una tec-





nología única de Sika. Estos polímeros sintéticos poseen moléculas de mayor tamaño que los anteriores citados, proporcionando un efecto plastificante mayor, la dispersión de las partículas de cemento es mucho más efectiva y así proporciona una mayor reducción de agua (alrededor del 30%)

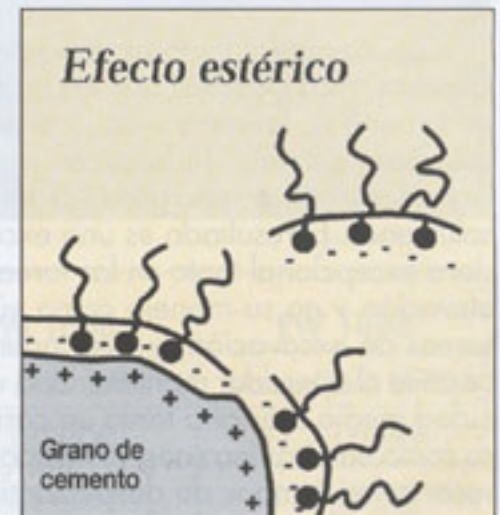
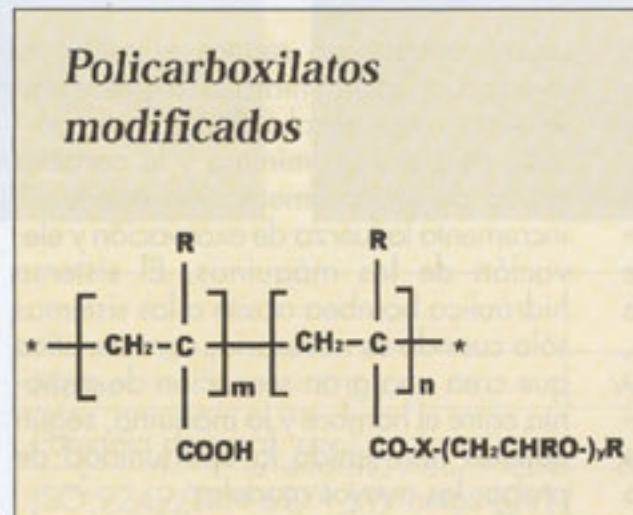
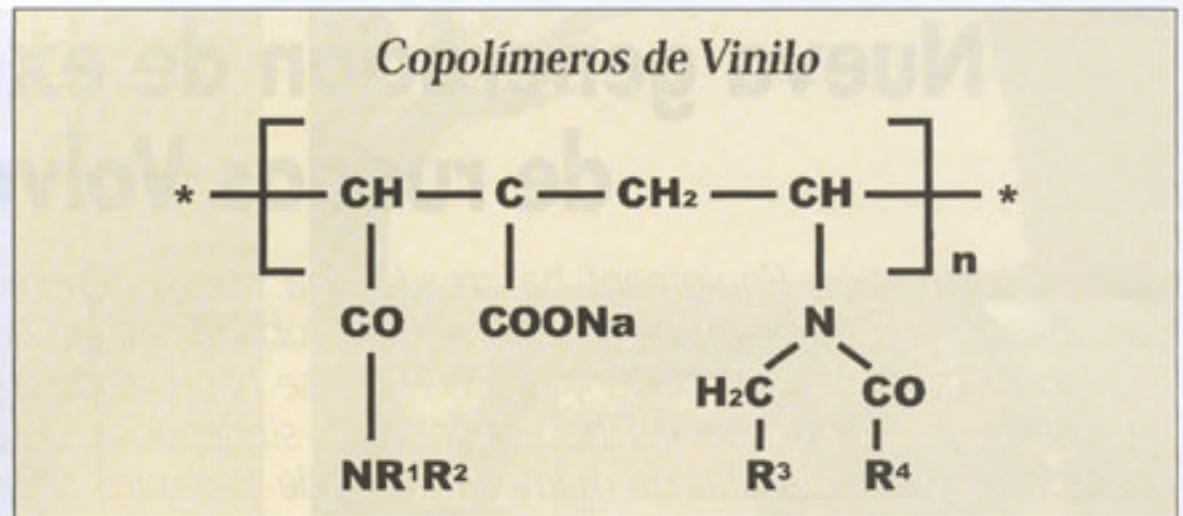
dando al hormigón mayores resistencias mecánicas. En este tipo de superplastificantes se alcanza una relación óptima coste/comportamiento, cuando se compara con los aditivos de tipo carboxilato, de mayor coste. Este tipo de aditivos es ya válido para la confección de hormigones autocompactables ya que se logra una alta manejabilidad del hormigón.

Policarboxilatos

Pertenecen a la última generación de superplastificantes. Químicamente se basan en copolímeros de ácido acrílico y grupos éter de ácido acrílico y poseen cadenas laterales a diferencia de los plastificantes tradicionales (macromolécula tipo peine). Se alcanza una reducción de agua de hasta el 40% combinado con una manejabilidad controlada y desarrollo de resistencias mecánicas tempranas. Estas características ofrecen nuevas aplicaciones.

Estas tecnologías se utilizan muchas veces en combinación. Los aditivos tradicionales se basan en un efecto de dispersión. La molécula de aditivo tiene una estructura de dipolo con grupos cargados negativamente. Estas moléculas se adsorben en las partículas de cemento y les dotan así de carga negativa, haciendo que las partículas de cemento se repelan entre sí. Al pasar el tiempo, progresa la hidratación del cemento y las moléculas de aditivo llegan a cubrirse por los productos de hidratación y entonces deja de haber un efecto de dispersión.

En el caso de la nueva generación de aditivos, ya con el tipo vinílico, pero especialmente con los carboxilatos, no sólo se produce un efecto de dispersión sino también un efecto estérico. Como estos aditivos se basan en moléculas complejas con un alto grado de flexibilidad, y comprenden diferentes grupos funcionales y con diferentes longitudes de cadena. Las largas cadenas laterales crecen más allá de los productos de hidratación del cemento formados, proporcionando un mayor efecto de dispersión. Estas cadenas laterales son responsables



del efecto estérico e interaccionan con el agua. Al transcurrir el tiempo, una segunda molécula se hace activa mediante el mismo efecto estérico, y así se logra una actividad más duradera en el tiempo.

Por este motivo, estas nuevas generaciones de aditivos son especialmente adecuadas para la elaboración de hormigón autocompactable.

Como aditivos complementarios para la confección de hormigón autocompactable, suelen utilizarse los llamados agentes de viscosidad. Estos productos se hacen necesarios cuando no se cuenta con los materiales más adecuados para obtener un hormigón de características adecuadas de fluidez y cohesión o cuando la mezcla de hormigón ha variado desde su diseño hasta su ejecución por diversos motivos y se producen segregaciones por exceso de agua. En estos casos, adición de pequeñas cantidades de estos aditivos, dotan al hormigón de cohesión debido a sus propiedades como regulador de la cantidad de agua del sistema. Estos productos, como ya se ha citado, no responden a una nueva tecnología, sino que productos ya existentes para otros usos han encontrado aquí una nueva aplicación, aun-

que también han surgido nuevos desarrollos de sustancias específicas para esta función. De forma general, pueden dividirse en los siguientes grupos:

Eteres de celulosa, micro/nano sílices y sílices coloidales, los llamados biopolímeros basados en gomas naturales, óxidos de polietileno y varias formulaciones algo más innovadoras, pero con este mecanismo de funcionamiento en el sistema de hormigón. Algunos de ellos presentan una coste elevado y otras características desfavorables como alta viscosidad, altas dosificaciones, corta vida útil, etc y se están realizando nuevos desarrollos actuales en el sentido de buscar otras alternativas.

Los fundamentos científicos y tecnológicos del desarrollo de hormigón autocompactable ha tenido lugar gracias a la realización de un proyecto BRITE-EURAM con la participación del Centro Tecnológico de Sika en España, financiado por la UE y dedicado al estudio exhaustivo de este tipo de hormigones considerando aspectos variados de su diseño, caracterización y puesta en obra.