

RESUMEN

El Hormigón de Muy Alto Rendimiento (HMAR) combina los últimos avances tecnológicos en hormigón y se erige como un material prometedor para el futuro. El HMAR ha demostrado su gran capacidad de adaptación para adaptarse a las cada vez más exigentes demandas sociales y medioambientales. Con un gran abanico de posibilidades en su dosificación y flexibilidad para conseguir las propiedades mecánicas deseadas, el HMAR es un material lleno de posibilidades aún sin explorar y sin explotar. Los ingenieros tienen la responsabilidad de esta tarea. Sin embargo, es justo reconocer que no se trata de una tarea fácil y que requiere de un desarrollo previo por parte de la comunidad científica de códigos de diseño adecuados y ampliamente aceptados.

El uso extensivo de nuevos materiales en el ámbito de la ingeniería civil requiere el desarrollo de una normativa específica. Esto quedó claro en el caso del hormigón reforzado con fibras en los primeros años del siglo XXI. Aunque la tecnología para el empleo de hormigón con fibras y las ventajas de su uso eran ya conocidos desde los años 70, su extensión a aplicaciones estructurales quedó limitada debida, principalmente, a la falta de códigos de diseño y metodologías de caracterización ampliamente aceptados.

Así lo debieron reconocer los investigadores de finales de siglo cuando en 1995 la tarea de estandarizar un nuevo ensayo para la determinación del comportamiento post-fisura del hormigón con fibras y el desarrollo de metodologías de cálculo de acuerdo a éste se encargó al comité técnico TC 162-TDF del Rilem. Los miembros de aquél comité sabían que ambas tareas debían estar interrelacionadas y debían desarrollarse de manera paralela. De haberse realizado de otra manera, aquel trabajo hubiese estado condenado al fracaso. Gracias en gran parte a este trabajo, el empleo del hormigón con fibras en aplicaciones ingenieriles es posible y está contemplado por los actuales códigos de diseño. Sin embargo, un largo camino queda todavía por recorrer.

La aparición de nuevos hormigones, el mayor conocimiento sobre la aportación de las fibras así como su industrialización y bajada de precios, o las mayores preocupaciones sobre la durabilidad estructural, incremento de su vida útil o la reducción de los costes de mantenimiento, entre otros factores, han derivado en el desarrollo de nuevas tipologías de hormigones cuyo comportamiento mecánico difiere de manera sustancial de los tradicionales hormigones con fibras. Es por ello que tanto la readaptación de las metodologías de caracterización como las metodologías de diseño deben ser reformuladas. Y esto debe hacerse de manera no disruptiva, es decir, manteniendo la línea de los hitos alcanzados en los hormigones con fibras convencionales de manera que queden integrados en metodologías de caracterización y de diseño que los engloben, porque al fin y al cabo, y aunque con nuevas y mejores propiedades mecánicas, los nuevos hormigones siguen siendo hormigones. Así debe ser entendido y así debe quedar reflejado en las nuevas normativas.

El presente trabajo se centra en uno de esos nuevos materiales desarrollados con el avance de las nuevas tecnologías como es el HMAR. En especial, este documento se centra en ese aspecto tan fundamental para el desarrollo de nuevos hormigones como es la caracterización mecánica y la tipificación. Este trabajo incluye una revisión del comportamiento mecánico uniaxial a tracción del hormigón y de su evolución con la aparición de las diferentes tecnologías. Además, se revisan y se ponen en cuestión los sistemas tradicionales de caracterización, así como de los nuevos sistemas que en los últimos años se han conseguido desarrollar, para su empleo en el HMAR.

A lo largo del documento se desarrollan diferentes metodologías para la obtención del comportamiento constitutivo a tracción del HMAR, así como la propuesta de una metodología simplificada de caracterización especialmente diseñada para ser incluida en un estándar normativo, todas ellas debidamente validadas. Estas metodologías son de aplicación específica a los resultados experimentales obtenidos mediante un ensayo a cuatro puntos sin entalla, cuya propuesta de estandarización para el HMAR ha sido también desarrollada.

Finalmente, se presenta una propuesta de tipificación de acuerdo a los parámetros más relevantes del comportamiento a tracción del HMAR que son necesarios para el diseño y que pueden ser directamente obtenidos del ensayo de caracterización propuesto. Esta clasificación engloba a la clasificación existente para el hormigón armado convencional y los actuales hormigones con fibras, de manera que se presenta la actual definición de hormigón con fibras como un caso particular de estos nuevos hormigones, respetando al máximo la evolución de este material y aunando los logros conseguidos por la comunidad científica.