



1. INTRODUCCION

El hormigón de alta resistencia, HAR, tuvo su origen en 1956 cuando se consiguió alcanzar una resistencia superior a los 50 MPa en el edificio Executive House of Chicago, siendo su desarrollo motivado por preocupaciones respecto al gran aumento de sección que sufrían los pilares en edificios de gran altura. Cumplió el objetivo deseado mostrando que la sección se podía reducir en más de un 50% (en función de los hormigones comparados), ahorros de material al reducir en tal manera las secciones de los elementos a compresión e incluso mejoras en el comportamiento de los elementos, entre muchas otras.

Como complemento a las cualidades técnicas que presenta el HAR, esta tecnología permite mejorar aspectos como:

- mayor durabilidad, debido a su baja relación $a/c < 0,35$.
- aligerar el peso propio de la estructura.
- reducir los espesores en el diseño de las estructuras.

La elección de este tipo de hormigón en las obras se ha fundamentado en sus cualidades de gran resistencia, tanto inicial como a 28 días, lo que permite, como se ha dicho con anterioridad un ahorro en la cantidad de hormigón utilizado, y por tanto aligeramiento del peso propio de la estructura. Sus características de baja relación a/c , que se explican especialmente por el uso indispensable de los aditivos superfluidificantes, permiten alcanzar relaciones a/c que oscilan de 0,3 a 0,35, eliminando prácticamente en su totalidad la porosidad interna. Esto último también se consigue mediante el empleo de humo de sílice, una escoria más fina que el propio cemento, que adicionada en su correcta dosificación, rellena los huecos internos que hubieran podido quedar. Cabe añadir, es que este tipo de escoria, también cuenta con propiedades hidráulicas, es decir, que reacciona con el agua, lo que conlleva también a un aporte de resistencia al hormigón.

2. METODOS DE ENSAYO DEL HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA

Los métodos de ensayo en el hormigón de alta resistencia, son exactamente los mismos que en el hormigón tradicional, como de Abrams y resistencia a compresión. La única diferencia con respecto al resto de hormigones tradicionales, es el tipo de probeta que se ensaya, que en lugar de ser cilíndrica es cúbica.

Las razones para este cambio, son simples:

- una probeta cilíndrica, necesita ser refrentada con mortero de azufre, mientras que la probeta cúbica no. Este hecho, favorece a una menor dispersión en las roturas de las probetas, así como a la seguridad al 100% de la resistencia del hormigón, y no del mortero de azufre.
- facilidad de manipulación de las mismas, por su menor peso en comparación con la probeta cilíndrica.
- para probetas de 10x10x10cm, una menor carga de rotura en la prensa, debido a una menor sección de la probeta, lo que facilita el uso de las prensas de 2000kN de alcance.



3. COLOCACION EN OBRA DEL HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA

El uso del hormigón de alta resistencia en las obras se ha concentrado en edificios de gran altura o en pilares con grandes solicitaciones a compresión, siendo las siguientes algunos ejemplos de las mismas:

- Torre de Godoy.
- Torres JMC (Torres Gemelas).
- Centro Comercial Citymur.



En el edificio Torre de Godoy se consideró el uso del HAR, debido a la gran altura del mismo (20 plantas) lo que le supondría convertirse en el edificio más alto de la región y el único hecho con HAR hasta la fecha en que se construyó. De este modo, se mantuvo constante la sección de los pilares a lo largo de todo el edificio, utilizándose en las plantas más bajas HA-70, en las plantas intermedias HA-50 y en las superiores HA-35.

A continuación se presentan unas imágenes de esta obra:



Torre de Godoy Terminada



Ejecución de la Obra



Caseta para las probetas



Detalle capitel de pilar parcialmente hormigonado.



Vista superior junta final entre forjado y pilar.

En las Torres JMC, al igual que en la primera, se decidió utilizar HAR, por la misma razón, pues se trataba de dos torres de 22 plantas más dos sótanos, total 24 plantas.

En las imágenes que se presentan a continuación se puede observar la envergadura de estas torres, y el por qué del uso del HAR.



Torres Terminadas



Ejecución de las torres.



Pilar.



Vista inferior detalle junta forjado y pilar

En la ejecución del Centro Comercial Citymur, se decidió utilizar este tipo de hormigón debido a la gran altura de los pilares, con el fin de evitar así una desmesurada sección tal y como se muestra en las siguiente imágenes:



Estado Actual.



Estructura Terminada



Cimentación Centro Comercial.



Pilar con capitel



Encuentro Pilar con Forjado.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño de la mezcla del HAR debe confirmar que se logra una gran resistencia sin mermar la trabajabilidad del hormigón. Es importante tener presente que los aditivos superfluidificantes de última generación incrementan su efecto a través de un mezclado eficaz del hormigón, por ello se hace aconsejable efectuar pruebas con los equipos de fabricación que se adoptarán para la ejecución de las obras.

La colocación del hormigón de alta resistencia debe estar asociada a un proceso continuo de suministro y vaciado de hormigón, ya que a diferencia de un hormigón tradicional, en lugar de aguantar 90 minutos, sólo se puede garantizar un tiempo de apertura de 60 minutos, hecho que lleva aparejado que la carga de los camiones no supere los 4m³. Para ello, es necesario programar los recursos de transporte y colocación del hormigón para evitar tiempos de espera entre capas superiores a una hora como límite.