



## CEMENTOS ESPECIALES:

### Cemento de endurecimiento rápido para su uso de la construcción (Parte II)

**C**omo una alternativa viable del cemento Portland, los cementos hidráulicos de endurecimiento rápido (CER) ofrecen varias ventajas, entre las que destacan, la durabilidad, la versatilidad, la ganancia de resistencia y la facilidad de uso; también ofrecen beneficios en lo que respecta a los costos y a las consideraciones ambientales.

La cantidad de agua en una mezcla de concreto resulta un factor sumamente importante; en un concreto elaborado con cemento Portland, el agua se mezcla con una proporción necesaria, para que sea lo suficientemente trabajable para su colocación; esta cantidad es excesiva con respecto a la necesaria para hidratar el cemento. Este exceso de agua, se evapora con el tiempo dejando huecos o poros en el concreto, lo que causa la contracción por secado. En una mezcla típica de concreto de cemento portland, este exceso de agua asciende a alrededor de 50% del agua en la mezcla.

En los CER, el agua necesaria para hidratar el compuesto CSA es varias veces mayor que la requerida para hidratar los compuestos típicos concebidos con cemento Portland; es común que casi toda el agua utilizada en la mezcla, se pierda en el proceso de hidratación, de ahí que se trate de un material denso, con muy baja contracción por secado. Los huecos o poros en el concreto, junto con las grietas de contracción por secado, proporcionan vías de acceso de sustancias que atacan tanto al concreto, como al acero de refuerzo; esta es la razón por la que los CER resultan muy durables.

En lo que respecta a la versatilidad, pueden ser formulados para una amplia gama de aplicaciones, en donde el tiempo de fraguado, la fluidez, el contenido de aire y el color, se pueden ajustar fácilmente mediante el uso de aditivos químicos. Por otra parte, son altamente resistentes a procesos de congelación y deshielo; siendo perfectamente aplicables en obras en clima frío, debido a su rápida hidratación.

Hoy en día muchos de los grandes proyectos requieren de soluciones constructivas rápidas; un ejemplo de ello es la planta de tratamiento de aguas residuales de Hyperion en Los Ángeles, en donde el contratista optó por la utilización de CER para reducir el tiempo de construcción y para garantizar una alta durabilidad. En gran parte de la infraestructura de los Estados Unidos se están llevando a cabo trabajos de reparación, lo cual hace que se convierta el uso de los CER en una necesidad, tanto por razones de seguridad estructural, como por razones estéticas. Aunque el cemento Portland es menos costoso, la durabilidad, el tiempo de fraguado rápido, la reducción de la contracción y la mayor resistencia al ataque químico, hace que el uso de los cementos hidráulicos de endurecimiento rápido ofrezcan una excelente relación costo/beneficio. Para un contratista o para el propietario, el tiempo de un retraso debido a una reparación, se traduce en la apertura tardía de la obra; situación que con frecuencia implica mayores primas.

Respecto a la responsabilidad con el medioambiente, se comenta que los CER, tienen una huella de carbono mucho más pequeña que la del cemento portland. Durante su proceso de producción, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 32 y un 36%, respecto a lo que se estima en la producción del cemento Portland convencional. Lo anterior, es debido a que se producen a temperaturas más bajas, por lo que se requiere menos combustible; asimismo, también requiere de menos caliza, lo que reduce aún más las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Con base en lo referido anteriormente, los CER son mucho más durables que el cemento Portland, debido entre otras cosas a que tienen una mayor resistencia a los sulfatos y a otros tipos de ataques químicos. Por otra parte, debido a su formulación química, baja porosidad y posterior autodesecación interna son en extremo insensibles a la carbonatación, congelación/deshielo y al ataque por lluvia ácida. **C**

**REFERENCIA:**

Senatore, F. (2010). "Rapid Hardening Cement", publicado en: Concrete Construction. <http://www.concreteconstruction.net/mix-design/rapid-hardening-cement.aspx>



## CEMENTO BLANCO:

### Una aproximación al concreto arquitectónico y decorativo

**E**l concreto es uno de los materiales de construcción que más se utiliza en el mundo. Un subconjunto especial de este es el conocido como: concreto arquitectónico y decorativo que es un material que se utiliza con una doble función: una estética y otra por su capacidad estructural. Es un material que se utiliza para ser admirado; ya sea en amplias y complejas superficies, o en sencillos y rápidos detalles.

Se trata de un trabajo singular y atractivo para el logro de una apariencia arquitectónica o decorativa en las estructuras; usualmente requiere esa distinción que puede perfectamente alcanzarse con el uso del concreto. De la misma manera en que pueden lograrse formas diferentes, típicas técnicas de acabado, o ingredientes especiales; la variedad de efectos resulta casi ilimitada. Un ingrediente clave de este tipo de concreto es el Cemento Portland Blanco.

El concreto de cemento blanco es un material arquitectónico radiante. Ya sea corriente o con pigmentos, este permite lograr una amplia gama de colores; desde blanco brillante y pasteles hasta colores intensos. También se pueden mostrar texturas, o diseños decorativos de variadas formas; quedando a la elección y creatividad del arquitecto. El empleo del cemento blanco con fines arquitectónicos resulta muy versátil. Puede ser empleado por ejemplo: en concreto colado *"in situ"*, en prefabricados, en los sistemas *"Tilt-up"*, en reparaciones y nuevas aplicaciones, en albañilería y morteros, así como en terminaciones.

El cemento blanco es la clave de la buena apariencia en las construcciones de concreto y albañilería; ya sea con extensas decoraciones o solo con pequeños detalles. Además de la versatilidad en la apariencia, los pigmentos resultan materiales amigables con el medio ambiente y pueden adaptarse a

cualquier entorno; más allá de la estética los colores claros propician eficiencia energética y seguridad. Estas cualidades pueden ser utilizadas de forma ventajosa en: pretilas de puentes, pisos reflectantes, concretos arquitectónicos expuestos, acabados urbanos como cunetas, bordillos y canchales, jardineras y conformando ornamentos en los edificios.

Ya sea en interiores o exteriores, el concreto de cemento blanco ofrece aplicaciones resistentes, así como superficies duraderas. Salvo el color blanco, el cemento Portland Blanco tiene esencialmente las mismas propiedades que el cemento gris. Un importante control de calidad se lleva a cabo en la industria, dado que el color depende de la materia prima y del proceso industrial. Los óxidos metálicos, principalmente el hierro y el manganeso, influyen en la palidez y en los bajos tonos de color del material. El cemento blanco se fabrica conforme al código ASTM C 150: "Especificaciones para el Cemento Portland". Los tipos más comunes son el tipo I y III; aunque también se producen los tipos II y V. Con especial énfasis en el color resultante se realizan los diseños de mezcla para concreto blanco o coloreados. Estos diseños parten de considerar aspectos como: tipo y color del cemento, tipo y dosificación del pigmento, tipo y dosificación de los aditivos, tipo, granulometría, color y grado de limpieza de los agregados (grueso y fino), tipo y dosificación de los materiales cementíceos adicionales (arcilla calcinada, ceniza, humo de sílice) y mantenimiento de las proporciones; especialmente la relación agua-cemento.

Antes de iniciar un proyecto en concreto de cemento blanco, es recomendable siempre probar el diseño de mezcla. De esta manera se pueden refinar y mejorar las mezclas, lo que sin dudas trae consigo la optimización del material. El cemento blanco se encuentra ampliamente disponible, de la misma forma en que los agregados también son abundantes en gran parte de esta geografía. **C**

#### REFERENCIA:

Portland Cement Association (2015), "Architectural & Decorative Concrete", publicado en: <http://www.cement.org/for-concrete-books-learning/materials-applications/architectural-decorative-concrete>



## PREFABRICADOS ARQUITECTÓNICOS: El proyecto Carlyle y la prefabricación arquitectónica

Los excelentes resultados y la calidad que ofrecen los elementos prefabricados de concreto y el concreto pretensado, estimulan a los arquitectos e ingenieros a continuar utilizando y a recomendar estos métodos constructivos, incrementando así la tendencia a generalizarlos para obras de todo tipo, puesto que superan a satisfacción los desafíos de cada proyecto porque los hacen más rentables, estéticos, sostenibles y con periodos de construcción más breves frente a los sistemas tradicionales, sin importar las condiciones del lugar en que se desarrollen.

Un buen ejemplo de los excelentes resultados que ofrece el uso de prefabricados de concreto es el Hotel Carlyle, un lujoso complejo turístico en Los Ángeles, California, diseñado por la firma KDMArchitect. Es una torre de 26 pisos, 280 lujosas habitaciones y suites, restaurantes, salones de banquetes/conferencias, centro de salud y spa. El concepto arquitectónico se desarrolla a partir de una planta en forma de boomerang con 48 esquinas a través de una configuración que consta de brazos extendidos que se articulan con la vía principal. La parte posterior de la planta aumenta en profundidad hacia los áticos del nivel superior. La implantación se fusiona con un jardín que armoniza con los espacios comunes y que ofrece al proyecto un toque naturalista en las terrazas jardín.

Esta lujosa torre consta de 77 mil m<sup>2</sup> de prefabricados de concreto arquitectónico, además de 21 mil m<sup>2</sup> de paneles de piedra caliza de modelo egipcio revestidos de prefabricados, los cuales hacen parte de las fachadas interior y exterior. Para dar mayor refinamiento al proyecto, a los prefabricados arquitectónicos se les aplicó un patrón de relieves y texturas, que le ofrecen aspecto labrado de la piedra en bloque. Como parte del programa de gerencia de diseño de una torre de tales dimensiones, la

empresa encargada de fabricar los elementos de concreto que debían ser izados tuvo que crear prefabricados de 1.5 metros de altura para recubrir las columnas de la torre, de tal forma que su textura final armonizara con la fachada. Además de elementos texturizados como los paneles prefabricados arquitectónicos, el acabado de los niveles inferiores se complementó con una textura de piedra caliza egipcia, a fin de unificar el aspecto de la fachada interior con los niveles superiores.

A buena parte de los bloques prefabricados de concreto se les agregó un acabado de piedras superpuestas, pegado con resina y piedras angulares de 2.5 centímetros de tamaño promedio, lo que creó un sobresalto en la fachada y le dio relieve paisajístico. Se implementaron elementos prefabricados para empotrar en las uniones de la piedra horizontal, que a su vez les sirven de soporte. La "piel" de prefabricados de 13 centímetros de espesor que conforma la fachada de los niveles superiores consta de secciones de 0.6 x 0.6 metros, los cuales fueron tratados con chorro de arena para crear con eficiencia una textura de alta calidad.

Se trata de un proyecto mixto, pues una parte del sistema estructural de pórticos de concreto fue construido "in situ", mientras que toda la fachada y las divisiones se desarrollaron con elementos prefabricados de concreto, principalmente de tipo arquitectónico. Los componentes prefabricados fueron 762 paneles prefabricados de pared, 522 paneles para recubrir columnas, 64 paneles tipo tímpano, 168 prefabricados con piedra caliza (incluyendo 6 de ellos para las paredes), y 130 paneles de concreto arquitectónico utilizados en los niveles inferiores. El edificio está dotado de un helipuerto para emergencias y de un aparcamiento subterráneo de cuatro niveles. **C**

**REFERENCIA:**

"Proyecto Carlyle, prefabricación arquitectónica", publicado en: Revista Noticreto 113, jul-ago 2012, pág. 60.-----, (2014). "Secrets of Roman Architectural Concrete Uncovered", publicado en: Materials Science, Sci-News.com.



## CONCRETO ARQUITECTÓNICO: Defectos en el concreto arquitectónico

**E**l concreto arquitectónico se utiliza de forma masiva en todo el mundo, por sus cualidades estructurales, estéticas y económicas; sin embargo, es preciso tomar en cuenta algunos aspectos para poder lograr un acabado de calidad, evitando la apariencia poco uniforme. El concreto, en este caso, no tiene sólo un objetivo estructural, sino que es una expresión estética.

El ACI define al concreto arquitectónico como el que “queda expuesto como superficie interior o exterior dentro de la estructura terminada, contribuye definitivamente a su carácter visual y está diseñado especialmente como figura en planos y especificaciones del proyecto”. Quizás el concreto arquitectónico es el más difícil de obtener, ya que deben tenerse en cuenta una gran cantidad de recaudos y además, de existir algún error, no admite prácticamente reparaciones.

Los inconvenientes con el concreto arquitectónico suelen aparecer en diversas situaciones y todas apuntan a la singularidad del material; mismo que requiere requisitos especiales de todo tipo. Este material deberá ser concebido, diseñado, detallado y calculado desde puntos de vista arquitectónicos e ingenieriles, y estar especificado, construido y supervisado como un trabajo de concreto arquitectónico. Algunos de los defectos más comunes en este material refieren a: “nidios de abeja” (oquedades contiguas), variación de color, fuga de lechada, reflejo del agregado, burbujas, fisuras, entre otros. Para lograr un buen acabado se deben emplear materiales, equipos, herramientas, mano de obra y procedimientos que permitan entregar una obra cuyas anomalías se encuentren en los rangos de tolerancia establecidos.

Es altamente recomendable realizar paneles de prueba a escala real empleando procedimientos, equipamiento, materiales y técnicas constructivas previamente aprobadas, pudiendo además incluir la simulación de reparaciones. Estos paneles se emplearán no sólo como prueba piloto sino principalmente para definir los parámetros de aceptación y los procesos de manejo del concreto. Se recomienda el uso de aditivos superfluidificantes, logrando concretos de consistencia muy plástica y fluida, con revenimientos de entre 13 y 18 cm.

Igualmente es importante el empleo de contenidos de cemento de 350 kg/m<sup>2</sup> como mínimo, con tamaño máximo de agregado de 12 a 19 mm; siempre compatible con la disposición del acero de refuerzo y con la geometría de los elementos. De ser posible, la situación ideal es emplear concretos autoconsolidables, y evitar el exceso de aditivos, ya que pueden exudar con el agua y provocar decoloraciones. Los agregados deben ser controlados periódicamente y haber demostrado que no manchan la superficie ni ser susceptibles a reacciones álcali-agregado. Es recomendable emplear a/c menores a 0.55. Una de las claves para el éxito es el compromiso del proveedor en el suministro continuo; por lo que resultan muy importantes las coordinaciones y controles en despacho, transporte, entrega y colocación del concreto.

En el caso del acero de refuerzo, es importante que el recubrimiento sea suficiente para evitar fisuras por asentamiento plástico o síntomas de corrosión, siendo indispensables recubrimientos de al menos 3 cm. Es clave el uso de separadores plásticos que no queden visibles al descimbrar los elementos. Una recomendación también importante es utilizar desmoldantes comerciales recomendados y reconocidos, o en su defecto, aceites no solubles en agua; no debiendo emplearse gasoil o aceites solubles en agua.

En las cimbras se recomienda controlar el ajuste y nivelación para garantizar la calidad del diseño. Debe minimizarse la absorción de agua y garantizarse la limpieza de los moldes. De ser factible, deben emplearse cimbras especiales para concreto arquitectónico. No se recomiendan las cimbras de aluminio, ya que estas pueden reaccionar con los álcalis y provocar decoloraciones y burbujas. Iguales consideraciones requiere la compactación del concreto, recomendándose el menor tiempo posible en los vibradores de inmersión, con especiales cuidados en bordes, esquinas, marcos de ventanas y elementos embebidos. Siempre debe ser complementado con golpes con martillos de goma o madera sobre toda la superficie de la cimbra, de manera pareja y con uniformidad. El método de curado que se emplee debe ser uniforme en toda la superficie y asegurar que no decolore el concreto. El tiempo de curado, en lo posible, debe extenderse al doble de lo común en un concreto convencional. **C**

### REFERENCIA:

Segerer M. (2012), “Los ‘cuándo’, ‘por qué’ y ‘cómo’ de los defectos en el concreto: concreto visto arquitectónico Parte I y II”, Revista Hormigonar Nos. 26 y 27, Año 8, Abril y Agosto 2012. Págs. 34 y 10.