



**12-14 de Noviembre del 2012**  
**Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa**

## **PREVISIONES A TOMAR EN LAS ETAPAS DEL PROYECTO PARA HORMIGONES VISTOS ARQUITECTÓNICOS DE CALIDAD**

**M. J. Segerer**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Presidente de Control y Desarrollo de Hormigones S.A. - Gutenberg 8115 Luján - Mendoza - ARGENTINA

### **RESUMEN**

Al diseñar y proyectar estructuras de hormigón visto arquitectónico y para lograr los objetivos requeridos por los clientes, se debe trabajar en conjunto, entre el constructor, arquitecto y proveedor de hormigón. En el trabajo en primer lugar se explican las patologías que pueden presentarse, para analizar a continuación cuales son sus soluciones prácticas para tener buenos resultados en obra. Se brindan unos 100 tips, desde la concepción del proyecto a la recepción final de la estructura, para tener en cuenta específicamente en el caso de hormigones vistos de alta calidad. Con estas técnicas sumadas a los ejemplos brindados en el cuerpo del trabajo, el artículo se convierte en una guía práctica para la ejecución de hormigones arquitectónicos, pudiendo consolidar así el hormigón en el campo de aplicación de la estética de las estructuras.

**Palabras claves:** Hormigón visto, hormigón arquitectónico, calidad de terminaciones, defectos de hormigón, criterios de aceptación hormigón visto

### **ABSTRACT**

#### **Architectural and decorative concrete: Design and construction**

When designing architectural and decorative concrete structures, builder, architect and concrete supplier have to work together in order to achieve a client's objectives. In this piece of work, concrete pathologies that may appear are explained, followed by an analysis of practical solutions so as to obtain good results in the building work. Moreover, over 100 tips for the different stages of a project which will help to obtain high quality architectural and decorative concrete are provided. These techniques together with the examples described, make this article a practical guide to architectural concrete constructions, allowing concrete to consolidate its stance as an aesthetic component in building works.

**Key words:** Architectural concrete, decorative concrete, quality finishes, concrete pathologies, concrete defects, acceptance criteria for decorative concrete

## INTRODUCCIÓN

En el mundo entero, el hormigón arquitectónico se utiliza masivamente debido a sus cualidades estructurales, estéticas y económicas. Nuestra región no es ajena a la tendencia y cada vez pueden verse más obras de hormigón visto, eligiéndolo así no sólo por sus beneficios técnicos, sino también por pautas arquitectónicas. El ACI <sup>1</sup> define al hormigón arquitectónico como “aquél que queda expuesto como superficie interior o exterior dentro de la estructura terminada, que contribuye definitivamente a su carácter visual y está diseñado especialmente como figura en planos y especificaciones del proyecto”. Probablemente el hormigón visto de calidad, es el más difícil de obtener, ya que deben tenerse en cuenta una cantidad importante de recaudos, y además de existir algún error, no admite reparaciones. La supervisión de todas las actividades es de gran importancia para lograr los resultados deseados, debiendo emplear trabajadores capacitados con dedicación exclusiva a cada tarea. La variabilidad en el personal que ejecuta las actividades produce ineficiencias en el proceso, además de interrumpir la especialización de la mano de obra. Los inconvenientes con el hormigón visto suelen aparecer cuando no se tienen en cuenta uno o más de lo siguiente:

- Se requiere siempre pensar en el concepto de “repetitividad”.
- No debe ser tratado como un hormigón más dentro de la obra.
- Se requieren criterios particulares desde la concepción misma de la estructura.
- Deben definirse los criterios de aceptación, los cuales no figuran en Reglamentos.
- Es indispensable la Reunión Previa al Inicio de la Obra entre las partes involucradas.
- Es necesario contar con mano de obra capacitada y asignada a diferentes tareas.
- La superficie vista dependerá de una gran cantidad de factores, entre los que se destacan: diseño, materiales, técnicas de puesta en obra, encofrados y curado.

## REQUISITOS A PREVER EN EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

La esencia para obtener un buen hormigón arquitectónico está en la consistencia en todas las fases del proyecto. El mismo deberá ser concebido, diseñado, detallado y calculado desde puntos de vista arquitectónicos e ingenieriles, y estar especificado, construido y supervisado como un trabajo de hormigón visto. En caso de poseer un diseño ya ejecutado y recién en ese momento se piensa en trabajar con hormigón arquitectónico, muy probablemente no se obtengan los resultados deseados. Desde el proyecto mismo de una obra, debe considerarse que se empleará hormigón visto. A continuación, se brindan algunas pautas de cómo desde el mismo diseño estructural y arquitectónico, deben ser considerados aspectos particulares:

- Diseñar por durabilidad los hormigones en función del ambiente de exposición.
- Diseñar las estructuras con hormigones como mínimo categoría H-25, evitando emplear hormigones con bajos contenidos de cemento o que sean muy permeables.
- Eliminar superficies de hormigón muy extensas, uniformes e ininterrumpidas.
- Emplear recubrimientos generosos en las estructuras, de al menos 30 mm, para evitar fisuración por asentamiento plástico; siendo recomendable 40 mm.
- Evitar en zonas cercanas a hormigones vistos cuantías excesivas de armaduras.
- Estudiar la modulación arquitectónica en función de los paneles de encofrados.
- Minimizar la fisuración por contracción y por cargas en el diseño, anchos < 0,2 mm.
- Disminuir lo más posible las flechas en vigas y losas, flechas < luz / 400.
- Distribuir y diseñar las juntas de contracción y/o dilatación en tabiques.
- Planificar la integración de las juntas constructivas a los requisitos arquitectónicos.
- Diseño de encofrados para evitar deformaciones excesivas.
- En estructuras en contacto con el suelo, garantizar que el agua no alterará la apariencia.

## DEFECTOS FRECUENTES EN HORMIGONES ARQUITECTÓNICOS

El término de defecto denota un deterioro del hormigón visto en relación a su valor estético y su utilización arquitectónica. Se definen los defectos más comunes:

- **Nidos de abeja.** exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie cuando el mortero no logra cubrir el espacio alrededor de los agregados. Muchos factores influyen en su formación, como ser: escasez de mortero por ineficaz diseño de mezcla, elección no apropiada del TMN, consolidación inadecuada, especificación errónea de consistencia, fuga de lechada por juntas no estancas, etc.
- **Variación de color.** Vetas de color presentes en la superficie del hormigón. Pueden presentarse debido a deficiencias en la mezcla o manifestarse en forma de manchas, humedad, óxidos, eflorescencias u otras contaminaciones. En caso de encofrados de madera, son normales y aceptadas las variaciones de colores locales “copiando” las vetas de las maderas; no así para encofrados metálicos o plásticos.
- **Fuga de lechada.** Mancha blancuzca en forma de reguero de agua que se presenta en el hormigón por el exceso de agua en la lechada.
- **Transparencia del agregado.** Apariencia moteada en la superficie, originada por las deficiencias en el mortero, donde el agregado se encuentra cubierto por una muy delgada película de lechada que permite verlo a través de ella.
- **Burbujas.** Pequeña cavidad o poro creado a partir de la acumulación de burbujas de aire y agua atrapadas entre el encofrado y el hormigón. El diámetro en general oscila entre 5 y 15 mm. En algunas ocasiones estas burbujas están cubiertas por una delgada capa de pasta seca que se desprende con la presión de las uñas.
- **Líneas entre capas.** Líneas horizontales o inclinadas presentes en la superficie del hormigón que indican el límite entre diferentes tiempos de colocación, sin ser juntas frías.
- **Fisuras por asentamiento plástico.** Fisuras superficiales debidas generalmente al reflejo de las armaduras, considerándolas como defecto aquellas que por su tamaño afecten la apariencia o brinden un aspecto inseguro a la estructura.
- **Rebabas.** Proyección delgada y lineal de hormigón que se presenta entre espacios y uniones de los paneles cuando el mortero de la mezcla pasa a través de aquéllas.
- **Desalineamientos.** Cambio abrupto en la alineación o las dimensiones de los elementos a causa del desplazamiento de encofrados o su mala disposición previa.
- **Descascaramientos.** Eliminación accidental de la superficie provocada por la adherencia del hormigón al encofrado, generalmente influenciada por falta puntual de desmoldante o por un número de reutilización considerable de encofrados.
- **Líneas de acumulación de finos.** Veteado en la superficie del hormigón donde el agregado fino queda expuesto debido a la exudación o la absorción de agua.
- **Falta de lisura superficial.** Defectos puntuales o texturas no deseadas que pueden desvalorizar el elemento. Se determinan midiendo con reglas rígidas y cuñas, los apartamientos de un plano para diferentes distancias o medidas de referencia.
- **Irregularidades dejadas por tensores.** Irregularidad en la zona alrededor de los tensores usados para unir los diferentes módulos de encofrados. Los defectos sobre estas áreas son los mismos ya definidos como burbujas y nidos de abeja, pero en zona de tensores.
- **Defecto de modulación.** Se presenta cuando la distribución de los encofrados no sigue un patrón estándar, uniforme o previamente definido por el arquitecto.
- **Decoloraciones, manchas o eflorescencias.** Son debidas a una multiplicidad de causas, incluida la diferente textura de encofrados, mala aplicación del desencofrante, curado deficiente o de causas intrínsecas del hormigón.
- **Juntas frías.** Defecto no aceptable ocasionado cuando se colocan en un mismo elemento, hormigones sobre otros que ya ha iniciado su fragüe o está próximo a ello.

## CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PROPUESTOS

En función de un análisis de bibliografía especializada <sup>2 3 4 5</sup>, puede proponerse en la Tabla 1, sirviendo ésta como guía para especificaciones, pudiendo ser más o menos estrictas en función de la obra. Se propone una clasificación en cuatro grados de exigencias, criterio tomado de la bibliografía referenciada.

- **Exigencias muy elevadas o especiales - Tipo A.** Superficies destacadamente expuestas a la vista, donde la apariencia es de importancia especial y tiene un elevado significado; a aplicar en elementos representativos y de tipo monumental.
- **Exigencias elevadas - Tipo B.** Superficies cuya apariencia debe ser muy buena al estar concebidas para estar expuestas con elevadas exigencias; como por ejemplo fachadas.
- **Exigencias normales - Tipo C.** Superficies ordinarias con exigencias formales normales que, aunque estarán permanentemente expuestas, no justifican gastos especiales para su construcción; como cajas de escaleras o muros de sostenimiento.
- **Escasas Exigencias - Tipo D.** Elementos que exigen requisitos mínimos de calidad superficial, donde la apariencia no es objetable pero se trata de hormigones vistos; como muros de sótano, ambientes con uso predominantemente industrial, etc.

**Tabla 1. Defectos admisibles en hormigones arquitectónicos según tipos de hormigón visto.**

CLASE DE DEFECTOS	TIPOS	TOLERANCIAS
Nidos de abeja	A-B-C-D	No son permitidos
Manchas de óxidos	A-B-C-D	No son permitidas
Variación de color	A-B-C	No apreciable a 5 metros  Se incrementan los criterios de exigencia para vistas más cercanas para Tipos A y B. Se deberá definir en función de criterios de obra y paneles de prueba
Fuga de lechada		
Líneas entre capas		
Líneas de acumulación de finos		
Decoloraciones y eflorescencias		
Irregularidades dejadas por tensores		
Transparencia del agregado	A	Superficie $\leq 15 \text{ cm}^2$
Descascaramientos	B	Superficie $\leq 20 \text{ cm}^2$
Medida sobre paneles testigo de 50 x 50 cm	C-D	Superficie $\leq 25 \text{ cm}^2$
Burbujas (encofrados no absorbentes)	A	Superficie $\leq 15 \text{ cm}^2$ (0,6%)
Superficie de burbujas entre 2 y 15 mm	B	Superficie $\leq 22 \text{ cm}^2$ (0,9%)
medida sobre paneles testigo de 50 x 50 cm	C-D	Superficie $\leq 30 \text{ cm}^2$ (1,2%)
Lisura superficial	A	Requisitos especiales a definir
Deformaciones máximas en mm	B	0,1 m - 3 mm; 1 m - 5 mm; 4 m - 10 mm; 10 m - 20 mm
medidas entre X metros con regla y cuña	C-D	0,1 m - 5 mm; 1 m - 10 mm; 4 m - 15 mm; 10 m - 25 mm
Fisuras por asentamiento plástico	A-B-C-D	No recurrentes y no apreciables a 5 metros
	A-B-C	Exposición al aire seco: Ancho $\leq 0,4 \text{ mm}$
	A-B-C	Exposición al aire húmedo: Ancho $\leq 0,3 \text{ mm}$
Rebabas de mortero	A	$a \leq 3 \text{ mm}$ ; $d \leq 5 \text{ mm}$
(d = proyección ; a = ancho)	B-C	$a \leq 10 \text{ mm}$ ; $d \leq 5 \text{ mm}$
Desalineamiento (d = proyección)	D	$a \leq 20 \text{ mm}$ ; $d \leq 10 \text{ mm}$
Defecto de modulación	A-B-C	No admisible
Juntas frías	A-B-C-D	No admisible

Las tolerancias (obtenidas como envolvente de las disposiciones que figuran en la bibliografía) son sólo una guía para establecer los requisitos necesarios en cada proyecto. Las exigencias pueden variar, incluso de un lugar a otro en la misma obra, dependiendo del tipo de superficie evaluada y de qué tan determinante sea el defecto. Es altamente recomendable realizar paneles de prueba a escala real empleando procedimientos, equipamiento, materiales y técnicas constructivas 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 procesos de manejo del hormigón.

## PRÁCTICAS RECOMENDABLES PARA HORMIGÓN VISTO

El objetivo principal es minimizar los defectos a límites aceptables y plasmar el concepto de “repetitividad” en nuestras obras, que son dos parámetros claves para lograr un hormigón visto de calidad. Además de lo enunciado, deberán tenerse presentes todas las prácticas recomendables para evitar fisuras del hormigón fresco (contracción y asentamiento plástico), fisuras del hormigón endurecido (defectos superficiales, contracción por secado y térmica); y decoloraciones y eflorescencias.

### **Especificación del hormigón elaborado.**

- Se recomienda el uso de hormigones de consistencia muy plástica y fluida, con asentamientos entre 13 y 18 cm, logrado con aditivos superfluidificantes.
- No es recomendable superar 20 cm de asentamiento, debiendo medir los asentamientos de los hormigones colados para evitar sobrepasar este valor.
- Emplear contenidos de cemento de como mínimo 330-350 kg/m<sup>3</sup>, ya que con contenidos menores a 300 kg/m<sup>3</sup> hay mayor probabilidad de ocurrencia de defectos.
- El TMN debe ser de 12 a 19 mm y siempre compatible con las disposiciones de armado y geometría de elementos; siendo como máximo del 50% del recubrimiento.
- De ser posible, la situación ideal es emplear hormigones autocompactantes, que presentan notables ventajas competitivas en este aspecto.
- Evitar el exceso de aditivos, ya que pueden exudar con el agua y decolorar.
- Pueden solicitarse aditivos retardadores - reductores de agua, por la posibilidad de imprevistos o descargas lentas, por ejemplo en tiempo caluroso para el caso de tabiques.

### **Diseño del hormigón y calidad de materiales.**

- Las partidas de los diferentes componentes del hormigón (principalmente agregado fino y cemento) deben ser uniformes, para evitar variabilidad en coloraciones.
- Los agregados deben ser controlados periódicamente y haber demostrado que no manchan la superficie ni son susceptibles a la reacción álcali-agregado.
- Evitar toda fuente de materiales y/o técnicas constructivas que puedan provocar decoloraciones o eflorescencias en las superficies.
- Si la relación a / c es elevada, el agua será más difícil de evacuar, apareciendo más burbujas e incrementando la fisuración por asentamiento plástico ( $a / c < 0,55$ ).
- El contenido de arena no debe ser muy elevado.
- Puede ser recomendable tomar muestras de cemento y agregados de diferentes partidas, para comparar posibles deficiencias en tonalidades.
- No emplear mezclas excesivamente cohesivas para evitar la formación de burbujas (reducir contenido de finos y/o cemento).

### **Provisión y manipuleo del hormigón elaborado.**

- Una de las claves para el éxito es el compromiso del proveedor en el despacho continuo de hormigón, lo cual debe ser constatado por el cliente.
- Coordinar y controlar el transporte y despacho del hormigón elaborado asegurando su entrega y colocación continua.
- Agilizar todos los medios en obra para una rápida colocación, evitando así juntas.
- Chequear que todo esté listo, preparado y aprobado, antes de recibir el hormigón.
- En caso de demoras superiores a 1 hora, aunque no haya iniciado el fragüe y no exista problema estructural, la junta puede quedar marcada y desvalorizar el elemento
- La descarga y técnicas de puesta en obra, deben ser tales para evitar juntas frías.
- Se recomiendan vaciados de volúmenes acotados para evitar la aparición de juntas.

- Los métodos de mezclado y transporte deben ser uniformes, verificando que los equipos de mezclado produzcan hormigones homogéneos en las diferentes coladas; tanto al inicio como al fin de la descarga.
- Las juntas constructivas serán las previstas en el diseño estructural y arquitectónico.
- Colocar el hormigón en la posición definitiva sin segregación o pérdida de material.
- No colar lechadas o restos de hormigón lavados de la canasta de bombas, debiendo verterlos siempre a un lado de la estructura. Al lograr el flujo de hormigón uniforme, recién comenzar la colocación en los elementos de hormigón visto.

### **Armaduras.**

- El recubrimiento debe ser suficiente para evitar fisuras por asentamiento plástico o síntomas de corrosión, siendo indispensables recubrimientos de al menos 30 mm.
- Emplear separadores que no queden visibles al desencofrar los elementos, como los plásticos; no siendo recomendable el empleo de separadores metálicos o de madera.
- Emplear en cantidad suficiente separadores para asegurar la posición de las armaduras durante la colocación y compactación del hormigón.
- Las armaduras deben estar libres de óxidos, ya que pueden marcar las superficies de los encofrados y ésta quedará plasmada en el hormigón visto.
- Rociar en forma de niebla (hidrolavadora, por ejemplo) las armaduras en caso de clima caluroso, para evitar la pérdida de agua en las cercanías de las armaduras.
- Las barras no deben poseer salpicaduras de mortero de otras llenadas, debiendo limpiarlas antes del encofrado de estos elementos para otras etapas de llenado.

### **Agentes desmoldantes.**

- Utilizar desmoldantes comerciales recomendados y reconocidos o en su defecto aceites no solubles en agua; no debiendo emplear gas-oil o aceites solubles en agua.
- Los aceites o emulsiones solubles en agua tienden a no manifestar buenos resultados, además de promover la aparición de óxidos superficiales.
- Respecto a los desmoldantes como gas-oil o aceites y lubricantes de maquinarias, además de los problemas ambientales de su utilización, tienden a encapsular aire entre el tabique y el molde (encofrado), causando vacíos y burbujas.
- Evitar el exceso del producto desencofrante sobre las superficies de los encofrados garantizando la dosis recomendada por el fabricante.
- La aplicación de estos productos se deberá repetir tantas veces como sea necesario, antes de utilizar el encofrado y hasta notar que la capacidad de absorción ha sido saturada.
- Es recomendable aplicar los desmoldantes con aspersion fina y no con rodillos; o con otro método que garantice homogeneidad, sin que queden acumulaciones excesivas.
- Cubrir los elementos, si se espera mucho tiempo entre el encofrado y el hormigonado, ya que puede evaporarse o volatilizarse algún compuesto del agente desmoldante.

### **Encofrados.**

- Controlar el ajuste y nivelación entre los paneles durante el proceso de colocación, garantizando un buen diseño estructural de los encofrados.
- La absorción de agua por parte del encofrado debe ser minimizada y uniforme, ya que las variaciones de humedad incrementan variaciones de color.
- Los encofrados de madera o machihembrados deben ser de la misma partida, con espesores y características análogos, para uniformar la absorción de agua.
- Tomar las medidas apropiadas en juntas horizontales y verticales del encofrado para sellarlas, utilizando cintas u otro material estanco.

- Garantizar la limpieza de los encofrados, debiendo realizarla inmediatamente después de cada uso. Se recomienda colocarlos en horizontal, limpiar los residuos con espátula delgada, dar lijado suave para mantener la lisura del encofrado y volver a aplicar desmoldante, incluso antes de guardarlos.
- Es recomendable establecer procedimientos escritos y listas de chequeo.
- Asegurar la estanqueidad de encofrados, para evitar fugas de lechada, principalmente entre paneles y en la parte inferior de los tabiques, ya que estas fugas “arruinan” los tabiques de hormigón visto de pisos inferiores, debiendo aplicar sellos especiales.
- Ejecutar puntos de anclaje correctamente a fin de evitar la pérdida de agua de la mezcla por los mismos.
- Lograr uniformidad en los encofrados y aplicación de desmoldantes, evitar la mezcla de encofrados nuevos y usados en una misma hormigonada; limitando sus usos.
- De ser factible, emplear encofrados especiales para hormigón visto.
- Los encofrados no deberán presentar deformaciones fuera de las tolerancias admisibles y tendrán los elementos de sostén y seguridad necesarios para no deformarse o desalinearse.
- Deberán soportar las presiones ejercidas durante la colocación y compactación, incluso en caso de alturas de caída considerables al emplear equipos de bombeo.
- No es recomendable emplear encofrados de aluminio, ya que estos pueden reaccionar con los álcalis, pudiendo decolorar y multiplicar las burbujas en superficie.
- Antes del colado, emplear compresores de aire o aspiradoras industriales en el área de colado como en los encofrados para limpiarlas bien y eliminar elementos extraños como escombros, hojas, etc.
- No es recomendable que existan diferencias de temperatura de más de 10 °C entre el hormigón fresco y los encofrados.
- Para el caso de juntas en elementos verticales, las mismas deberán ser materializadas mediante insertos especiales o un cuidadoso aserrado. Las mismas deberán ser selladas con materiales que no afecten la estética de la estructura y que hayan sido consideradas en la arquitectura del proyecto.

### **Consolidación del hormigón.**

- Utilizar vibradores de inmersión el menor tiempo posible, consolidando el hormigón fluido y sin que aquéllos provoquen segregación, prestando atención en bordes, esquinas, marcos, elementos embebidos como bocas o instalaciones eléctricas, etc.
- Siempre debe ser complementado con golpes con martillos de goma o madera sobre toda la superficie del encofrado de manera pareja y con uniformidad, comenzando desde capas inferiores a superiores, como complemento del vibrador de inmersión.
- Si es posible, emplear vibradores de encofrado; pero deberá estudiarse el tiempo óptimo de vibrado para evitar acumulación de finos en zonas cercanas al vibrador.
- El exceso de vibrado puede producir heterogeneidad en la apariencia al desencofrar, debido a la acumulación de pasta en superficie y puede producir manchas.
- No afirmar el vibrador al acero de refuerzo ni a los encofrados ya que los finos se irán al frente y posteriormente demerita el acabado final.
- Se debe introducir el vibrador rápido y sacarlo despacio, de manera siempre vertical, no dejando áreas sin consolidar.
- Colar el hormigón en capas de hasta 70 - 90 cm para tabiques, vibrándolo hasta lograr su densidad máxima. El vibrador debe estar alejado al menos 5 cm de las caras
- Revibrar la parte superior de cada capa de hormigón (15 cm) si existen demoras de más de 30 minutos, debiendo el vibrador penetrar bajo su propio peso; como así también la última capa de hormigón.

### **Desencofrado y curado.**

- El tiempo de desencofrado dependerá de las condiciones ambientales, pero para tabiques no es recomendable más de 48 horas, limitando a 24 horas para encofrados metálicos.
- Unificar el tiempo de retiro de encofrados para todo el hormigón arquitectónico, debido a que el tiempo de contacto con el encofrado puede incidir en el color.
- El desencofrado deberá realizarse de manera cuidadosa, para no dañar superficialmente.
- Evitar gradientes de temperatura durante las primeras edades, principalmente bruscas caídas durante las primeras horas, no debiendo superar en ningún caso 20 °C / 24 horas.
- Debe prestarse atención al asoleamiento de diferentes caras de tabiques, ya que en combinación con la metodología de curado, afectan considerablemente el color.
- El método de curado, debe ser uniforme en toda la superficie y asegurar que no decolore el hormigón, como membranas de curado o algunas láminas de polietileno.
- En caso de emplear membranas de curado en base acuosa, es recomendable crear una niebla con agua en las cercanías del elemento antes de su aplicación.
- El tiempo de curado, puede extenderse al doble de un hormigón convencional.
- Es muy desfavorable curar, dejar de curar y volver a curar, cambiando la tonalidad.
- La temperatura del agua de curado no será superior en más de 10 °C la del hormigón.
- En tiempo frío, evitar ambientes muy cargados de dióxido de carbono y que los medios de calefacción estén direccionados o próximos a las superficies encofradas.
- Es recomendable lavar el hormigón con hidrolavadora de media a alta presión, agua caliente o vapor presurizado, no empleando ácidos u otro tipo de abrasivos. Es recomendable este tratamiento al final de la obra, cuando no exista suciedad o polvo.

## **CONCLUSIONES**

El hormigón visto arquitectónico es cada vez más empleado en la actualidad por sus beneficios técnicos, económicos y estéticos. Es de vital importancia realizar esfuerzos conjuntos y consensuar criterios entre todas las partes involucradas, tanto en las etapas de diseño de la estructura como en las tareas de puesta en obra del hormigón. Tomando como guía las recomendaciones brindadas en el presente artículo, pueden evaluarse los hormigones arquitectónicos con criterios unificados para lograr la repetibilidad de los diferentes elementos. Asimismo, todas las tareas relacionadas con la especificación y logística del hormigón elaborado, encofrados y desmoldantes y tareas de puesta en obra (colocación, consolidación, protección, desencofrado y curado) deben controlarse mediante procedimientos estrictos para asegurar la calidad del hormigón arquitectónico.

## **REFERENCIAS**

- <sup>1</sup> ACI 303.1-97 “Standard specification for cast-in-place architectural concrete”, (1997)
- <sup>2</sup> Figueroa T., Palacio R., “Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín”, Revista Escuela Ingeniería de Antioquía, N° 10, p. 121-130, (2008)
- <sup>3</sup> Ebeling K., “Betonfertigteile in der Sichtbeton-fälle”, BFT 2 Kongressunterlagen, (2006)
- <sup>4</sup> Ebeling K., “Sichtbetonbauwerke nach neuem Merkblatt”, ISN 0941-1038, N° 46, (2004)
- <sup>5</sup> Lizon P., “Architectural Concrete”, Workshop sustainability in concrete industry, (2006)
- <sup>6</sup> Hedda Vikan, “Quality an aesthetics – State-of-the-art” SINTEF SBF BK A07013, (2007)
- <sup>7</sup> Fuentes Córdova H., “Hormigón visto en estructura: proceso constructivo y acabado final”, Tesina de grado, Escuela Politécnica del Litoral (Guayaquil), (2010)
- <sup>8</sup> Lohaus, L., Werner, M., Glaser, T., “International requirements for high quality exposed concrete”, FIB Symposium Prague, Session 2A-1 Concrete Technology, (2011)