Los ‘cuándo’, ‘por qué’ y ‘cómo’ de los defectos en el hormigón: hormigón visto arquitectónico



Panel (celda) de prueba en complejo penitenciario

En todo el mundo el hormigón arquitectónico se utiliza masivamente debido a sus cualidades estructurales, estéticas y económicas. Nuestro país no es ajeno 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. Sin embargo, en varias obras no se aprecia un acabado de calidad, presentando una apariencia poco uniforme. Por ello se hace una invitación estratégica a trabajar en conjunto entre el constructor, el arquitecto y el proveedor de hormigón elaborado. El primer paso para mejorar el aspecto superficial del hormigón será comprender las patologías que pueden presentarse para analizar a continuación cuáles son sus soluciones prácticas a fin de tener muy buenos resultados en obra.

El hormigón, en este caso, no tiene sólo un objetivo estructural sino que es una expresión estética. Edificaciones, obras civiles, monumentos y espacio público, consolidando la permanencia de un material de construcción que, como ningún otro, cuenta con innumerables propiedades de formas, texturas y colores.

El ACI define al hormigón arquitectónico como aquél 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 hormigón arquitectónico u hormigón visto de calidad es el más difícil de obtener, ya que deben tenerse en cuenta una cantidad muy importante de recaudos y además, de existir algún error, no admite prácticamente reparaciones. Todos los artículos referidos a fisuras y otros defectos del hormigón publicados en los números anteriores de HORMIGONAR son de aplicación indispensable para obtener hormigones vistos de calidad.

Si bien en el presente artículo no se hará mención a hormigones coloreados, las pautas de diseño y prácticas constructivas descriptas más adelante pueden extrapolarse al caso de hormigones blancos o coloreados, teniendo que tomar recaudos adicionales para lograr que los hormigones posean las tonalidades definidas en el proyecto, haciendo hincapié no sólo en aditivos colorantes sino también en el control de calidad de los materiales. Asimismo, hoy en día existen una gran cantidad de terminaciones que pueden obtenerse, como placas adheridas a encofrados o el trabajo sobre el hormigón una vez desencofrado, para lograr, por ejemplo, el hormigón con agregados expuestos por hidrolavado o mediante ataques ácidos.

Causas más frecuentes de inconvenientes con el hormigón visto

Los inconvenientes con el hormigón visto suelen aparecer cuando no se tienen en cuenta uno o más de los siguientes puntos:

Ms. ingeniero Maximiliano Segerer
Control y Desarrollo de Hormigones
www.cdhormigones.com.ar

- 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 de diseño desde la concepción misma de la estructura
- Se requiere criteriosn y requisitos constructivos especiales
- Deben definirse los criterios de aceptación que no figuran en reglamentos
- Es indispensable la reunión previa al comienzo de la obra entre todas las partes involucradas
- Es necesario contar con mano de obra capacitada y asignada a diferentes tareas
- Es recomendable realizar ensayos y paneles de prueba y muestras previas
- La superficie vista dependerá de una gran cantidad de factores, entre los que se destacan el diseño, la calidad de materiales, las técnicas de puesta en obra, los encofrados y el curado
- Se requiere planificar la protección y el mantenimiento de las estructuras de hormigón visto



Texturas y terminaciones adecuadas para hormigón visto.



Defectos de compactación y nidos de abeja



Falta de estanqueidad y fuga de lechada

Requisitos a tener en cuenta 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. Gracias a sus propiedades y variedades, el hormigón arquitectónico forma parte de las soluciones y expresiones contemporáneas más flexibles para la construcción de fachadas.

Desde el proyecto mismo de una obra debe considerarse que se empleará hormigón visto. En caso de poseer un diseño ya ejecutado y de que recién en ese momento se piense en trabajar con hormigón arquitectónico, muy probablemente no se obtengan los resultados deseados. 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 expuestos en función del ambiente de exposición
- Diseñar las estructuras con hormigones categoría H-25 o H-30 evitando emplear hormigones de baja resistencia debido a que contendrán bajos contenidos de cemento y serán más 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 desde el diseño limitando anchos a 0,2 mm
- Disminuir lo más posible las flechas en vigas y losas con valor de referencia admisible de luz / 400
- Distribuir y diseñar las juntas de contracción y/o dilatación en tabiques y otros elementos
- Planificación sistemática para integrar las juntas constructivas a los requisitos arquitectónicos
- El ancho y tipo de juntas debe ser determinado no sólo de las tensiones derivadas de cargas externas sino también de las originadas por deformaciones de fluencia, contracción y gradientes de temperatura
- En estructuras en contacto con el suelo o fundaciones garantizar que el agua no alterará la apariencia
- Diseño de encofrados para evitar deformaciones excesivas, tal como exigen los reglamentos



Formación de burbujas y rebabas con fuga de mortero



Fisuras por asentamiento plástico y juntas no previstas

Defectos más comunes en hormigones arquitectónicos

Para unificar la denominación de los defectos en superficies de hormigón y con la finalidad de ser objetivos en la valoración de su calidad, se presenta la definición de algunos de 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 tamaño máximo, consolidación inadecuada del hormigón (figura 1), especificación errónea de consistencia del hormigón, métodos de manipulación no satisfactorios, fuga de lechada por juntas no estancas (figura 3), 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 (figura 5), eflorescencias u otras contaminaciones. En caso de encofrados de madera, son normales y aceptadas las variaciones de colores locales "copiando" las

CLASES 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
Fuga de lechada		
Líneas entre capas		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
Líneas de acumulación de finos		
Decoloraciones y eflorescencias		
Irregularidades dejadas por tensores		
Transparencia del agregado	A	Superficie « 15 cm2
Descascaramientos	B	Superficie « 20 cm2
Medida sobre paneles testigo de 50 x 50 cm	C-D	Superficie « 25 cm2
Burbujas (encofrados no absorbentes)	A	Superficie « 15 cm2 (0,6%)
	B	Superficie « 22 cm2 (0,9%)
Superficie de burbujas entre 2 y 15 mm medida sobre paneles testigo de 50 x 50 cm	C-D	Superficie « 30 cm2 (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 « 0,4 mm
	A-B-C	Exposición al aire húmedo: ancho « 0,3 mm
Rebabas de mortero	A	a « 3 mm ; d « 5 mm
(d = proyección ; a = ancho)	B-C	a « 10 mm ; d « 5 mm
Desalineamiento (d = proyección)	D	a « 20 mm ; d « 10 mm
Defecto de modulación	A-B-C	No admisible
Juntas frías	A-B-C-D	No admisible

vetas de las maderas (figura 1), 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 (figura 4). 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, dejando a la vista el hueco previamente invisible

- Líneas entre capas: líneas horizontales o inclinadas presentes en la superficie del hormigón que indican el límite entre diferentes tiempos de colocación en una misma llenada sin llegar a ser juntas frías

- Fisuras por asentamiento plástico: fisuras superficiales debidas generalmente al reflejo de las armaduras (figura 5), considerándolas como defecto aquéllas que por su tamaño afecten la apariencia o brinden un aspecto inseguro a la estructura (ver artículo HORMIGONAR)

- Rebabas: proyección delgada y lineal de hormigón que se presenta entre los espacios y uniones de los paneles de »

1. DEFECTOS ADMISIBLES EN HORMIGONES ARQUITECTÓNICOS SEGÚN EXIGENCIAS O TIPOS DE HORMIGÓN VISTO

- 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 constructivos 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 de obras de arquitectura.
- 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, muros de sostenimiento, etc.
- Exigencias escasas - 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.

los encofrados cuando parte del mortero presente en la mezcla pasa a través de aquéllas (figura 4)

- Desalineamientos: cambio abrupto en la alineación o las dimensiones de los elementos de hormigón 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. Asimismo, deben estar siempre limpios de restos de hormigón y ser removidos en tiempos adecuados y sin generar esfuerzos excesivos
- Líneas de acumulación de finos: veteado en la superficie del hormigón donde el agregado fino queda expuesto debido a la exudación extrema a través del encofrado 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 pequeños, pero que se presentan en un lugar específico (figura 1)
- 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: debidas a una multiplicidad de causas, incluida la diferente textura de encofrados, la mala aplicación del desencofrante o causas intrínsecas del hormigón (ver artículo HORMIGONAR)
- Juntas frías: defecto no aceptable ocasionado cuando se colocan en un mismo elemento hormigones en estado fresco sobre otros que yan ha iniciado su fragüe inicial o están próximos al mismo (figura 5)

Criterios de aceptación propuestos y paneles de prueba

Para lograr un buen acabado del hormigón se deben emplear materiales, equipos, herramientas, mano de obra y procedimientos que permitan entregar una obra cuyos defectos se encuentren en los rangos de tolerancia establecidos. Para esto se debe tener un conocimiento profundo de las causas que originan estos defectos de forma que puedan enfocarse y reducirse a un mínimo.

El término de defecto denota un deterioro del hormigón visto en relación a su valor estético y su utilización arquitectónica. En función de un análisis de bibliografía especializada puede proponerse en la siguiente tabla, sirviendo ésta como guía para especificaciones, pudiendo ser más o menos estrictas en función de la obra, los siguientes defectos admisibles:

Para ampliar los conceptos vertidos y en casos de exigencias complementarias se recomienda la lectura de "Merkblatt Sichtbeton - Deutscher Beton-Verien (2004)". Las tolerancias 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 previamente aprobadas, pudiendo además incluir la simulación de reparaciones (figura 6). Estos paneles se emplearán no sólo como prueba piloto sino principalmente para definir los parámetros de aceptación y los procesos de manejo del hormigón. Este panel de prueba debe permanecer en obra hasta la finalización de la misma para poder realizar comparaciones de calidad mediante índices a determinar. Es recomendable que las especificaciones sean redactadas con la ayuda de los paneles de prueba y que los defectos aceptables estén plasmados por escrito.«

Los "cuándo, por qué y cómo" de los defectos en el hormigón: hormigón visto arquitectónico Segunda parte



Figura 2. Consolidación mediante golpes de martillos de goma y madera

Ms. Ing. Maximiliano Segerer
Control y Desarrollo de Hormigones
www.cdhormigones.com.ar

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. Consecuentemente, es una buena práctica que el personal que ejecute las diferentes actividades siempre sea el mismo y que su rol en la obra le sea asignado desde el comienzo.
Además de la multiplicidad de tips a tener en cuenta, y que se brindan en el presente artículo, deben considerarse los aspectos relacionados con el diseño de la estructura, ya enumerados en el número anterior de *Hormigonar*. Asimismo, 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.
El objetivo principal es minimizar los defectos a límites aceptables y plasmar el concepto de "repetitividad" en nuestras obras, que son dos parámetros clave para lograr un hormigón visto de calidad.

Especificación del hormigón elaborado

- Se recomienda el uso de hormigones de consistencia muy plástica y fluida, con asentamientos entre 13 y 18 cm,

Hormigon visto 2da parte HMG27.indd 10 9/18/12 12:45 PM

logrados con aditivos superfluidificantes, los cuales son indispensables en estos casos

- No es recomendable superar 20 cm de asentamiento. Deberán medirse los asentamientos de los hormigones colados para evitar sobrepasar este valor, ya que 'el ojo' muchas veces puede fallar
- Emplear contenidos de cemento de como mínimo 330-350 kg/m^3, ya que con contenidos menores a 300 kg/m^3 hay mayor probabilidad de ocurrencia de defectos
- El tamaño máximo de agregado debe ser de 12 a 19 mm y siempre compatible con las disposiciones de las armaduras y geometría de los elementos, siendo, como máximo, del 50% de 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 provocar decoloraciones
- Pueden solicitarse aditivos retardadores o reductores de agua incorporados en planta por la posibilidad de imprevistos o descargas lentas, principalmente en tiempo caluroso y 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 agua/cemento es muy elevada, el agua será más difícil de evacuar, apareciendo mayor cantidad de burbujas e incrementando el riesgo de fisuración por asentamiento plástico. Es recomendable emplear a/c menores a 0,55
- El contenido de arena no debe ser muy elevado, procurando componer granulometrías continuas
- Pueden tomarse muestras de cemento y agregados de diferentes partidas, principalmente los empleados en paneles de prueba, 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
- 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 de hormigonado
- Chequear que todo esté listo, preparado y aprobado antes de recibir el hormigón. Eso ayudará a evitar imprevistos
- En caso de demoras superiores a una hora, aunque no haya iniciado el fragüe del hormigón y no exista problema estructural la junta puede quedar marcada y desvalorizar por completo el hormigón visto
- 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
- Los medios de descarga y técnicas de puesta en obra deben ser tales para evitar juntas frías
- Se recomiendan vaciados de no mucho volumen en el día para evitar la aparición de juntas
- 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 batea de las bombas, debiendo verterlos siempre a un lado de la estructura. Al lograr el flujo de hormigón uniforme, recién comenzar la colocación

Armaduras

- El recubrimiento de las armaduras debe ser suficiente para evitar fisuras por asentamiento plástico o síntomas de corrosión, siendo indispensables recubrimientos de al menos 30 mm

»

Hormigon visto 2da parte HMG27.indd 11 9/18/12 12:45 PM

"El objetivo principal es minimizar los defectos a límites aceptables y plasmar el concepto de 'repetitividad' en nuestras obras, que son dos parámetros clave para lograr un hormigón visto de calidad"

- Emplear separadores que no queden visibles al desencofrar los elementos, como los plásticos. Por el contrario, no resulta 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 (con hidrolavadora, por ejemplo) las armaduras en caso de clima caluroso para evitar la pérdida de agua en las cercanías de las armaduras
- Es recomendable que las barras no posean salpicaduras de hormigón o mortero de otras llenadas, debiendo limpiarlas antes del encofrado de esos elementos para otras etapas de llenado

Agentes desmoldantes

- Utilizar desmoldantes comerciales recomendados y reconocidos o, en su defecto, aceites no solubles en agua (con experiencia previa), no debiendo emplear gasoil o aceites solubles en agua
- Los aceites o emulsiones solubles en agua tienden a no manifestar buenos resultados (figura 1), además de promover la aparición de óxidos superficiales
- Respecto a los desmoldantes como gasoil o aceites o lubricantes de maquinarias, además de los problemas ambientales de su utilización tienden a encapsular aire entre el tabique y el moldeo causando vacíos y burbujas. Las decoloraciones y manchas también son problemas frecuentes
- Evitar el exceso del producto desencofrante sobre las superficies de los encofrados garantizando la dosis recomendada por el fabricante ya sea para paneles de madera o metálicos
- 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 de las maderas ha sido saturada
- Es recomendable aplicar los desmoldantes con aspersión fina a mano y no con rodillos o con otro método que garantice la homogeneidad del mismo sin que queden acumulaciones excesivas (figura 3)
- 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, así como también el curado de superficies, ya que las variaciones de humedad incrementan variaciones de color (figura 4)
- Los encofrados de madera o machihembrados deben ser de la misma partida, con espesores y características análogos, para uniformar la absorción de agua
- Garantizar la limpieza de los encofrados, debiendo realizarla inmediatamente después de cada uso. Se deben colocar 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. No deben emplearse herramientas de limpieza que dañen la superficie o la textura de los encofrados (figura 5)



Figura 3 - Mala aplicación del desmoldante »

Hormigon visto 2da parte HMG27.indd 12 9/18/12 12:45 PM



Figura 1 - Encofrados incompatibles con hormigón visto

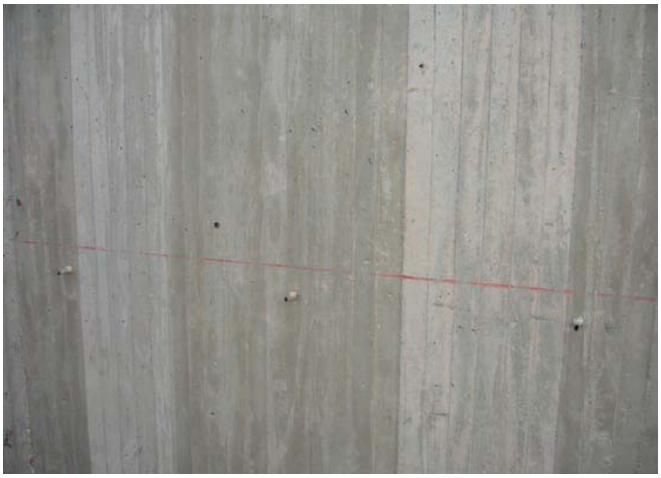

Figura 4 - Cambio de tonalidades por absorción diferencial de machimbre, sin defectos en clavos



Figura 5 - Copia de defectos del encofrado en la superficie del hormigón



Figura 6 - Defectos puntuales de superficies vistas

- Es recomendable establecer procedimientos escritos y listas de chequeo para todas estas tareas
- Se recomienda el almacenamiento en forma vertical para ganar espacio, tener menor riesgo de daños y permitir la circulación de aire para mantener constante la humedad, no debiendo exponerlos al sol o al agua directamente en ningún caso
- 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 pueden 'arruinar' los tabiques de hormigón visto de pisos inferiores, debiendo aplicar sellos especiales
- Tomar las medidas apropiadas en juntas horizontales y verticales del encofrado para sellarlas utilizando cintas u otro material estanco
- 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, y 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 los mismos tendrán los elementos de sostén y seguridad necesarios para no deformarse o desalinearse
- Deberán soportar las presiones ejercidas durante las tareas de 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 aparecer numerosas burbujas en superficie
- Antes del colado emplear compresores de aire o aspiradoras industriales en el área de colado como en los encofrados para »

Hormigon visto 2da parte HMG27.indd 14 9/18/12 12:46 PM

limpiarlas bien y eliminar elementos extraños, como escombros, hojas, etc.

- No deben existir 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 considerados 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 especial atención en bordes, esquinas, marcos de ventanas, 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 o de superficie; 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 que no superen los 70-90 cm para tabiques, vibrándolo hasta lograr su densidad máxima. El vibrador debe estar alejado al menos 5 cm de las caras vistas

- 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, así como también la última capa de hormigón

Desencofrado y curado

- El tiempo de desencofrado dependerá de las condiciones ambientales, pero para tabiques no son recomendables períodos mayores a 48 horas, limitando a 24 horas para encofrados metálicos

- Se recomienda unificar el tiempo de retiro de encofrados para todo el hormigón arquitectónico debido a que el tiempo de contacto entre el hormigón y el encofrado puede incidir en el color

- El desencofrado deberá realizarse con mucho cuidado para no dañar superficialmente el hormigón

- Evitar gradientes de temperatura durante las primeras edades, principalmente bruscas caídas durante las primeras horas o durante el desencofrado, 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 pueden afectar grandemente el color, debiendo lograr uniformar

- El método de curado que se emplee debe ser uniforme en toda la superficie y asegurar que no decolore el hormigón (como ciertas membranas de curado o incluso 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, en lo posible, debe extenderse al doble de un hormigón convencional

- Es muy desfavorable curar, dejar de curar y volver a curar, ya que puede cambiar la tonalidad

- La temperatura del agua de curado no debe ser más de 10° C más baja que la temperatura superficial del hormigón

- En tiempo frío, evitar ambientes muy cargados de dióxido de carbono y que los medios de calefacción estén direccionados o muy próximos a las superficies encofradas

- Es recomendable lavar el hormigón con hidrolavadora de media a alta presión, agua caliente o vapor presurizado. No usar ácidos u otro tipo de abrasivos. Lo ideal es que este tratamiento se lleve a cabo al final de la obra, cuando no exista suciedad o polvo para no repetir estos trabajos. «

Hormigon visto 2da parte HMG27.indd 16 9/18/12 12:46 PM