CONTROL DE CALIDAD EN OBRA: CONTROLES Y TAREAS PREVIAS AL HORMIGONADO



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

En este número comenzamos una nueva serie de artículos orientados a la realización de un control de calidad de forma ágil, práctica y segura. En el primero de la serie de 10 artículos describiremos cuáles son las tareas y controles previos a tener en cuenta antes de recibir el hormigón elaborado. De no tener en cuenta estos cuidados probablemente aparecerán problemas que se traducirán en mayor probabilidad de defectos y sus costos asociados, conflictos entre las partes involucradas y retraso en el avance de nuestras obras. Se describen 13 ítems con recomendaciones en formato *'check list'* que pueden servir como guía para la redacción de especificaciones técnicas o para la confección de procedimientos de inspección en todo tipo de obras civiles. Tomarse el tiempo para verificar todos estos aspectos redundará en ahorros de tiempo y económicos, debiendo ser estrictos en el cumplimiento de los requisitos. De no haber comprobado el *'OK'* de los requisitos se recomienda no autorizar el hormigonado hasta que aquéllos cumplan lo requerido.

1. Dimensiones, niveles y condiciones de los encofrados (figura 1)

- Los encofrados se deben limpiar, colocar, fijar y apuntalar adecuada y precisamente según las indicaciones del director de Obras y de la inspección. Es recomendable, para mejorar las terminaciones del hormigón y disminuir los costos de reparación, colocar desmoldantes a la cara interna del encofrado, lo cual también incrementará su vida útil y números de uso.

- La nivelación de los encofrados y moldes, tanto para elementos estructurales como para pisos y pavimentos, es de vital importancia para respetar los espesores de proyecto y evitar deformaciones excesivas en los elementos o elevar los consumos de hormigón.

- Las precauciones anteriores deben extremarse y hay que trabajar con desmoldantes específicos para el caso del hormigón visto arquitectónico *(Hormigonar 25 y 26).*

- Es importante humedecer los encofrados antes de la colocación del hormigón, fundamentalmente en condiciones de clima caluroso, para evitar que el

Tareas previas 27.indd 18 9/18/12 12:41 PM



Figura 1



Figura 2

encofrado absorbente de madera le 'robe' agua al hormigón o que el encofrado metálico expuesto al asoleamiento tienda a desecar la capa superficial del hormigón de recubrimiento. El resultado de no realizar esta tarea se traduce en un hormigón de recubrimiento débil, conocido como 'hormigón quemado'.

- Para losas alivianadas es indispensable humedecer los cerámicos, siendo recomendable realizarlo el día anterior y volver a mojarlos el día del colado, disminuyendo así el riesgo de fisuras por contracción plástica *(Hormigonar 17)*.

- En todo tipo de obra es recomendable evaluar diferentes alternativas de encofrados tradicionales de madera, encofrados industrializados metálicos o sistemas mixtos. Deben considerarse no sólo los costos de los sistemas sino también la mano de obra, la rapidez constructiva, la rotación de los mismos, la seguridad de obra, el espacio disponible para trabajar y el orden y la limpieza de obra, entre otros aspectos.

- También es importante diagramar las áreas de circulación durante las tareas de hormigonado y brindarles las medidas de seguridad adecuadas a los operarios que trabajen en altura.

2. Diámetros, separaciones, recubrimientos y estado superficial de las armaduras (figura 2)

- Debe asegurarse que los diámetros, separaciones y recubrimientos que figuran en los planos sean plasmados en la obra, lo que muchas veces no se cumple, debiendo inspeccionar los elementos una vez encofrados.

- Siempre debe verificarse antes del llenado que las barras se encuentren en su posición según planos y que las tareas normales durante el colado y el vibrado no muevan las armaduras de su posición original. Si se hormigona un elemento con las armaduras fuera de posición el defecto quedará 'oculto' a los ojos y podrá traer problemas considerables de seguridad estructural (no respetar los planos y memorias de cálculo) o mayor probabilidad de fisuras por asentamiento plástico *(Hormigonar 16)*.

- Los recubrimientos deben ser bien materializados en obra mediante separadores metálicos, plásticos o de mortero ('ravioles'), debiendo ser compatibles con los requisitos funcionales de la estructura.

- En el caso de fundaciones especiales o elementos que posean insertos o platinas deberá realizarse una adecuada nivelación y posicionamiento de los mismos para evitar la salida de su posición inicial o alineación durante las tareas de colado. »

Tareas previas 27.indd 19 9/18/12 12:41 PM



Figura 3



Figura 4

- El acero deberá estar limpio y libre de herrumbre suelto y de cualquier otra sustancia extraña (aceites, grasas o restos de morteros). Para acopios de acero que se encuentren con óxidos superficiales, si los mismos están bien adheridos y no superan más del 5% de la sección transversal de las barras no hay que tomar ninguna medida adicional. El ensayo se realiza cortando una barra, pesándola y cepillándola enérgicamente con cerdas metálicas, y en caso de que la pérdida de masa supere el 5% no pueden usarse.

- En el caso de pisos y pavimentos, barras de unión y pasadores deben estar en la posición que indican los planos y tratados según las especificaciones del proyecto (por ejemplo, con el habitual engrasado previo u otra rotura de adherencia).

3. Capacidad soporte en el caso de pisos y pavimentos

- Una de las principales causas de deterioro prematuro en pisos y pavimentos de hormigón es la falta de preparación y/o compactación de la base de apoyo. Debe realizarse siguiendo especificaciones particulares para cada caso, requiriendo en algunas ocasiones la sustitución del suelo del lugar, siendo muy relevante una compactación adecuada.

- La capacidad soporte de la base de apoyo debe ser acorde a las cargas previstas. Deben realizarse ensayos para determinar la aptitud o no de la base de apoyo antes del pedido de hormigón.

- Además de una adecuada compactación en valor absoluto es primordial que exista uniformidad en todo el pavimento, ya que de existir puntos de mayor o menor densidad pueden aparecer problemas locales. El material para la base de apoyo debe ser adecuadamente seleccionado (material granular, grava, arena, estabilizado, terreno del lugar, etc.) y uniformemente compactado, evitando que el mismo se presente como expansivo, susceptible a las heladas o al bombeo *(Hormigonar 24)*.

4. Estado de superficies en fundaciones, pisos y pavimentos

- En estructuras en contacto con el suelo es muy importante humedecer la subrasante (principalmente en condiciones de clima caluroso) para evitar que la misma absorba agua de composición del hormigón. Es recomendable humedecer abundantemente el día anterior al colado y antes del colado repasar para que esté húmedo pero no encharcado, ya que si existe exceso de humedad podría incrementarse el riesgo de alabeo de losas *(Hormigonar 22)*. »

Tareas previas 27.indd 20 9/18/12 12:41 PM



Figura 5

- Tal cual se destacó anteriormente, debe aprobarse la nivelación del terreno antes del colado.

- No debe colocarse el hormigón en subrasantes congeladas, debiendo eliminar el hielo antes del colado. Deben retirarse todos los escombros, hojas, barro, agua estancada, etc., antes del colado del hormigón.

- Cuando se emplean riegos de imprimación o se coloca el hormigón directamente sobre láminas de polietileno no es necesaria la humectación de la base de apoyo, aunque esta última técnica no es recomendable, ya que incrementa el riesgo de patologías *(Hormigonar 21 y 24)*.

5. Seguridad de apuntalamientos de encofrados y otros elementos de sostén (figura 3)

- Se debe exigir el diseño y cálculo de los encofrados y apuntalamientos teniendo en cuenta siempre la seguridad de los operarios. Asimismo, deberán posicionarse en obra los puntales y otros elementos de manera que aseguren la estabilidad de los elementos, minimizando así el riesgo de abertura de encofrados o caída de los mismos durante el colado, ya que involucra la seguridad de los operarios.

6. Disponibilidad suficiente en cantidad y calidad de materiales, equipos y mano de obra para la colocación, compactación, terminación de superficies, protección y curado continuos

- Hay que prever que la mano de obra se encuentre disponible a la llegada de los camiones a la obra y en lo posible no realizar recesos, y en caso de hacer una pausa (almuerzo, por ejemplo) comunicarlo a la planta con suficiente antelación. Los períodos de descanso no pueden nunca coincidir con los tiempos de hormigonado. En caso de no poseer una cuadrilla de un adecuado número de operarios, esto resultará en demoras en la descarga del hormigón y en potenciales problemas con la calidad del mismo.

- Se deberá verificar la existencia y buen funcionamiento de los equipos de compactación del hormigón, tanto de los vibradores como de las instalaciones eléctricas. Es recomendable contar siempre con un vibrador de inmersión de repuesto, ya que son equipos de rotura bastante habitual en obra.

- Antes de comenzar el hormigonado se deberá verificar la existencia de todos los medios para proteger en estado fresco y curar el hormigón recién colado. Estas técnicas tienden a prevenir problemas como fisuras y otros daños del hormigón endurecido que pueden disminuir la vida útil de las estructuras. No sería admisible esperar a comenzar a colar al hormigón para que estos equipos lleguen a obra.

- Otros elementos específicos exigibles para pavimentos son: reglas, fratachos, sierras y discos de corte para juntas y otras herramientas, y para el caso de pisos industriales deben sumarse endurecedores superficiales en cantidad suficiente y equipos para el llaneado del mismo.

7. Medidas especiales en condiciones climáticas adversas o para hormigonado nocturno (figura 4)

Tareas previas 27.indd 22 9/18/12 12:42 PM



Figura 6

- Cuando existan condiciones de tiempo frío o tiempo caluroso deberá contarse en obra con las medidas especiales para la colocación, protección y curado del hormigón en esas condiciones antes de la recepción del hormigón elaborado en obra.

- El hormigonado al aire libre será detenido cuando llueva fuertemente y cause charcos en el hormigón, salvo que se improvise alguna cubierta impermeable.

- En el caso de hormigonado nocturno, deberán tomarse medidas de seguridad adicionales y contar con la iluminación suficiente para el normal desarrollo de las tareas.

8. Disponibilidad de elementos de ensayo y de moldes de probetas según el volumen de hormigón

- Es indispensable contar con los elementos de ensayo antes de confirmar el pedido de hormigón elaborado. Muchas veces se acepta que "el camión viene con los moldes", pero si no fuese así no se podrá controlar eficientemente el hormigón.

- Dependiendo de las necesidades de la obra, el volumen de hormigón, el nivel de control y las especificaciones deberán exigirse los elementos para ensayos, incluidos moldes de probetas, en cantidad suficiente antes de hormigonar. En otro artículo de la serie "Control de calidad " se brindarán disposiciones prácticas de qué y cuántos elementos de ensayo se debe disponer en función de la obra.

9. Condiciones de higiene y seguridad en las tareas de hormigonado (figura 5)

- Todos los operarios deben contar con elementos de seguridad adecuados, siendo de extrema importancia la capacitación para evitar todo tipo de riesgos. Debe cumplirse con la legislación vigente en materia de H & S en la industria de la construcción.

- Respecto a las bombas, deben tenerse en cuenta potenciales problemas con bombas y líneas de alta y media tensión para evitar que las plumas de las mismas pasen cerca de las líneas, ya que podría traer aparejada la electrocución del bombista. Al circular bajo bombas o cintas transportadoras deben utilizarse los EPP que correspondan.

- Todas las medidas de seguridad y elementos de protección personal no sólo son aplicables a los operarios de obra sino también deben ser exigidos en obra a los mixeros y bombistas.

10. Permisos y señalización para trabajos en la vía pública (figura 5)

- Al trabajar en la vía pública debe señalizarse adecuadamente la zona de estacionamiento de bombas y de entrada, maniobra y salida de camiones de acuerdo a la legislación aplicable en la jurisdicción donde ubique la obra.

- Además, en varias ciudades es indispensable contar con la autorización previa de la municipalidad.

11. Seguridad suficiente para el acceso de camiones y bombas a la obra (figura 6)

»

Tareas previas 27.indd 23 9/18/12 12:42 PM

- Entre otros aspectos, dentro de la obra y en sus accesos para camiones debe tenerse en cuenta:
- Qué no esté demasiado húmedo el terreno (riesgo de enterrarse)
- Caminos seguros y con pendientes acordes para la maniobra de camiones
- Estabilidad de taludes en excavaciones y bien señalizadas en zonas próximas a circulación
- Puentes de entrada adecuados (entre 25 y 35 toneladas pesa un mixer)
- Zonas liberadas para el despliegue de las bombas y entrada de mixers (gálibos, árboles, etc.)

12. Volúmen cubicado con precisión y un adecuado pedido del H E

- Debe estimarse correctamente la cantidad necesaria a hormigonar y tener siempre en cuenta pérdidas de encofrados, irregularidad en fundaciones, sobre-espesores, volumen sobrante en la bomba, etc. No deben emplearse 'recetas' como X m^3/m^2 de losa ni cubicarse estrictamente en base a las dimensiones de planos con programas informáticos sin realizar observaciones en obra antes de hormigonar.
- Habrá necesidad de una cantidad ligeramente mayor a la que se mide o 'cúbica' geométricamente:
- 2 a 3% más en caso de elementos encofrados muy bien definidos
- 3 a 5% más para la generalidad de casos
- 5 a 10% en caso de fundaciones o sub-bases irregulares
- En caso de irregularidades muy importantes es difícil la determinación
- La cantidad mínima de pedido según IRAM 1666 es 1,0 m^3 y la fracción menor es 0,5 m^3 tanto para el pedido inicial como para el 'corte'.
- El 'corte' debe ser solicitado con una antelación suficiente debido a que si se espera a descargar todo el volumen despachado y recién pedirlo:
- Posibilidad de aparición de juntas frías, ya que desde que se solicita, se carga en planta, viaja a obra y se descarga pasarán al menos 1 ó 2 horas.
- Dificultades en la logística y previsión del proveedor de hormigón elaborado para otras obras.
- El pedido de hormigón elaborado debe realizarse en base a las necesidades de la estructura, condiciones de colocación y manipuleo y según las especificaciones y planos de los elementos.
- Cliente, datos y dirección de la obra y tipos de elemento a hormigonar.
- Características del servicio, como día y hora, necesidad de bomba, cinta u otro servicio, etc.
- Capacidad de descarga en obra (X m^3/hora, un camión cada Y minutos o Z horas para el trabajo).
- Características del hormigón (categoría resistente, asentamiento, edad de diseño, tamaño máximo de agregados, aditivos a incorporar en planta o a proveer en obra, etc.).

13. Contar con las aprobaciones previas de inspectores o supervisores de obra

- En función del tipo de obra, bien sea pública o privada, en muchos casos son exigibles inspecciones previas de la supervisión de obra antes del colado del hormigón. Las mismas tienen como objeto verificar varios de los aspectos mencionados anteriormente, pero por profesionales ajenos al constructor. «

Tareas previas 27.indd 24 9/18/12 12:42 PM