



ESPECIFICACIONES GENERALES DE HORMIGÓN

ESPECIFICACIÓN N° 58-0423

ESPECIFICACIONES GENERALES DE HORMIGÓN

58-0423

(Reemplaza a la especificación 58-0195)

1. GENERALIDADES

Aquellas materias que no estén contempladas en éstas Especificaciones, serán resueltas según los procedimientos indicados en los siguientes documentos:

- a) Normas chilenas del Instituto Nacional de Normalización, en adelante INN:
- NCh 148 Of. 1968: Cemento - Terminología, clasificación y especificaciones generales.
 - NCh 160 Of. 1969: Cemento - Agregado tipo A para uso en cemento - Especificaciones.
 - NCh 161 Of. 1969: Cementos - Puzolana para uso en cementos - Especificaciones.
 - NCh 162 Of. 1977: Cemento - Extracción de Muestras.
 - NCh 163 Of. 1979: Áridos para morteros y hormigones - Requisitos generales.
 - NCh 164 Of. 1976: Áridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras
 - NCh 170 Of. 1985: Hormigón - Requisitos generales.
 - NCh 171 Of. 1975: Hormigón - Extracción de muestras del hormigón.
 - NCh 203 Of. 2006: Acero para uso estructural - Requisitos.
 - NCh 204 Of. 2006: Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
 - NCh 206 Of. 1956: Acero laminado en barras para pernos corrientes.
 - NCh 211 Of. 1970: Barras con resaltes en obras de hormigón armado.
 - NCh 218 Of. 1977: Acero - Mallas de alta resistencia para hormigón armado - Especificaciones.
 - NCh 219 Of. 1977: Construcción - Mallas de acero de alta resistencia. Condiciones de uso en el hormigón armado.
 - NCh 227 Of. 1962: Alambres de acero para usos generales - Especificaciones.
 - NCh 409/1 Of. 2005: Agua potable - Parte 1 - Requisitos.
 - NCh 430 Of. 1961: Hormigón armado - II Parte.
 - NCh 434 Of. 1970: Barras de acero de alta resistencia en obras de hormigón armado.
 - NCh 1017 Of. 1975: Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.

- NCh 1019 Of. 2009: Construcción - Hormigón - Determinación de la docilidad - Método del asentamiento del cono de Abrams.
 - NCh 1037 Of. 1977: Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
 - NCh 1498 Of. 1982: Hormigón - Agua de Amasado - Requisitos.
- b) Standards del American Concrete Institute (ACI):
- ACI 117: Standard Tolerances for Concrete Construction and Materials.
 - ACI 301: Specification for Structural Concrete for Buildings.
 - ACI 315: Details and Detailing of Concrete Reinforcement.
 - ACI 318: Building Code Requirements for Structural Concrete.
 - ACI 347: Guide to Formwork for Concrete.
 - ACI SP-2: Manual of Concrete Inspection.
- c) Standards del American Society for Testing and Materials (ASTM)
- d) Standards del American National Standard Institute (ANSI)
- e) Manual del Hormigón del Bureau of Reclamation (8ª edición)

Si existen contradicciones entre estos documentos, la Inspección Técnica de Obra, en adelante ITO (personal encargado de supervisar las labores de construcción del proyecto), decidirá en beneficio de la obra el que se aplicará. En todo caso, estas Especificaciones primarán sobre los documentos arriba mencionados, en materias que aquí son tratadas.

2. MOLDAJE

Los tableros para los moldajes y podrán ser de madera, acero u otro material que apruebe la ITO deberán tener las dimensiones, ubicaciones y niveles que figuran en los planos, serán lo suficientemente resistentes para aceptar las presiones ejercidas por el hormigón y afianzados para evitar deformaciones, especialmente durante la colocación.

Cuando los tableros sean de madera se estructurarán y apuntalarán con pino de 2x3" y serán reforzados en su apuntalamiento con piezas de 3x3".

Las caras interiores deberán ser lisas y estancas de tal manera que aseguren una buena terminación y eviten la pérdida de lechada. Cuando la terminación sea de hormigón a la vista y se utilice madera, ésta será machihembrada y revestida con cholgüán pegado y afianzado con puntas.

Para evitar la adherencia del hormigón al moldaje, se cubrirán las superficies interiores con desmoldante, aprobado por la ITO, y finalmente antes de colocar el hormigón se verificará que estén totalmente limpios y libres de polvo.

Se tendrá especial cuidado de no impregnar las armaduras y/o cables con desmoldante.

Cabe destacar que el diseño, construcción, erección y mantención de todos los encofrados para el hormigón, incluyendo arriostramientos y apuntalamiento se hará de acuerdo con ACI 301 y 347 y su correcta ejecución es de exclusiva responsabilidad del Contratista.

Los moldajes deberán cumplir además, con las tolerancias exigidas en los párrafos siguientes, y no se permitirán desviaciones graduales de las alineaciones y cotas establecidas en los planos, más allá de los siguientes límites:

- Desaplome de superficies o aristas : 1.0 cm
- Desviaciones de la cota vertical (elevación) : 1.0 cm
- Irregularidades bruscas en juntas de moldajes : 0.3 cm

Las tolerancias en las dimensiones de los elementos o en otros aspectos, distintos a los ya mencionados, se regirán por la Norma ACI 117.

Los moldes colocados en unidades contiguas para superficies continuas se dispondrán correctamente alineados para asegurar una superficie total, lisa y libre de irregularidades.

Las amarras de los moldes serán de un tipo aprobado por la ITO y de longitud ajustable.

Todas las cavidades producidas por el retiro de amarras metálicas deberán llenarse con mortero de cemento de la misma dosificación utilizada en el hormigón colocado y la superficie se rematará en forma suave y uniforme. Ningún dispositivo de acero usado dentro de los moldes debe quedar a menos de 0.5 cm de la superficie exterior de concreto. No se permitirá amarras de alambres.

En todo caso, los dispositivos de amarre utilizados y los procedimientos a usar para su colocación y/o retiro, deberán ser previamente aprobados por la ITO.

En todas las esquinas expuestas, tanto horizontales como verticales, se generarán chaflanes, (biseles o matacantos) de 2 cm de arista.

Los encofrados serán construidos de modo que puedan ser retirados sin requerir palanqueo o golpes contra el hormigón construido y de modo que los costados puedan ser retirados sin perturbarlos. Para este fin las superficies de los moldajes en contacto con el hormigón deberán llevar desmoldante previamente aprobado por la ITO y su aplicación se hará de acuerdo a recomendaciones del fabricante. Para las caras de hormigón a la vista se cuidará que los productos utilizados no manchen la superficie del hormigón terminado.

Los encofrados de los muros del edificio de control deberán fabricarse acorde con el diseño de arquitectura y asegurar la rectilineidad de la cantería.

3. ARMADURAS

3.1 GENERALIDADES

Las barras de acero de refuerzo para hormigón armado serán del tipo con resaltes, y deberán cumplir con las prescripciones de las normas NCh 204 Of. 2006 y NCh 211 Of. 1970, y las otras mencionadas al comienzo del presente documento.

La calidad de las barras de acero, será la indicada en los planos para cada obra en particular. Si la calidad de las barras no apareciese definida en los planos, será obligación del Contratista consultar sobre esta materia.

El acero de refuerzo deberá entregarse limpio, libre de herrumbre u otros materiales que perjudiquen su adherencia al hormigón.

Las barras de acero se entregarán rectas, libres de torceduras, dobleces e irregularidades extrañas. Deberán cumplir con las tolerancias admisibles indicadas en la norma ACI 117.

En términos generales, el almacenamiento del acero de refuerzo se hará evitando el contacto directo con el suelo, sobre la superficie del terreno apoyado sobre largueros u otros soportes, y será protegido de daños y deterioro superficial que puedan perjudicar sus cualidades.

Las amarras de armaduras se realizarán con alambre negro recocado calibre N° 18, el que deberá cumplir con las prescripciones de la norma NCh 227 Of. 1962. Se debe tener en cuenta que las amarras deben dirigirse hacia adentro y no tener contacto con el moldaje, para evitar que a futuro se produzca oxidación en el alambre y manchas en el hormigón.

3.2 ALMACENAMIENTO

En zonas lluviosas, de bajas temperaturas o de ambientes contaminantes se deberá disponer de almacenes bajo techo para los aceros y así evitar que se oxiden prematuramente y no deben quedar en contacto directo con el suelo.

En tiempo normal se podrá almacenar el acero a la intemperie, situación que se definirá conocido el proyecto y el lugar de la materialización.

3.3 DOBLADO

Las armaduras se cortarán y doblarán de acuerdo a los planos generales y de detalle de las armaduras, además de la lista de tipos de fierro.

Los aceros se doblarán en frío, no podrán ser estirados y vueltos a doblar sin previa autorización de la ITO.

El doblado de barras deberá hacerse sobre un nervio longitudinal y se llevará a cabo alrededor de clavijas de un diámetro no inferior a lo exigido por las normas NCh 430 Of. 1691y NCh 434 Of. 1970.

3.4 COLOCACIÓN

Antes de proceder a la colocación de la armadura de refuerzo se debe verificar que ésta esté libre de óxido suelto, de escamas de laminación, de aceite y de cualquiera otra sustancia que pueda reducir o destruir la adherencia entre el acero y el hormigón.

La posición de las armaduras será la indicada en los planos. Cualquier cambio de posición o de diámetro que desee realizar el Contratista tendrá que ser aprobado a través del libro de obras por la ITO.

Deberán fijarse mediante alambre de acero recocado doble y bloques de mortero, con el fin de asegurar su posición durante la etapa del hormigonado.

Se evitarán los empalmes de las barras, salvo con autorización expresa de la ITO, en cuyo caso se hará de acuerdo a las normas del INN. Queda descartado totalmente efectuar empalmes soldados.

Las armaduras se colocarán de tal forma que permitan un recubrimiento con hormigón de 45 ± 5 mm y la variación de las armaduras respecto de su ubicación no será más de 20 mm.

El hormigón deberá ser colocado después que la armadura de refuerzo haya sido revisada y aprobada por la ITO, para lo cual el Contratista solicitará oportunamente esta recepción.

3.5 RIGIDIZACIÓN

Previo a la colocación del hormigón, la ITO verificará el sistema de rigidización de las armaduras y podrá pedir la instalación de elementos adicionales que garanticen que ésta no sufrirá desplazamientos durante la faena.

Se dispondrá de personal especializado durante el hormigonado para reparar cualquier desperfecto que sufran las armaduras.

Al momento de hormigonar, las armaduras deberán estar limpias de óxido, desmoldantes, lechadas y en general, de cualquier material que impida la adherencia del hormigón. Igualmente, se limpiará el mortero o lechada fresca que salpique los fierros si se seca antes de quedar embebido en el hormigón.

3.6 RECUBRIMIENTO

Con el objeto de respetar estrictamente los recubrimientos indicados en los planos, se colocarán separadores entre las armaduras y el moldaje, al menos cada 1.5 m. Estos separadores serán cubos de mortero de proporción 1:3 (cemento / arena), de 4 cm de alto, 4 cm de ancho y un espesor de acuerdo al recubrimiento requerido, y llevarán embebido un alambre que permita amarrarlos a las armaduras. También podrán utilizarse separadores plásticos estándar, previamente aprobados por la ITO.

El recubrimiento del hormigón será el indicado en los planos del proyecto.

3.7 EMPALMES

Para los empalmes de barras se respetará estrictamente las longitudes y ubicaciones indicadas en los planos correspondientes. No se permitirá empalmes de barras en posiciones diferentes, salvo autorización expresa por parte de la ITO, en cuyo caso se hará de acuerdo a las normas NCh 434 Of. 1970 y NCh 211 Of. 1970. Queda totalmente descartado efectuar empalmes soldados. En todo caso, la longitud de empalmes deberá cumplir con la Norma ACI 318, y lo indicado en los planos.

Los empalmes de barras serán materializados colocando las barras a empalmar en contacto y amarrándolas con alambre a lo largo de toda la longitud del empalme.

3.8 PERNOS DE ANCLAJE

Cuando corresponda dejar inserto pernos de anclaje en el hormigón, se usarán plantillas metálicas, las que se fabricarán una vez verificado las dimensiones de la base del poste en terreno. Se fijarán en forma independiente a la enfierradura, de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.

Los pernos de anclaje serán de acero de calidad SAE 1020 o ASTM A36.

El hilo será UNC (según norma ANSI B 1.1) y llevarán una golilla de presión o plana, tuerca y contratuerca, salvo indicación contraria en los Planos del Proyecto.

La ITO deberá revisar y aprobar topográficamente la ubicación de los elementos empotrados y pasadas para cañerías, ductos, etc., antes del vaciado del hormigón, debiendo verificar con los planos de equipos, estructuras, y otros, la correcta disposición de estos elementos.

3.9 INSERTOS

Los insertos serán de acero de calidad A270ES o su equivalente según su antigua designación (A42-27ES) de acuerdo a la norma NCh 203 Of. 2006 o ASTM A36.

La fabricación de los insertos cumplirá con lo indicado en el documento “Especificaciones Generales para Fabricación de Estructuras Galvanizadas”.

4. HORMIGON

4.1 COMPOSICIÓN

El hormigón estará compuesto por cemento, agua limpia, agregados pétreos y aditivos cuando la faena lo requiera. El agua del hormigón será la mínima necesaria para producir una mezcla trabajable de acuerdo a las características de la faena.

La calidad del hormigón será la indicada en los planos, estipulándose en éstos, las resistencias mínimas requeridas a edades determinadas.

Las dosificaciones que permitan alcanzar las resistencias pedidas, serán refrendadas por un laboratorio, bajo la responsabilidad del Contratista y aprobadas por la ITO. Esta aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad, sobre los resultados finales.

Se deberá estudiar nuevas dosificaciones cuando cambien las características de los agregados pétreos, del cemento, de la obra o cuando la ITO lo juzgue necesario.

Se acepta el uso de hormigón de planta transportado en camiones mezcladores.

4.1.1 CEMENTO

Se utilizará cemento Portland puzolánico corriente, de fabricación normal en el país, el que deberá cumplir con las prescripciones de las normas NCh 148 Of. 1968, NCh 160 Of. 1969 y NCh 161 Of. 1969, y las otras mencionadas en ítem 1 presente documento.

El cemento deberá almacenarse en bodegas y se tomarán las siguientes precauciones al ordenar las bolsas:

- Las pilas no tendrán una altura superior a 12 bolsas.
- Se dejará un espacio para la circulación del aire entre las bolsas, entre el piso y las paredes exteriores de la bodega.
- El recinto de almacenamiento será cerrado, ventilado, con techo impermeable y con un piso de tabla seco, separado del terreno.

- Cualquier saco de una edad superior a dos meses o que se haya humedecido, no podrá ser usado y se retirará de la obra.
- El ordenamiento se hará de tal forma que permita ir retirando las bolsas ya apiladas antes de las que vengán llegando.

4.1.2 AGUA

El agua que se utilice en la confección de hormigones deberá ser de condición potable y cumplir los requerimientos de la norma NCh 1498 Of. 1982.

Los depósitos de almacenamiento del agua deberán ser cerrados y de materiales tales que impidan el deterioro de la calidad del agua.

4.1.3 ÁRIDOS

Los áridos para hormigones (arena, gravilla y grava) deberán cumplir con los requerimientos de la norma NCh 163 Of. 1979 y además deberán contar con la aprobación por parte de la ITO, pudiendo esta tener la facultad de exigir cualquier tipo de ensayo de calidad indicado en la norma antes mencionada.

Asimismo, las tomas de muestra de los áridos se deberán realizar en presencia de la ITO, de acuerdo al procedimiento indicado en la norma NCh 164 Of. 1976.

Será necesario separar los áridos en varias categorías de granos, de modo de obtener una curva granulométrica total, similar a la ideal establecida en la dosificación. Además, se debe considerar que el tamaño máximo del árido grueso que se utilizará será de 40 mm para hormigones en masa (como fundaciones de equipos y radieres) y de 20 mm para muros.

Como recomendación general, se debe tener en cuenta que, al acopiar el material es necesario evitar su segregación, igualmente durante su transporte. Del mismo modo, deberá evitarse la mezcla de los materiales entre sí y su contaminación con materiales extraños.

Cabe destacar que, al momento de incorporar los áridos al hormigón, estos deben estar completamente limpios y libres de impurezas.

4.1.4 ADITIVOS

El uso de aditivos deberá indicarse en los planos o definirse en terreno, cuando se requiera. En caso que el Contratista proponga el uso de aditivos, éste deberá presentar con 30 días corridos de anticipación, las características y efectos del producto que desea emplear.

Los aditivos (retardadores o aceleradores de fraguado, plastificantes, expansores, endurecedores, etc.), deberán ser verificados previamente en muestras realizadas para este efecto por el Contratista de construcción de la obra y ser sometido a aprobación de la ITO Asimismo, la ITO tendrá la facultad de exigir cualquier ensayo de hormigón, con los aditivos utilizados, aún cuando estos sean conocidos comercialmente.

Los aditivos que se usen, serán de marca y proveedor reconocido. Se aplicarán y almacenarán de acuerdo a las especificaciones del fabricante del producto.

4.2 DOSIFICACION

La ITO aprobará la proporción de los componentes de cada tipo de hormigón que se utilice.

El Contratista deberá respaldar las dosificaciones presentadas, mediante mezclas de prueba efectuadas en un laboratorio, aprobado por la ITO. La toma de muestras, frecuencia de muestreo, curado de probetas y método de ensayo deberán efectuarse de acuerdo a las normas NCh 170 Of. 1985, NCh 171 Of. 1975, NCh 1017 Of. 1975 y NCh 1037 Of. 1977.

Con una mezcla de prueba deberán confeccionarse cinco cubos de 0,20 x 0,20 x 0,20 m de arista, para ser ensayados dos a siete (7) días y tres a veintiocho (28) días.

Con las mezclas de prueba deberán obtenerse una resistencia media dada por la siguiente expresión:

$$R1 = 1,34 R_p$$

Siendo,

R1= Resistencia media de la mezcla de laboratorio a la edad de 28 días.

R_p= Resistencia mínima especificada en el proyecto a 28 días.

Las dosificaciones en peso propuestas por el Contratista, deberán ser sometidas a la aprobación de la ITO con la suficiente anticipación, de tal manera de tener resultados de resistencia a veintiocho (28) días.

En faena se dosificará en peso todos los materiales que componen el hormigón de cada una de las tongadas, solamente se permitirá la medida del agua en volumen mediante un método aprobado por la ITO.

La precisión de las balanzas de la faena será ± 2 % del peso de cada tipo de árido.

La ITO verificará periódicamente los equipos para pesar, para lo cual el Contratista deberá contar con los elementos adecuados (pesas calibradas).

El hormigón debe tener la trabajabilidad y consistencia que requiera cada tipo de fundación, en todo caso, el hormigón deberá tener un asentamiento medido en el cono de Abrahams, comprendido entre 3 y 7 centímetros.

Se acepta el hormigón preparado en planta, debiendo el Contratista presentar de todas maneras el certificado de dosificación extendido por un laboratorio.

Será responsabilidad del Contratista cumplir con la dosificación adecuada para obtener la resistencia especificada. Para este efecto deberá ser asesorado por un Laboratorio de experiencia reconocida y autorizado por la ITO. La aprobación de las muestras de hormigón, por parte de la ITO, no exime al Contratista de su responsabilidad sobre los resultados finales.

Además, se deberá estudiar nuevas dosificaciones cuando cambien las características de los agregados pétreos, del cemento, de la obra o cuando la ITO lo juzgue necesario. Además, se acepta el uso de hormigón de planta transportado en camiones mezcladores, sin embargo, el Contratista deberá presentar de todas maneras el certificado de dosificación, extendido por un laboratorio

4.3 AMASADO DEL HORMIGON

Cuando el mezclado del hormigón se realice in situ, se hará mediante el uso de una mezcladora, cuyas características serán entregadas por el Contratista. Este equipo deberá contar con la aprobación de la ITO.

El tipo de mezcladora y su estado deberán asegurar que una vez terminado el tiempo de mezclado, todos los componentes del hormigón se encuentren homogéneamente distribuidos en la masa.

No se deberá sobrecargar la amasadora, ni funcionar a velocidad mayor que la recomendada por el fabricante.

El orden en que se introducirán los materiales será el siguiente:

- A la mezcladora vacía se introducirá el 10 % de agua
- Agregue simultáneamente el cemento, árido y el 80 % del agua
- El resto (10%) del agua para permitir correcciones.

El tiempo de amasado será el necesario para producir una mezcla homogénea, no obstante en ningún caso podrá ser inferior a:

$$t_m \text{ (en minutos)} = 1 + 1/3 V \text{ (m}^3\text{)}$$

Siendo,

t_m = tiempo mínimo de amasado para una betonera de capacidad V de hormigón compactado.

Se podrá usar camiones mezcladores u otros sistemas, previa autorización de la ITO.

4.4 CONSISTENCIA

Se utilizará como medida de la trabajabilidad del hormigón el ensayo del cono de Abrahams según la norma NCh 1019 Of. 2009.

No podrán efectuarse agregados de agua superiores a 5 litros por m³ de hormigón para corregir variaciones en la trabajabilidad. Esta corrección sólo podrá efectuarse en la mezcladora, quedando absolutamente prohibido agregar agua en cualquiera otra etapa del proceso.

4.5 TRANSPORTE

Deberá transportarse el hormigón a su lugar de colocación en la forma lo más rápida posible y con un método tal, que impida su segregación.

No se permitirá transportar el hormigón en carretilla más allá de los 50 m.

4.6 COLOCACION

Previo a la colocación del hormigón, la ITO verificará el sistema de rigidización de las armaduras, y podrá solicitar la instalación de elementos adicionales que garanticen que ésta no sufrirá desplazamientos durante la faena de hormigonado.

Además, antes de colocar el hormigón, el Contratista solicitará la recepción de los moldajes a la ITO y solo una vez que ésta los reciba conforme, el Contratista podrá solicitar el hormigón a la planta o iniciar el hormigonado, en caso que la faena se realice directamente en terreno.

Del mismo modo, previo a la colocación del hormigón, deberá estar dispuesto y fraguado el emplantillado y estar absolutamente limpio de barro, aserrín, material suelto o cualquier elemento extraño. El hormigonado se realizará en seco, por lo cual el Contratista deberá tener el equipo de agotamiento adecuado si existieran napas, el que deberá ser sometido a la aprobación de la ITO.

La faena de hormigonado deberá cumplir con la Norma NCh 170 Of. 1985 y deberá ser aprobada por la ITO.

La ITO deberá aprobar la iniciación de la colocación del hormigón. No se podrá comenzar a hormigonar sin la presencia de la ITO, de lo contrario podrá hacer retirar el hormigón que se haya colocado.

El hormigonado se realizará en seco, por lo que el Contratista deberá contar con un equipo de agotamiento en caso que existiera napa freática. El equipo deberá ser aprobado por la ITO.

No se debe colocar hormigones que hayan fraguado o hayan sido contaminados con materias extrañas.

De acuerdo a la normativa vigente, no se debe adicionar agua a la mezcla de hormigón después de que ha sido descargada al camión mixer.

Para evitar la segregación del hormigón, éste se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final, evitando someterlos a cualquier operación que sea causa de segregación. No se aceptará sistemas de transporte que consulten la circulación del hormigón dentro de los encofrados a través de espacios superiores a un metro. Las canaletas que se empleen deberán ser de metal o cubiertas de metal, de sección semicircular, lisas y sin irregularidades.

El hormigón se deberá colocar en capas horizontales de no más de 40 cm de espesor, salvo autorización expresa por parte de la ITO. Cada capa deberá ser colocada y compactada antes de que la anterior haya iniciado su fraguado, incluyéndola en el vibrado, para evitar daños al hormigón fresco y evitar la aparición de juntas frías.

No se permitirá dejar caer libremente el hormigón desde alturas superiores a 1,50 m. Para hormigonados que sobrepasen esta altura se usarán embudos, mangas, canaletas o ventanas dejadas en los moldajes para impedir la segregación.

El hormigón de las superficies inclinadas comenzará a ser colocado desde el punto más bajo.

El hormigón será, en cuanto sea posible, continuo entre una junta de construcción y la siguiente. Si por cualquiera razón, como falla mecánica, esto no fuera posible, deberá tenerse a mano el equipo de emergencia necesario para completar la faena de hormigonado hasta una junta de construcción intermedia, la que deberá ser definida en ese momento de común acuerdo con la ITO. En todo caso, las juntas de construcción intermedias serán verticales u horizontales según corresponda.

La faena se realizará en forma continua, pudiendo la ITO postergar el inicio, si a su juicio la jornada no es lo suficientemente extensa para lograr completar el hormigonado, evitándose principalmente, que se produzcan juntas de hormigón imprevistas (pegas frías). Si se produjera ésto, deberán ser tratadas como tal, según lo especificado en el párrafo 16 de estas Especificaciones.

La ITO tendrá la facultad de detener el proceso de hormigonado por motivos de clima, desplazamiento de enfierradura o moldajes, fugas de lechada o cualquier otra razón que, a su juicio, perjudique la calidad del hormigón.

El transporte del hormigón a su lugar de colocación, deberá realizarse lo más rápido posible, de modo de evitar su segregación. Además, no se permitirá transportar el hormigón en carretilla, más allá de los 50 metros.

Si el hormigón es transportado desde una planta por camiones mezcladores, tendrá un máximo de dos horas para colocarlo, incluyendo el tiempo de transporte, siempre y cuando el laboratorio asegure que no sufrirá deterioro en su calidad. Esta situación podría modificarse en caso que se utilice algún aditivo.

La ITO indicará el lugar exacto de la obra donde deben ser acopiados todos los materiales que no sean utilizados directamente en fundaciones ni obras civiles.

4.7 COMPACTACION

La compactación se iniciará sólo cuando esté colocada toda la capa horizontal del hormigón.

Se efectuará la compactación exclusivamente mediante vibradores de inmersión eléctricos o neumáticos que deberán ser aprobados por la ITO.

Se considera adecuado para este tipo de faena un vibrador de las siguientes características:

- Diámetro de la sonda : 2"
- Frecuencia de vibración : 5.000 a 6.000 r.p.m

El vibrador deberá usarse en forma vertical y penetrar a lo menos 0,10 m en la capa inferior de hormigón.

Se vibrará en forma ordenada introduciendo el vibrador a distancias igual a 2/3 del radio de acción de la sonda, deberá evitarse la sobre vibración para no producir exceso de lechada o segregación.

No se permitirá el acarreo y/o desplazamiento de hormigón mediante el uso del vibrador, el no respetar esta disposición será causal de cambio inmediato del operador.

Para toda faena, obligatoriamente debe tener el contratista dos vibradores funcionando en la obra.

4.8 CONSOLIDACIÓN

Todo el hormigón debe ser cuidadosa y prolijamente consolidado en forma continua, bajo la supervisión de personal experimentado, de modo que el hormigón escurra completamente alrededor de las armaduras, de elementos embebidos y esquinas de los encofrados.

Sólo se aceptará como método de consolidación del hormigón, la vibración mediante vibradores mecánicos de inmersión, quedando excluido el empleo de pisones y golpear los moldajes.

El grado de consolidación para cada tipo de mezcla será el suficiente para producir un hormigón denso, libre de nidos de piedras y de vacíos. Se deberá disponer del número suficiente de vibradores más una cantidad adicional para caso de emergencia.

Al proceder a consolidar el hormigón se debe cuidar que la capa de hormigón previamente colocada, esté blanda, de modo que los vibradores puedan penetrar en ella regularmente algunos centímetros, mientras se esté vibrando la capa superior.

Los vibradores mecánicos internos serán de un tipo aprobado por la I.T.O. Serán de construcción resistente, de la potencia adecuada, capaces de transmitir vibración al hormigón en frecuencias de no menos de 6.000 ciclos por minuto y no deberán producir segregación de los ingredientes. Debe evitarse

una sobre vibración, debiéndose mantener el vibrador en un mismo punto, sólo hasta que el hormigón se haya plastificado uniformemente, debiendo retirar el vibrador cuando empiece a aflorar la lechada.

El tiempo de vibración que depende de la frecuencia de ésta, del tamaño de los vibradores y del grado de consistencia del hormigón, deberá ser determinado en obra. El vibrador no deberá ser amarrado ni puesto en contacto con el moldaje ni las armaduras. La introducción y retiro del vibrador en el hormigón se efectuará en forma suave y vertical, debiendo penetrar al menos 10 centímetros en la capa inferior del hormigón.

En ningún caso se desplazarán los vibradores en forma horizontal dentro del hormigón.

5. JUNTAS DE HORMIGONADO

Se considerará como juntas de hormigonado, las que están específicamente indicadas en los planos o las que se produzcan accidentalmente en la faena al endurecer el hormigón. En este último caso se considerará que se ha producido una junta, cuando el vibrador deja huella al ser introducido en el hormigón o no penetra.

5.1 TRATAMIENTOS DE LAS JUNTAS

Salvo indicación expresa en los planos, ellas serán dispuestas a $\frac{1}{4}$ de la luz pasado el apoyo en vigas y losas; en columnas, estarán ubicadas a 0,2 o 0,3 metros bajo el nivel inferior de los elementos horizontales que la columna soporte.

Deberá limpiarse prolijamente la superficie de la junta, eliminando toda sustancia extraña así como también toda lechada de cemento, mediante algunos de los siguientes sistemas en orden de preferencia:

- Arenado.
- Decapado del hormigón en estado fresco.
- Picado con barretilla, martillo neumático manual o similar.

El arenado se debe aplicar sobre el hormigón endurecido, poco antes de recubrirlo con el hormigón de la etapa siguiente.

El decapado se debe aplicar sobre el hormigón en estado fresco, cuando comienza a endurecer. Debe eliminarse con este procedimiento una capa de más o menos 0.5 cm sin producir desprendimiento del árido más grueso y eliminando todo resto de lechada.

Este procedimiento requiere de un especial control en el tiempo transcurrido para efectuar la limpieza, ya que si el hormigón está muy blando o si ha endurecido demasiado, la limpieza es inadecuada. El procedimiento de picado debe extenderse a la superficie total de la junta.

La limpieza deberá ser efectuada antes de vaciar el nuevo hormigón, de preferencia mediante aire comprimido. La superficie deberá estar mojada, pero sin depósitos de agua.

Antes de colocar el hormigón fresco se aplicará, uniformemente repartida en la superficie de la junta, una capa de mortero de cemento y arena, de 1 a 2 cm de espesor, en proporción de 1 a 3 en peso, con arena que pase por tamiz malla N°5 (ASTM). Sobre este mortero se vaciará el hormigón fresco, con especial cuidado de evitar segregación en la primera capa.

Pueden usarse adherentes epóxicos basados en las instrucciones del fabricante y aprobados por la ITO.

6. RETIRO DEL MOLDAJE

Los moldajes deberán ser retirados de modo que el hormigón vaya quedando sometido a los esfuerzos producidos por las cargas de peso propio, gradual y uniformemente. No se deberá utilizar métodos de descimbre que puedan producir sobretensiones, choques o vibraciones sobre los elementos de hormigón afectados.

Sólo se retirará el moldaje cuando el hormigón esté lo suficientemente endurecido, como para que al quitar los elementos de los encofrados no se produzcan descascaramientos, distorsiones, flechas indeseables ni otros daños.

Los moldajes, o parte de éstos, deberán ser retirados de todas las superficies, lo más pronto posible después de vaciar el hormigón para permitir el curado adecuado de éste.

El desmoldaje deberá cumplir con lo indicado en NCh 170 Of. 1985 capítulo 13.

Cuando las temperaturas mínimas diarias desde el vaciado del hormigón hayan sido superiores a 5° C, se tendrá los siguientes tiempos mínimos para el desmoldaje y descimbre, salvo que la ITO autorice su retiro con anterioridad.

Si alguna vez la temperatura ha sido inferior a 5° C, se postergará el desencofrado como mínimo en el número de días en que la temperatura haya sido inferior a 5° C.

En general, los plazos para retirar los moldajes son los siguientes:

- Costados de fundaciones, muros y vigas, sin carga : 2 a 3 días
- Costados de pilares o elementos con carga : 7 a 10 días
- Fondo de vigas, losas, alzaprimas, puntales, arriostramientos : 16 a 21 días

El número de días lo definirá la ITO para cada obra en particular, considerando las condiciones climáticas de cada zona y si el desmolde de algunos elementos se realiza en forma planificada realzaprimitando los puntos críticos que señale la ITO.

La ITO podrá modificar los plazos antes indicados si se justificara por las razones de avance de las obras, pero en todo caso, para losas y fondos de vigas, el plazo mínimo de descimbre no podrá ser inferior al tiempo requerido para que el hormigón colocado alcance el 50% de la resistencia especificada. Para este efecto en cada etapa de hormigonado se deberán confeccionar a lo menos 6 probetas especiales de acuerdo con la NCh 1017 Of. 1975 y establecer un plan de ensayos para trazar la curva edad-resistencia correspondiente.

Para otro tipo de elementos se darán las indicaciones en las especificaciones especiales de cada obra.

Una vez retirados los moldajes, debe mantenerse las condiciones de curado del ítem 18.

7. CURADO DEL HORMIGON

El curado del hormigón deberá cumplir con la Norma NCh 170 Of. 1985, capítulo 12. Éste debe comenzar apenas el hormigón haya endurecido para las superficies a la vista y en cuanto se retiren los moldes en las superficies encofradas.

Durante la permanencia de los moldes de madera, éstos deberán ser mojados para mantenerlos húmedos constantemente.

Para el curado podrán utilizarse los siguientes sistemas:

- Por diques
- Por riego
- Compuestos de sellado

Sin embargo, el curado de las superficies horizontales del hormigón se realizará de preferencia con diques de arena, exenta de materiales perjudiciales para el hormigón, e inundando con agua por un mínimo de siete (7) días. Otros métodos propuestos por el Contratista deberán ser aprobados por la ITO.

El resto de superficies del hormigón serán cubiertas con una capa de arpillera, lona o material similar absorbente y se mantendrá constantemente mojado por siete (7) días desde la fecha de su colocación.

Para los sistemas húmedos, la ITO aprobará un método que asegure la mantención continua de humedad en la superficie del hormigón. En este caso el curado se prolongará por un período de catorce (14) días.

Si se utiliza un compuesto de sellado para el curado, este compuesto deberá ser aprobado por la ITO y su aplicación se hará según las instrucciones del fabricante. Se exigirá en este método, un tiempo mínimo de curado de veintiocho (28) días, lapso en el cual, la película del compuesto permanecerá uniforme e inalterada. De preferencia el producto debe ser de color blanco u otro que sea visible.

Los hormigones no se podrán someter a ningún tipo de esfuerzo, antes de transcurridos los primeros ocho (8) días de fraguado. En todo caso, el Contratista deberá solicitar autorización para ejecutar cualquier trabajo sobre éstos.

El hormigón, especialmente de las losas, no podrá ser pisado antes de transcurridas cuarenta y ocho (48) horas.

En caso de utilizarse láminas de polietileno o material similar, éstas serán colocadas tan pronto como sea posible después de la terminación de la superficie, tomando las precauciones del caso para no dañar la superficie del hormigón. Al polietileno se le dará los traslapes necesarios para impedir evaporación a través de ellos. Sobre esta lámina se colocará arena húmeda para impedir el calentamiento excesivo por la radiación solar.

Podrán utilizarse también, previa autorización de la ITO, membranas de curado, realizando su aplicación con el hormigón fresco, en el caso de superficies horizontales, o apenas retirados los moldajes, en el caso de las superficies que los utilizaron.

Cualquiera que sea el método de curado que se utilice, éste deberá impedir que el hormigón pierda agua por evaporación durante un mínimo de siete (7) días. Se pondrá especial cuidado en impedir que el hormigón esté intermitentemente seco y mojado.

8. TERMINACIONES

En las superficies a la vista y en aquellas que posteriormente serán cubiertas con rellenos, no se aceptarán irregularidades bruscas superiores a 5 mm.

9. REPARACIONES

Los hormigones que resulten defectuosos, según criterio de la ITO, deberán ser reparados por el Contratista sin costo adicional para el Mandante.

El procedimiento a usar dependerá de cada caso y deberá ser aprobado por la ITO.

En caso que la ITO lo estime conveniente y necesario, el hormigón afectado deberá ser completamente demolido y reemplazado, sin costo para el Mandante, y sin que esto signifique aumentos de plazo para el Contratista.

Las reparaciones del hormigón dañado que presenten nidos, serán ejecutadas dentro de las 24 horas después de retirados los moldes. La reparación deberá realizarse en presencia de la ITO.

En general, las reparaciones consistirán en la remoción del hormigón dañado, limpieza de superficie, aplicación de un puente de adherencia y restitución del hormigón con características similares al que se emplea en el elemento que se está reparando. Esta reparación será de costo del Contratista.

Para la reparación se seguirán los métodos indicados en el Concrete Manual of Bureau of Reclamation.

10. PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN

El hormigón terminado, especialmente en radieres, se protegerá de daños que pudieran ser causados por agua o por agentes mecánicos.

No se permitirá transitar sobre el hormigón hasta por lo menos 24 horas después de vaciado. Los refuerzos o insertos que sobresalgan también serán protegidos de cualquier disturbio hasta que el hormigón haya endurecido suficientemente.

Cuando un trabajo a mayor altura amenace dañar o manchar una obra de hormigón ya terminada, ésta será cubierta con una capa de 5 cm de arena sobre la cual irá un entablado o será protegida con algún otro sistema adecuado a las condiciones de la obra.

Cuando la temperatura ambiente sea menor que 5° C, o se prevea que en las próximas 24 horas lo sea, se debe aplicar un sistema de protección que permita mantener la temperatura de colocación del hormigón mediante aislantes térmicos, calefacción, etc., durante los plazos que indican las tablas 11 y 12 de la Norma NCh 170 Of. 1985.

Es importante que las estructuras enterradas como foso separador de aceite y las fundaciones en general, se les aplique tratamiento de impermeabilización. Un ejemplo no exhaustivo de impermeabilizante a utilizar es Igol Denso.

11. CONTROL DEL HORMIGON Y ARIDOS EN OBRA

La ITO aprobará la forma y quién realizará los siguientes controles:

- Se realizará un control del acopio de los áridos que incluirá al menos: granulometría, peso específico, porcentaje de huecos, material bajo malla N° 200 y contenido de materia orgánica. Esto para la verificación de la calidad de los áridos y de la dosificación.
- Los áridos deberán cumplir con lo indicado en la Norma Chilena N° 163 Of. 1979.

- Este control deberá hacerse también, cada vez que se cambie de yacimiento o varíe la calidad del árido.
- Control de asentamiento del hormigón; en caso que éste se prepare in situ se ejecutará periódicamente durante el proceso de hormigonado y por cada camión que llegue a la obra, cuando sea transportado desde planta. Se hará utilizando el cono de Abrams.
- Control de humedad de la arena a lo menos una vez al día.
- Toma de muestras para comprobar resistencia; una de cada elemento que se hormigone como mínimo, o una muestra cada 25 m³ de hormigón fabricado del mismo tipo y colocado en el mismo elemento. Esta muestra consistirá en tres cubos de 0,20 m de arista, para ser ensayados a la compresión, uno a los 7 días y dos a los 28 días.

Las frecuencias y tipo de ensayos podrán ser modificados por la ITO, además podrá controlar los métodos de ejecución de los ensayos y solicitar muestras para realizar éstos u otros análisis.

El Contratista podrá implementar su propio sistema de control, aparte del aprobado por la ITO.

En caso de discrepancia entre los resultados del Contratista y los entregados por el laboratorio aprobado por la ITO, prevalecerá éste último.

12. EVALUACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA

El valor de la resistencia promedio de cualquier grupo de tres cubos ensayados a 28 días deber ser igual o superior a la resistencia mínima de proyecto especificada. Si alguna fuese menor, la ITO analizará los resultados según el siguiente criterio:

Se calcularán los promedios consecutivos de tres resultados de ensayos en días sucesivos, (promedio móvil) desplazándolos en una fecha, así por ejemplo, se tendrán los promedios de los resultados de las muestras 1, 2 y 3 de la 2, 3 y 4 de la 3, 4 y 5, etc. Estos no deben ser inferiores a la resistencia mínima de proyecto.

Si a juicio de la ITO, los ensayos a compresión realizados a siete (7) días indican, al compararlos con los de la mezcla de prueba una tendencia a dar resistencias a los 28 días, menor que la especificada en el proyecto, la ITO exigirá y el Contratista aceptará, realizar un ajuste en la dosificación del hormigón, avalado por el respectivo laboratorio.

Si los resultados de los ensayos dar por debajo de lo especificado, la ITO analizará la situación y podrá llegar hasta caducidad del contrato

13. CONTROLES ADICIONALES

Si a criterio de la ITO, un elemento o parte de el, ha sido hormigonado en forma deficiente, comprometiendo la seguridad y calidad de éste, se realizarán los ensayos que solicite la ITO y que estime conveniente el Contratista, todos bajo el costo de este último.

Estos ensayos serán analizados por la ITO y si demuestran una mala calidad del hormigón, ésta podrá pedir y el Contratista aceptar, cualquier tipo de reparación e incluso la demolición del elemento comprometido, siendo en este caso, cargo del Contratista, la reparación, demolición y reposición.

14. COLOCACION A TEMPERATURAS EXTREMAS

Se considera colocación de hormigón con tiempo frío, cuando exista la posibilidad de tener temperaturas medias diarias, inferiores a 8°C durante 3 o más días consecutivos. Ante esta situación, como norma general, se suspenderá la elaboración de hormigones y faena de hormigonado.

Los hormigones que queden afectados por bajas temperaturas deberán ser demolidos si los ensayos de muestras correspondientes al hormigón colocado y sometido a temperatura ambiente, señalan un significativo deterioro en las resistencias previstas; no se descarta la posibilidad de usar aditivos para contrarrestar las condiciones de temperaturas mínimas y/o máximas. La reparación o reconstrucción de los hormigones que se deban demoler cumplirán con lo indicado en el ítem 20 del presente documento.

En tiempo caluroso, el hormigón deberá tener una temperatura máxima de 30° C en el momento de su colocación en los moldes.

La elaboración y colocación de hormigón a temperaturas extremas debe realizarse de acuerdo al Anexo "D" y Anexo "E" de la Norma NCh 170 Of. 1985.

Bajo condiciones de lluvia, no se podrá realizar faena de hormigón en fundaciones, excepto si dicha labor es realizada con un sistema que impida que la lluvia esté en contacto con el hormigón.

En casos de temperaturas extremas, deberán considerarse los siguientes procedimientos u otros que serán analizados y sometidos a la consideración de la ITO:

- Podrán usarse aditivos aceleradores de fraguado o cementos de alta resistencia inicial.
- Evitar la formación de hielo en las excavaciones, ya sea cubriéndolas o haciendo subir la temperatura artificialmente.
- Dosificar el hormigón con la mínima agua posible.
- Cuando se haya terminado el hormigonado, deberán protegerse las fundaciones y evitar que la temperatura del hormigón sea inferior a 5°C.

La ITO podrá solicitar cualquier tipo de ensayos para garantizar que el hormigón posea la resistencia requerida.

15. INSPECCIÓN

Todas las faenas cubiertas por las presentes especificaciones están sujetas a inspección por parte de la ITO.

La inspección de estas faenas se efectuará de acuerdo a los criterios del Mandante, a la publicación SP-2 "ACI Manual of Concrete Inspection" del ACI y la norma NCh 170 Of.1985.

INDICE

1.	GENERALIDADES	2
2.	MOLDAJE	3
3.	ARMADURAS	5
3.1	Generalidades	5
3.2	Almacenamiento	5
3.3	Doblado	5
3.4	Colocación.....	5
3.5	Rigidización	6
3.6	Recubrimiento.....	6
3.7	Empalmes	6
3.8	Pernos de Anclaje	6
3.9	Insertos	7
4.	HORMIGON.....	7
4.1	Composición	7
4.1.1	Cemento	7
4.1.2	Agua	8
4.1.3	Áridos	8
4.1.4	Aditivos	8
4.2	DOSIFICACION.....	9
4.3	AMASADO DEL HORMIGON	10
4.4	CONSISTENCIA	10
4.5	TRANSPORTE.....	10
4.6	COLOCACION	10
4.7	COMPACTACION	12
4.8	CONSOLIDACIÓN	12
5.	JUNTAS DE HORMIGONADO.....	13
5.1	TRATAMIENTOS DE LAS JUNTAS.....	13
6.	RETIRO DEL MOLDAJE	14
7.	CURADO DEL HORMIGON.....	14
8.	TERMINACIONES	15
9.	REPARACIONES	16
10.	PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN	16
11.	CONTROL DEL HORMIGON Y ARIDOS EN OBRA	16
12.	EVALUACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA	17
13.	CONTROLES ADICIONALES	17
14.	COLOCACION A TEMPERATURAS EXTREMAS.....	18
15.	INSPECCIÓN	18

Revisión	Fecha	Elaboró	Revisó
2	Julio 2010	Eleconsult S.A.	J.L.A.
3	Julio 2017	F.G.O.	N.A.E.