

# PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE H°A°

| <i>REVISIÓN</i> | <i>FECHA</i> | <i>OBSERVACIONES</i> |
|-----------------|--------------|----------------------|
| A               | 25/10/2022   | EMISIÓN INICIAL      |
| B               | 01/11/2024   | ACTUALIZACIÓN        |
|                 |              |                      |

**PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE HORMIGÓN ARMADO**

**ÍNDICE**

|   |    |
|---|----|
| 1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS                  | 3  |
| 2. COMPONENTES DEL HORMIGÓN                 | 4  |
| 2.1. GENERALIDADES                          | 4  |
| 2.2. CEMENTOS                               | 5  |
| 2.3. ÁRIDOS                                 | 6  |
| 2.3.1. AGREGADO FINO                        | 6  |
| 2.3.2. AGREGADO GRUESO                      | 7  |
| 2.4. AGUA                                   | 7  |
| 2.5. ADITIVOS                               | 7  |
| 3. EJECUCIÓN DEL HORMIGÓN                   | 9  |
| 3.1. ELABORACIÓN                            | 9  |
| 3.1.1. MEZCLADO                             | 9  |
| 3.1.2. CONSISTENCIA                         | 10 |
| 3.2. TRANSPORTE                             | 10 |
| 3.3. COLOCACIÓN                             | 10 |
| 3.4. COMPACTACIÓN Y VIBRADO                 | 13 |
| 3.5. PROTECCIÓN Y CURADO                    | 14 |
| 3.6. HORMIGONADO CON TEMPERATURAS EXTREMAS  | 15 |
| 3.6.1. GENERALIDADES                        | 15 |
| 3.6.2. HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO           | 15 |
| 3.6.3. HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO       | 21 |
| 3.7. ENCOFRADOS                             | 21 |
| 3.7.1. GENERALIDADES                        | 21 |
| 3.8. PREVISIÓN DE PASES, NICHOS Y CANALETAS | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 3.9. DESENCOFRADO Y REPARACIÓN DE FALLAS                  | 23 |
| 3.9.1. DESENCOFRADO                                       | 23 |
| 3.9.2. REPARACIÓN DE FALLAS                               | 25 |
| 3.10. INSERTOS  | 26 |
| 3.11. ARMADURAS   | 27 |
| 3.12. CONTROL DE CALIDAD                                  | 31 |
| 3.12.1. TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS                        | 31 |
| 3.12.2. ENSAYOS CARGA                                     | 31 |
| 4. HORMIGÓN PREFABRICADO                                  | 31 |
| 4.1. PLANTA DE PREFABRICACIÓN                             | 31 |
| 4.2. HORMIGONADO  | 32 |
| 4.3. ARMADO   | 32 |
| 4.4. TOLERANCIA DE FABRICACIÓN                            | 32 |
| 4.5. CURADO DE UNIDADES                                   | 34 |
| 4.6. SUPERFICIES  | 34 |
| 4.7. RECHAZO DE UNIDADES                                  | 35 |
| 4.8. MARCA Y REGISTROS                                    | 35 |
| 4.9. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA                        | 36 |
| 4.10. ALMACENAMIENTO DE UNIDADES DE HORMIGÓN PREFABRICADO | 36 |
| 4.11. INSTALACIÓN DE UNIDADES DE HORMIGÓN PREFABRICADO    | 37 |
| 4.12. TOLERANCIAS EN LA INSTALACIÓN                       | 37 |

## **1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos abarcados por estas Especificaciones Técnicas Generales, consisten en la provisión de toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios para la elaboración, el encofrado, el transporte, la colocación, el desencofrado, la terminación y el curado del hormigón en las estructuras a ser construidas; junto con la provisión y colocación de armaduras de acero, y toda otra tarea, aunque no esté específicamente mencionada, relacionada con el trabajo de ejecución de dichas estructuras.

Comprende la ejecución de los pilotes, cabezales y tablero, con la inclusión eventual de todos los elementos prefabricados, y toda otra estructura o parte de ella indicada en los planos de Proyecto.

Dichos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo que indiquen los planos Anexos, el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares en caso de ser necesario, el CIRSOC 201 - edición Julio 2005 - (Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón) redactado por el Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles.

La Contratista asumirá la responsabilidad integral como Constructor de la estructura y verificará la compatibilidad de los planos de encofrado con los de instalaciones y los de detalles, agregando aquellos que sean necesarios para contemplar todas las situaciones particulares y las planillas de armadura.

Todo lo precedentemente establecido, deberá ser presentado con la suficiente anticipación a La Inspección para su conformidad.

La aprobación de la documentación no significará delegación de responsabilidades en La Inspección, siendo La Contratista la única responsable por la correcta ejecución de la estructura.

La Contratista deberá contar con un Representante Técnico, quien debe ser Profesional matriculado de primera categoría con antecedentes que acrediten su idoneidad a satisfacción de La Inspección, según lo establecido en el Artículo 13 del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. Dicho representante entenderá en todos los temas de carácter técnico, debiendo ejercer una vigilancia permanente sobre la ejecución de La Obra.

Durante el transcurso de La Obra, deberán entregarse dos carpetas técnicas conteniendo la totalidad de los detalles, planillas y resultados de los ensayos (probetas) realizados durante las distintas fases de hormigonado, que aseguren las calidades requeridas.

Además, deberán entregarse conjuntamente con el resto de la documentación, fotografías de las distintas secuencias del proceso, encofrados, armaduras, hormigonado, etc., en las ocasiones que La Inspección así lo exija.

Al finalizar los trabajos, y previa a la firma de la recepción definitiva de las obras, La Contratista deberá confeccionar y firmar la memoria de cálculo y los planos conforme a obra, de acuerdo a las reglamentaciones vigentes.

## **2. COMPONENTES DEL HORMIGÓN**

### **2.1. GENERALIDADES**

Todos los materiales componentes de la estructura deberán cumplir las condiciones establecidas en estas Especificaciones y en el capítulo del CIRSOC 201 respectivo.

Antes de ser utilizados todos los materiales deberán contar con la aprobación de La Inspección.

El hormigón a utilizar será el especificado en los planos correspondientes.

Desde el punto de vista mecánico, la calidad de hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica de rotura a compresión ( $f'c$ ) sobre probetas cilíndricas normales moldeadas y curadas de acuerdo a lo que establece la norma IRAM 1524 y ensayadas según Capítulo 4 del CIRSOC 201.

La dosificación del hormigón se determinará en forma experimental, para lo cual con la suficiente anticipación se efectuarán ensayos previos sobre pastones de prueba de dosificaciones. Estos ensayos, a cargo y costo de La Contratista, deberán ser realizados por laboratorios especializados y de reconocida capacidad de tecnología del hormigón y serán sometidos a la aprobación de La Inspección.

La dosificación del hormigón y la relación agua-cemento se elegirá teniendo en cuenta la resistencia exigida, el grado de trabajabilidad mínimo necesario en cada parte y el

asentamiento previsto en el CIRSOC 201. Dicha relación agua-cemento, salvo expresa autorización de La Inspección, no deberá ser superior a 0,50 (considerando los áridos secos) y el contenido mínimo de cemento será de 300 kg/m<sup>3</sup>.

Los agregados arena, roca partida, y cemento se medirán en peso debiendo La Contratista disponer en la planta los elementos necesarios a tales efectos.

El acondicionamiento de los materiales, la elaboración del hormigón y el moldeo y preparación para ensayo de las probetas se realizarán de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 1524. El ensayo a compresión se realizará de acuerdo a la norma IRAM 1546.

## **2.2. CEMENTOS**

Los cementos serán provistos a granel, o en bolsa y deberán ser de primera calidad.

Serán almacenados en locales adecuados que los protejan contra la acción de la intemperie y de la humedad del suelo y las paredes. La Contratista se abstendrá de utilizar cemento almacenado durante un tiempo superior a 45 días.

Para la ejecución de las estructuras se emplearán únicamente cementos portland de tipo alta resistencia a los sulfatos, aprobados oficialmente que permitan obtener un hormigón que cumpla con los requisitos de calidad de la norma IRAM 1503. La toma de muestras de cemento se realizará de acuerdo a la norma IRAM 1643.

Previa autorización de La Inspección podrá utilizarse cementos de alta resistencia inicial con los requisitos de calidad definidos en la norma IRAM 1646.

El cemento embolsado se depositará de manera que las bolsas se apilen sobre un piso adecuado a los fines indicados al principio del artículo y que los costados de las pilas estén alejados de las paredes del depósito por lo menos 50 cm. Las pilas no deben superar en el sentido vertical las 20 bolsas.

Si el cemento se almacena a granel, además de cumplir los depósitos las exigencias antes mencionadas, la carga, transporte y descarga deberán ser realizados por métodos, dispositivos y vehículos apropiados que impidan su pérdida y lo protejan completamente de la acción de la humedad y contra toda contaminación, todo ello deberá contar con la aprobación previa de La Inspección.

Cuando los cementos no sean transportados directamente desde la fábrica a silos a prueba de intemperie hasta la planta de mezclado, el transporte desde estación ferroviaria o depósito intermedio a la planta de mezclado se hará en camiones cerrados a pruebas de intemperie, transportadores y otros medios proyectados adecuadamente, para obtener una protección completa de los cementos contra la humedad. La temperatura de los cementos en el momento de su almacenamiento en los depósitos de La Obra no deberá exceder de 60 °C y en el momento de su empleo de 50 °C.

## **2.3. ÁRIDOS**

### 2.3.1. AGREGADO FINO

El árido fino estará constituido por partículas finas limpias, duras, estables, libres de películas superficiales. Además no contendrá otras sustancias nocivas que puedan perjudicar el hormigón o a las armaduras.

El árido fino que no cumpla con las anteriores condiciones de limpieza será sometido a un proceso de lavado adecuado.

Se obtendrá por mezcla de arena gruesa oriental y mediana argentina con un mínimo de 30 % de arena gruesa oriental. Su granulometría cumplirá con lo indicado en el CIRSOC 201.

En el momento de su introducción a la hormigonera el contenido de humedad superficial será menor al 8 % referido al peso de la arena seca.

En lo que se refiere a sustancias perjudiciales deberán cumplir con las exigencias del Capítulo 3 del CIRSOC 201.

### 2.3.2. AGREGADO GRUESO

El árido grueso estará constituido por piedra granítica partida , con la granulometría indicada en Capítulo 3 del CIRSOC 201.

En lo que se refiere a sustancias perjudiciales deberán cumplir con las exigencias de las normas del Capítulo 3 del CIRSOC 201.

La toma de muestras se efectuará según las indicaciones de la norma IRAM 1509.

El tamaño máximo del agregado grueso se determinará de forma tal que cumpla con las exigencias del CIRSOC 201.

- Menor o igual a  $1/15$  de la menor dimensión lineal de la sección transversal del elemento.
- Menor o igual a  $1/3$  del espesor de la losa.
- Menor o igual a  $3/4$  de la mínima separación libre entre dos barras de armadura.
- Menor o igual a  $3/4$  del mínimo recubrimiento libre de las armaduras.

#### **2.4. AGUA**

El agua utilizada para el amasado del hormigón así como para su curado o limpieza de sus componentes, será potable, limpia y exenta de impurezas, libre de glúcidos (azúcares), aceites y sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del hormigón, o sobre las armaduras. En caso de no poder contar con agua en tales condiciones en La Obra, La Contratista deberá efectuar el tratamiento químico o físico que fuera preciso, cuyo gasto será por su cuenta.

El Contratista deberá realizar a su cargo los análisis para verificar el cumplimiento de estos requisitos y los establecidos en la norma IRAM 1601.

#### **2.5. ADITIVOS**

El Contratista podrá emplear sustancias químicas y comerciales con el objeto de producir aire incorporado o densificar el hormigón cuya utilización será ordenada por La Inspección, o aprobada por ésta, a propuesta de La Contratista.

Todos los ensayos para la evaluación del aditivo serán por cuenta de La Contratista. Deberán cumplir los requisitos establecidos en el Artículo 3.4 del CIRSOC 201.

El aditivo será dosado por medio de un dosador mecánico que sea capaz de medir con precisión la cantidad a adicionar, de tal forma que se asegure una distribución uniforme del aditivo durante el período de mezclado especificado para cada pastón.

Los aditivos serán medidos en peso, con un límite de tolerancia del 3 % de su peso efectivo.

Los aditivos pulverulentos ingresarán al tambor de la hormigonera conjuntamente con los áridos. Si los aditivos son solubles, deberán ser disueltos en agua e incorporados a la hormigonera en forma de solución, salvo indicación expresa del fabricante en sentido contrario. Si es líquido, se lo introducirá conjuntamente con el agua de mezclado con

excepción de los superfluidificantes que serán incorporados a la mezcla inmediatamente antes de su colado en obra.

Los aditivos para el hormigón se almacenarán bajo techo y se protegerán de la congelación.

Se dispondrá el almacenamiento en forma tal que estos materiales sean usados en el mismo orden en que llegaron al emplazamiento.

Cualquier aditivo que haya estado almacenado durante más de tres meses después de haber sido ensayado o que haya sufrido congelamiento, no se utilizará hasta que se haya vuelto a ensayar a expensas de La Contratista y se haya comprobado su comportamiento satisfactorio.

Queda prohibido el uso de sustancias acelerantes de fraguado en base a Cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ). En caso de ser autorizado su uso por la excepcionalidad de las tareas a cumplir, la dosificación del hormigón con dicho aditivo deberá estar a cargo de un técnico responsable y La Inspección no asumirá responsabilidad alguna ante los inconvenientes que su uso produzca por dicha autorización.

Todos los aditivos utilizados en la estructura deberán cumplir las condiciones establecidas en la norma IRAM 1663; deberán ser acompañados por los certificados de fabricación con detalle de su composición, propiedades físicas y datos para su uso.

De cada partida que ingrese a La Obra se extraerán muestras para verificar que el material cumple con las especificaciones.

Deberá cumplirse adicionalmente lo indicado en los Artículos 3.4. y 3.5. del CIRSOC 201.

Si La Inspección lo considera conveniente, podrá exigir el agregado de algún plastificante de reconocida calidad en plaza para aquellas partes de la estructura expuestas a la intemperie y para los reservorios de agua.

### **3. EJECUCIÓN DEL HORMIGÓN**

#### **3.1. ELABORACIÓN**

El oferente podrá emplear hormigón elaborado por plantas comerciales de reconocida capacidad, o podrá fabricar los hormigones en obra, debiéndose dosificar en peso todos los materiales.

El oferente presentará dosificaciones de los hormigones que estima utilizar. Previo al inicio de las tareas de hormigonado y en base a cada dosificación, La Contratista elaborará una serie de probetas a fin de proceder a la aprobación de las dosificaciones. Presentará curvas granulométricas, análisis y ensayos.

##### 3.1.1. MEZCLADO

El hormigón será mezclado hasta obtener una distribución uniforme de todos los materiales componentes únicamente en forma mecánica.

Queda expresamente prohibido el mezclado manual.

El tiempo de mezclado será de 90 segundos contando a partir del momento en que todos los materiales entraron en la hormigonera. El tiempo máximo no excederá de 5 minutos. (Ver el Artículo 5.3.3. del CIRSOC 201).

La descarga de agregado, cemento y líquidos en el tambor de mezclado se hará en forma controlada de manera que el agua comience a descargar en la mezcladora y continúe fluyendo mientras se introducen los sólidos, en forma que toda el agua haya sido descargada durante el primer cuarto del tiempo de mezclado. El agua deberá ser introducida profundamente dentro de la mezcladora.

El cemento se incorporará simultáneamente con los agregados y una vez iniciada la descarga de éstos.

##### 3.1.2. CONSISTENCIA

La consistencia del hormigón será la necesaria y suficiente para que, con los medios de colocación disponibles, el hormigón se deforme plásticamente en forma rápida, permitiendo un llenado completo de los encofrados, especialmente en los ángulos y rincones de los mismos, envolviendo perfectamente las armaduras sin solución de continuidad y asegurando una perfecta adherencia entre las barras y el hormigón. Ello deberá conseguirse sin que se

produzca la segregación de los materiales sólidos, ni se acumule un exceso de agua libre, ni de lechada, sobre la superficie del hormigón.

Como regla general el hormigón se colocará con el menor asentamiento posible que permita cumplir con las condiciones enunciadas.

Los pastones de hormigón colocados en la misma sección de la estructura tendrán consistencia uniforme.

### **3.2. TRANSPORTE**

El hormigón será transportado desde las hormigoneras hasta los encofrados lo más rápidamente posible, empleando métodos que impidan la segregación o pérdida de componentes.

Los métodos a utilizar deberán cumplir lo establecido en el Artículo 5.4. del CIRSOC 201 y estarán sujetos a la aprobación previa de La Inspección.

### **3.3. COLOCACIÓN**

La Contratista deberá proveer aquellos equipos y emplear solamente aquellas disposiciones de los equipos y los métodos que reduzcan la segregación de los áridos gruesos del hormigón a un mínimo. El equipo deberá ser capaz de manipular o colocar con facilidad un hormigón con el asentamiento mínimo compatible con la buena calidad y mano de obra.

El hormigonado de los distintos elementos de la estructura no será iniciado sin autorización de La Inspección y sin que ésta no haya verificado previamente las dimensiones de la pieza, niveles, alineación y aplomado de los encofrados, las armaduras y apuntalamiento de cimbras y encofrados. Dicha autorización no exime a La Contratista de su total responsabilidad en lo que se refiere a la ejecución de las estructuras.

No se comenzará con las tareas de hormigonado sin la presencia de La Inspección, para lo cual La Contratista deberá notificar a La Inspección con una anticipación mínima de 48 horas, el lugar y el momento en que se colocará el hormigón. Solamente en presencia de La Inspección o de personas por ella designadas podrá procederse a la colocación del hormigón. No se colocará hormigón cuando las condiciones del tiempo sean, en opinión de La Inspección, demasiado severas como para no permitir su colocación adecuada y un proceso normal de fraguado. Si el hormigón hubiera sido colocado sin conocimiento y aprobación

previa de La Inspección, ésta podrá ordenar su demolición y sustitución por cuenta de La Contratista.

Como regla general, la interrupción de las operaciones de hormigonado será evitada en todo lo que sea posible.

En caso de que por la importancia de la estructura sea necesario hormigonar en varias etapas, se convendrá con La Inspección las juntas de trabajo y el procedimiento a seguir para su unión con el resto de la estructura al reanudarse el hormigonado. Dichas juntas se realizarán donde menos perjudiquen la resistencia, estabilidad y aspecto de la estructura.

La capacidad de colocación disponible deberá ser tal que pueda mantenerse el ritmo de trabajo en todas las partes de la construcción con hormigón, de manera de evitar las juntas "frías", es decir, aquellas juntas de construcción en que, debiéndose continuar esta última, permanezcan mucho tiempo sin retomar el trabajo, lo que haría que se produjera el contacto de dos hormigones de distinta edad en estas juntas.

En la medida de lo posible se colocará hormigón en su posición final, y no se lo hará desplazar lateralmente en forma que pudiera segregarse el árido grueso, el mortero o el agua de su masa.

El hormigón se colocará en los encofrados dentro de los 45 minutos del comienzo de su mezclado, cuando la temperatura ambiente sea superior a los 12 °C y dentro de una hora cuando la temperatura sea de 12 °C o inferior.

Se prestará atención para evitar la segregación especialmente en los extremos de las tolvas, en las compuertas de las mismas, y en todos los puntos de descarga.

El hormigón deberá caer verticalmente en el centro de cualquier elemento que deba contenerlo. Cuando deba caer dentro de encofrados o en una tolva o balde, la porción inferior del derrame será vertical y libre de interferencia. La altura de caída libre del hormigón no será mayor de 1,50 metros.

Si al ser colocado en el encofrado el hormigón pudiera dañar tensores, espaciadores, piezas a empotrar y las mismas superficies de los encofrados, o desplazar las armaduras, se deberán tomar las precauciones de manera de proteger esos elementos utilizando un tubo o embudo hasta pocos decímetros de la superficie del hormigón. Una vez terminada la etapa de

hormigonado se deberán limpiar los encofrados y los elementos antes mencionados de toda salpicadura de mortero u hormigón.

Cuando se hormigone un elemento que deba ser continuo o monolítico con la losa superior, se deberá hacer un intervalo que permita el asentamiento del hormigón inferior antes de colocar el hormigón que constituye la losa superior. La duración del intervalo dependerá de la temperatura y de las características del fraguado, pero será tal que la vibración del hormigón de la losa no vuelva a la condición plástica al hormigón profundo ni produzca un nuevo asentamiento del mismo.

Al colocar hormigón a través de armaduras se deberán tomar todas las precauciones para impedir la segregación del árido grueso.

En el caso de que el colado deba realizarse desde alturas superiores a 3.00 metros, deberán preverse tubos de bajada para conducir la masa de hormigón.

Si La Inspección aprobara el uso de tubos o canaletas para la colocación del hormigón en determinadas ubicaciones, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- 1) Los tubos o canaletas tendrán la pendiente necesaria como para permitir el desplazamiento del hormigón con el asentamiento especificado.
- 2) Los tubos o canaletas serán de metal o revestidos de metal de sección transversal semicircular, lisa y libre de irregularidades.
- 3) En el extremo de descarga se dispondrá de un embudo o reducción cónica vertical, para reducir la segregación.

Deberá llevarse en La Obra un registro de fechas de hormigonado a los efectos de controlar las fechas de desarme de los encofrados.

En el momento de su colocación la temperatura del hormigón deberá cumplir lo especificado en el Artículo 3.6. del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

Debe cumplimentarse adicionalmente lo expuesto en el Artículo 5.6. del CIRSOC 201.

### **3.4. COMPACTACIÓN Y VIBRADO**

El hormigón deberá colocarse en los moldes de modo que se obtenga el más perfecto llenado de los mismos.

Para asegurar la máxima densidad posible, sin producir su segregación, el hormigón será compactado por vibración mecánica de alta frecuencia, debiendo estar éstas comprendidas entre 3000 y 4500 revoluciones por minuto.

La aplicación de vibradores, no deberá afectar la correcta posición de las armaduras dentro de la masa del hormigón, y tratará de evitarse, el contacto con los encofrados (ver Artículo 5.7. del CIRSOC 201).

Una vez alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662) se evitará el vibrado de la masa de hormigón.

En ningún caso se permitirá el uso de vibradores para desplazar el hormigón dentro de los moldes.

Los vibradores serán de accionamiento eléctrico, electromagnético, mecánico o neumático, del tipo de inmersión. Se debe asegurar la presencia de vibradores de repuesto en cada hormigonada.

### **3.5. PROTECCIÓN Y CURADO**

Todo hormigón deberá ser sometido a un proceso de curado continuado desde la terminación de su colocación hasta un período no inferior a 7 (siete) días. Cuando el hormigón contenga cemento de alta resistencia inicial, dicho período mínimo será de 3 (tres) días según el Artículo 5.10. del CIRSOC 201.

Los métodos a emplear deberán ser capaces de evitar pérdida de humedad del hormigón durante dicho período. Cuando no se generen las condiciones de clima frío descritas en el Artículo 3.6. del presente Pliego de Especificaciones Técnicas, en general, el curado del hormigón se practicará manteniendo la superficie húmeda con materiales saturados de agua, por rociado mediante sistemas de cañerías perforadas, con rociadores mecánicos, con mangueras porosas o cualquier otro método aprobado por La Inspección, cuidando de no lavarse la superficie. El agua para el curado deberá cumplir los requisitos señalados en el Artículo 2.4. del presente Pliego de Especificaciones Técnicas para el agua utilizada en la elaboración del hormigón. El equipo usado para el curado con agua será tal que no aumente el contenido de hierro del agua de curado, para impedir el manchado de la superficie del hormigón.

La temperatura superficial de todos los hormigones se mantendrá a no menos de 10 °C, durante los primeros 4 días después de la colocación. La máxima variación gradual de temperatura de superficie del hormigón no excederá de 10 °C en 24 hs. No se permitirá en ninguna circunstancia la exposición del hormigón colocado a congelamientos y descongelamientos alternativos durante el período de curado.

Durante el tiempo frío, La Contratista deberá tomar las medidas necesarias para curar el hormigón en forma adecuada, sujetas a la aprobación previa de La Inspección.

Si en el lugar de emplazamiento de La Obra existiesen aguas, líquidos o suelos agresivos para el hormigón, se los mantendrá fuera de contacto con el mismo, por lo menos durante todo el período de colocación, protección y curado.

El proceso de curado es de fundamental importancia para minimizar los efectos de microfisuración por retracción lo que mejora en forma sustancial la estanqueidad y la durabilidad de la construcción. Los dispositivos a utilizar para estos fines y el programa de curado deberán ser sometidos previamente a la consideración de La Inspección quien deberá aprobarlos por escrito. El oferente indicará el método de curado a utilizar. El proceso de curado se extenderá por un período de 14 días durante los cuales el hormigón deberá permanecer húmedo en forma permanente.

No se permitirá el uso de compuestos de curado sin la aprobación de La Inspección y nunca en lugares donde su aplicación pueda desmerecer el aspecto del hormigón.

### **3.6. HORMIGONADO CON TEMPERATURAS EXTREMAS**

#### **3.6.1. GENERALIDADES**

En épocas de temperaturas extremas deberá solicitarse la autorización de La Inspección para proceder al hormigonado de la estructura. La utilización de aditivos con el propósito de prevenir el congelamiento (anticongelantes) se permitirá únicamente bajo autorización expresa de La Inspección.

Se evitará el hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 4 °C o pueda preverse dentro de las 48 horas siguientes al momento de su colocación que la temperatura alcance valores cercanos a los 0 °C. Deberá cumplirse con lo indicado en los Artículos 5.11. y 5.12. del CIRSOC 201.

### 3.6.2. HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO

Se considera tiempo o clima frío, a los efectos de estas Especificaciones, al período en el que durante más de 3 (tres) días consecutivos la temperatura media diaria es menor de 5 °C.

En este caso, La Contratista deberá cumplir lo especificado en el Artículo 5.11. del Reglamento CIRSOC 201.

La utilización de aditivos con el propósito de prevenir el congelamiento o acelerar el endurecimiento del hormigón se permitirá únicamente bajo la autorización expresa de La Inspección.

Se deberá evitar que el hormigón se vea afectado por la exposición al clima frío durante la construcción. El hormigón colocado en obra bajo estas condiciones desarrollará suficiente resistencia y durabilidad para satisfacer las recomendaciones de servicio previstas si está debidamente elaborado, colocado y protegido. El grado de protección necesario deberá aumentar a medida que la temperatura del ambiente disminuye.

El hormigón colado en tiempo frío deberá ser protegido contra el congelamiento y curado adecuadamente durante un período que se considere suficiente según La Inspección.

El hormigón colocado a bajas temperaturas tiene el potencial de desarrollar una mayor resistencia característica acompañado de una mayor durabilidad. También se generarán menos grietas térmicas que un hormigón con las mismas prestaciones, colocado a temperaturas más altas.

Debido a lo expuesto, La Contratista deberá prevenir cualquier daño que se pueda producir al hormigón debido a un congelamiento temprano.

Se deberá garantizar una evolución en la resistencia del hormigón, de manera que no corra riesgo su integridad en el momento de proceder con el desencofrado de los distintos elementos.

Garantizar las condiciones de curado que favorezcan el desarrollo de la resistencia del hormigón, sin exceder las temperaturas de hormigón recomendadas y sin utilizar agua para su curado. Esto puede saturar el hormigón al final de un período de protección, reduciendo así la resistencia por el proceso de congelamiento y descongelamiento cuando se retira la protección.

Se deberán limitar los cambios rápidos de temperatura, particularmente antes de que el hormigón haya desarrollado suficiente resistencia, de esta manera se contrarrestarán las tensiones generadas por la inducción de un gradiente térmico.

Evitar los enfriamientos rápidos de las superficies de hormigón o grandes diferencias de temperatura entre el exterior y la masa interior de los miembros estructurales ya que se pueden originar grietas, perjudicando la resistencia y durabilidad.

La Contratista proveerá una protección acorde con la durabilidad de la estructura y la vida útil de diseño proyectada. Por más que los valores obtenidos en los ensayos a compresión de las probetas cilíndricas extraídas, sean satisfactorios, no son representativos si la estructura tiene superficies y esquinas dañadas por congelamiento, áreas deshidratadas y/o grietas por sobrecalentamiento debido a una protección inadecuada, curado inadecuado o una mano de obra descuidada.

No se podrá suministrar externamente humedad al hormigón para curarlo en climas fríos.

Se desaconseja el uso de cloruro de calcio para acelerar el proceso de fraguado, su contacto con la armadura producirá la corrosión de la misma con el consiguiente incremento de volumen y agrietamiento del hormigón.

La Contratista no deberá descuidar la protección contra el congelamiento temprano, esto podría provocar la destrucción inmediata o un hormigón de menores prestaciones permanentemente. Es esencial que se realice una planificación adecuada, protección contra bajas temperaturas y un curado adecuado con hormigonado en climas fríos, coordinado con La Inspección.

Se deberán consensuar con La Inspección los procedimientos y protecciones necesarias para llevar adelante los trabajos de hormigonado en tiempo frío.

Los trabajos de protección del hormigón fresco ante el posible congelamiento y la estabilización de las temperaturas por encima de los valores mínimos recomendados, deben planificarse con tiempo. Tanto los equipos y los materiales, como lonas o mantas, deben estar en el lugar de trabajo antes de que ocurra el clima frío.

Durante los períodos no definidos como clima frío, como el otoño o la primavera en climas fríos o el invierno en climas templados, se deben tomar precauciones para proteger todas las superficies de hormigón de un posible congelamiento inesperado durante las primeras 24

horas después de la colocación del mismo, o hasta que la resistencia a la compresión mínima sea lograda para la protección contra daños usando los métodos recomendados. El hormigón protegido de esta manera estará a salvo de daños por congelamiento a una edad temprana. Sin embargo, la protección durante las primeras 24 horas no garantiza un desarrollo de resistencia satisfactorio, particularmente cuando es seguido por un clima más frío. El hormigón de servicio que se someterá a cargas aplicadas debe protegerse y curarse continuamente durante el tiempo suficiente y a las temperaturas recomendadas.

La Contratista deberá controlar que las temperaturas del hormigón fresco en el momento de colado no sean menores que las recomendadas, de esta manera se evitará posibles congelamientos en la masa del hormigón.

La temperatura del hormigón durante la colocación debe estar cerca de los valores de temperatura recomendados y no debe ser superior a estos valores en más de 10 °C.

Será recomendable controlar y registrar las temperaturas de la superficie de hormigón. Las esquinas y bordes son vulnerables al congelamiento y generalmente es más difícil de mantener en las temperaturas recomendables.

También se deberá controlar que la temperatura interna del hormigón no produzca un calentamiento excesivo.

Se deberá registrar la fecha, la hora y la temperatura del aire exterior al momento del hormigonado. Se recomienda registrar las temperaturas del hormigón en intervalos regulares de tiempo, no menos de dos veces por un período de 24 horas en varios puntos dentro del recinto, y sobre la superficie de hormigón, esquinas y bordes. Debe haber un número suficiente de ubicaciones de medición de temperatura para mostrar el rango de temperaturas del hormigón en toda la estructura. Los dispositivos de medición de temperatura penetrados a 5 cm debajo de la superficie. Colocar termómetros debajo de cubiertas temporales de material aislante proporciona una mayor precisión.

Para trabajos de la losa expuesta al clima frío, el hormigón de bajo asentamiento puede mitigar los problemas debido a la exudación de agua. Durante el clima frío, el agua de exudación puede permanecer en la superficie por períodos prolongados, interfiriendo o prolongando las operaciones de terminaciones. Si esta agua permanece, la superficie tendrá menor resistencia y será propensa a la formación de polvo y al deterioro prematuro. Se deberá elaborar una dosificación del hormigón minimizando el exudado.

Se recomiendan las siguientes temperaturas de hormigón de mezcla para temperatura ambiente mayor a  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ :

- Para elementos de sección menor a 300 mm,  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Para elementos entre 300 y 900 mm,  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Para elementos entre 900 y 1800 mm,  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Para elementos mayores de 1800 mm,  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Las temperaturas más altas requieren más agua de mezcla aumentando el asentamiento. Esto puede causar un fraguado rápido y aumentar la contracción. La rápida pérdida de humedad de las superficies expuestas puede causar grietas por contracción plástica. La pérdida rápida de humedad puede ocurrir en superficies expuestas al clima frío debido a la baja humedad absoluta del aire frío. El hormigón colado a temperaturas con más de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  de las temperaturas recomendados puede verse afectado negativamente por un fraguado rápido.

Se podrá calentar el agua de la mezcla o aumentar la temperatura de los agregados para lograr una temperatura de mezcla recomendada.

Todas las superficies que recibirán el hormigón fresco y todos los espacios que se llenarán deberán estar libres de nieve, hielo y agua estancada antes de la colocación. La preparación antes de colocar el hormigón puede requerir un aumento de la temperatura de los encofrados y otras superficies según lo especifique La Inspección.

La Contratista deberá proteger el hormigón del congelamiento después del colado sin dañar la superficie terminada. Esta protección se puede realizar con una aceleración del fraguado de la mezcla o elementos de aislación, y deben planificarse antes de la colocación. Acelerar la mezcla puede incluir el uso de aditivos químicos de aceleración, disminuyendo la relación a/c, aumentando el contenido de cemento, reduciendo el contenido de cemento puzolánico o reemplazándolo con cemento de alta resistencia inicial, a criterio de La Inspección.

Como se mencionó anteriormente, la protección del hormigón permite que gane resistencia y evita que se dañe a una edad temprana al congelarse el agua de mezcla. Se recomienda proteger la temperatura del hormigón en 2 a 3 días.

Las probetas extraídas pueden causar confusión y demoras innecesarias en la construcción. La extracción de las mismas no son apropiadas y no debe permitirse el hormigonado en climas fríos. Esto está relacionado principalmente con la dificultad de mantener las probetas

en las mismas condiciones de la estructura. En su lugar, se deben usar ensayos in-situ, test de madurez o ambos.

En cuanto a los ensayos in-situ se podrá realizar un ensayo de pullout o ensayo de resistencia a la extracción. Este requiere la colocación de pernos en el hormigón antes del hormigonado y luego se extraerán de la estructura.

Las mediciones de velocidad de pulso ultrasónico también se pueden utilizar para estimar la resistencia.

El test de madurez se basa en el concepto de que la combinación del tiempo de curado y la temperatura del hormigón produce una resistencia específica para una dosificación dada. Existen varios métodos de prueba de ASTM que se ocupan de las pruebas de madurez (ASTM C918 / C918; ASTM C1074).

Debido a que la mayor parte del calor de hidratación del cemento se genera durante los primeros 3 días, para evitar el congelamiento del hormigón y mantener las temperaturas de desarrollo de resistencia, se podrán utilizar elementos aislantes en la superficie. Algunos materiales aislantes utilizados comúnmente:

- Espuma de poliestireno: las hojas se pueden cortar a medida y encajar o pegarlas en el lugar.
- Espuma de uretano: se puede rociar espuma sobre la superficie, formando una capa aislante continua. Se debe rociar un buen esmalte resistente a la intemperie sobre espuma de uretano para reducir la absorción de agua. Usar espuma de uretano con precaución porque genera humos altamente nocivos cuando se expone al fuego.
- Mantas aislantes: las mantas deben ser completamente impermeables para que la humedad no disminuya la efectividad del aislamiento. Están hechas típicamente de espuma de polipropileno, espuma de polietileno o bolsas llenas de aire.
- Láminas de polietileno: son una barrera adecuada para mantener la humedad para la hidratación en el hormigón. Las láminas evitan la evaporación de la humedad, que es un proceso de enfriamiento significativo, especialmente con vientos fuertes. Por lo general, el polietileno se puede colocar antes en la losa que las mantas aislantes, por lo que la retención de humedad y la protección contra el frío pueden comenzar antes.

### 3.6.3. HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO

Se considera tiempo caluroso a los efectos de estas Especificaciones, a cualquier combinación alta de temperatura ambiente, baja humedad relativa y velocidad de viento, que tienda a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o que contribuya a la obtención de propiedades anormales del citado material.

En este caso, La Contratista deberá cumplir lo establecido en el Artículo 5.12. del CIRSOC 201.

## **3.7. ENCOFRADOS**

### 3.7.1. GENERALIDADES

Los encofrados podrán ser de madera, plástico o metálicos. En el caso de hormigón a la vista se utilizará aglomerado fenólico, siempre que en los planos no se especifique un material y/o disposición especial. La Contratista deberá presentar con anticipación (mínimo de 15 días) a su uso en obra, un cálculo y detalles de los encofrados a utilizar.

Se emplearán maderas sanas, perfectamente planas y rectas. Los cantos serán vivos, de manera que el encofrado no presente separaciones entre tablas.

La Contratista deberá efectuar el proyecto, cálculo y construcción de los apuntalamientos, cimbras, encofrados y andamios y puentes de servicio teniendo en cuenta las cargas del peso propio y del hormigón armado, sobrecargas eventuales y esfuerzos varios a que se verá sometido el encofrado durante la ejecución de la estructura.

Tendrán la resistencia, estabilidad, forma y rigidez necesarias para no sufrir hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales y asegurar de tal modo que las dimensiones resultantes de las piezas estructurales sean las previstas en los planos de encofrado, salvo las tolerancias que autorice expresamente La Inspección.

Los planos y cálculos correspondientes formarán parte de los documentos de obra, y tanto éstos como su construcción son de total responsabilidad de La Contratista.

El encofrado deberá ser inspeccionado por La Inspección, por lo que La Contratista recabará su aprobación con la debida anticipación. Queda terminantemente prohibido proceder al hormigonado sin tener la autorización expresa de La Inspección.

Previo al hormigonado, los encofrados serán cuidadosamente limpiados y bien mojados con agua limpia hasta lograr la saturación de la madera. En verano o en días muy calurosos esta operación de mojado se practicará momentos antes del hormigonado.

Se autorizará el empleo de líquidos desencofrantes, siempre y cuando los líquidos y/o materiales usados, no afecten la adherencia del azotado con hormigón, la terminación y/o pintado del hormigón según se indique en los planos respectivos.

Para técnicas especiales de encofrado La Contratista propondrá las mismas a La Inspección con suficiente antelación. La Inspección tendrá el derecho a aceptar o rechazar el sistema propuesto si a su juicio no ofreciesen suficiente seguridad y calidad en sus resultados prácticos.

Para facilitar la inspección y la limpieza de los encofrados se dejarán aberturas provisionales adecuadas.

Cuando sea necesario también se dejarán aberturas provisionales para facilitar y vigilar la colocación y compactación del hormigón a distintas alturas de los moldes.

Los puntales de madera no tendrán sección transversal menor de 7 cm x 7 cm. Podrán tener como máximo un empalme y el mismo deberá estar ubicado fuera del tercio medio de su altura. La superficie de las dos piezas en contacto deberá ser perfectamente plana y normal al eje común del puntal. En el lugar de las juntas, las cuatro caras laterales serán cubiertas mediante listones de madera de 2,5 cm de espesor y longitud mínima de 70 cm perfectamente asegurados y capaces de transmitir el esfuerzo a que esté sometida la pieza en cuestión.

Inmediatamente antes de iniciarse las operaciones de colocación del hormigón se procederá a limpiar cuidadosamente las superficies de los encofrados, de las armaduras y de los elementos metálicos que deban quedar incluidos en el hormigón, si los hubiese.

### **3.8. PREVISIÓN DE PASES, NICHOS Y CANALETAS**

La Contratista deberá prever, en correspondencia con los lugares donde se ubicarán los elementos integrantes de las distintas instalaciones de que se dotará: los orificios, nichos, canaletas y aberturas de tamaño adecuado, para permitir oportunamente el pasaje y montaje de dichos elementos, de requerirse.

La ejecución de todos los pases, canaletas, tacos, etc. en vigas, losas, etc., previstos en planos y/o planillas, y/o planillas de cálculo y sus refuerzos correspondientes, deberán estar incluidos en el precio global de la propuesta.

No se considerará ningún tipo de adicional por este tipo de trabajos, como así tampoco por aquellos provisorios que más tarde deban ser completados y/o tapados y que sirvan como auxiliares de sistemas constructivos y/o para el pasaje de equipos de La Contratista o de las instalaciones complementarias propias de La Obra.

### **3.9. DESENCOFRADO Y REPARACIÓN DE FALLAS**

#### **3.9.1. DESENCOFRADO**

El momento de remoción de las cimbras y encofrados será determinado por La Contratista con intervención de La Inspección. El orden en que dicha remoción se efectúe será tal que en el momento de realizar las tareas no aparezcan en la estructuras fisuras o deformaciones peligrosas o que afecten su seguridad o estabilidad; también deberá evitarse que se produzcan roturas de aristas y vértices de los elementos.

En general los puntales y otros elementos de sostén se retirarán en forma gradual y uniforme de manera que la estructura vaya tomando carga paulatinamente; este requisito será fundamental en aquellos elementos estructurales que, en el momento del desencofrado, queden sometidos a la carga total de cálculo.

La Inspección exigirá en todo momento el cumplimiento de los plazos mínimos de desencofrado que se establecen en el Artículo 6.2. del CIRSOC 201, para lo cual es imprescindible llevar correctamente el "Registro de Fechas de Hormigonado" a que ya se refirió en el Artículo 3.3. del presente Pliego .

No se retirarán los encofrados ni moldes sin aprobación de La Inspección y todos los desencofrados se ejecutarán en forma tal que no se produzca daño al hormigón. Se esperará para empezar el desarme de los moldes a que el hormigón haya fraguado completamente y pueda resistir su propio peso y al de la carga a que pueda estar sometido durante la construcción. Las operaciones de desencofrado serán dirigidas personalmente por el Representante Técnico de La Contratista.

Antes de quitar los puntales que sostienen los moldes de las vigas se descubrirán los lados de los moldes de las columnas y vigas, en que aquellas se apoyan, para examinar el verdadero estado de justeza de estas piezas.

Los plazos mínimos para el desencofrado serán los que se indican a continuación, salvo indicación en contrario de La Inspección. Dichos plazos se contarán a partir del momento en que la última porción de hormigón fue colocada en el elemento estructural considerado y deberán ser aumentados por lo menos en un tiempo igual a aquel en que la temperatura del aire en contacto con el hormigón haya descendido debajo de 5°C.

| <i>Elemento estructural</i>   | <i>Temperatura superficial del hormigón</i> |          |         |      |
|-------------------------------|---|----------|---------|------|
|                               | >24 °C                                      | 24-16 °C | 16-8 °C | <8°C |
| Tabiques - Columnas - Fustes  | 30hs  | 9hs      | 12hs    | 18hs |
| Laterales de vigas o viguetas | 30hs  | 9hs      | 12hs    | 18hs |

Fondos de vigas y/o losas que al desencofrar no afecte o perturbe un elemento vecino encofrado y/o apuntalado.

|                             | <i>Temperatura superficial del hormigón</i> |          |         |        |
|-----------------------------|---|----------|---------|--------|
|                             | >24 °C                                      | 24-16 °C | 16-8 °C | <8°C   |
| Ancho igual o menos de 75cm | 8 días                                      | 2 días   | 3 días  | 5 días |
| Ancho mayor de 75cm         | 10 días                                     | 3 días   | 4 días  | 6 días |

Además deberá tener en cuenta el ritmo de hormigonado para no solicitar un elemento con cargas superiores a las previstas en el cálculo. Si al desencofrar se verificase que alguna parte de la estructura ha sufrido los efectos de una helada, ésta será demolida en su totalidad.

Los moldes y los puntales serán quitados con toda precaución, sin darles golpes ni someterlos a esfuerzos que puedan ocasionar perjuicios al hormigón.

### 3.9.2. REPARACIÓN DE FALLAS

#### **a) Reparaciones del Hormigón:**

La Contratista deberá corregir todas las imperfecciones de las superficies de hormigón como sea necesario para obtener hormigones y superficies de hormigones que cumplan con los requisitos de estas Especificaciones y de las Especificaciones Técnicas Particulares.

Las reparaciones de imperfecciones de hormigones moldeados se completarán tan pronto como sea posible después del retiro de los encofrados y, cuando sea posible, dentro de las 24 hs después de dicho retiro. La Contratista mantendrá informada a La Inspección cuando se deban ejecutar reparaciones al hormigón, las que se realizarán con la presencia de la misma, salvo autorización en contrario de esta última en cada caso particular.

En todas las superficies de hormigón, los agujeros, nidos de piedras, esquinas o bordes rotos y todo otro defecto no serán reparados hasta que hayan sido inspeccionados por La Inspección. Al menos que se ordenara otro tratamiento, se repararán todos los defectos extrayendo los materiales no satisfactorios hasta un espesor mínimo de 2 cm y colocando hormigón nuevo hasta obtener una buena terminación a juicio de La Inspección.

El hormigón para reparaciones será el mismo que corresponde a la estructura.

Estas reparaciones recibirán un tratamiento de curado idéntico al del hormigón común.

En caso que a solo juicio de La Inspección, la estructura no admita reparación, deberá ser demolida.

#### **b) Remiando y Plastecido de Huecos:**

El remiando y plastecido de huecos, nichos de piedra y reconstituido de aristas que fuere menester por imperfecciones en el colado o deterioros posteriores se realizará utilizando mortero de cemento cuidadosamente dosado; para estructuras a la vista se utilizará mezcla de cemento con cemento blanco y resina para obtenerla coloración de los paramentos de la estructura terminada.

No se aceptará la reparación de superficies dañadas o mal terminadas por aplicación de revoques o películas continuas de mortero, lechada de cemento y otro tipo de terminación.

Previamente a su plastecido las superficies serán picadas, perfectamente limpiadas y tratadas con sustancias epoxi que aseguren una perfecta unión entre los hormigones de distinta edad.

En ningún caso se permitirá la ejecución de estas reparaciones sin una inspección previa de La Inspección para determinar el estado en que ha quedado la estructura una vez desencofrada.

### **3.10. INSERTOS**

El Contratista deberá colocar durante la ejecución de las estructuras, en todos aquellos lugares en que resulte necesario para la posterior aplicación de elementos de completamiento de acuerdo a lo que indiquen los planos, o donde sea necesario para la posterior aplicación de elementos por terceros, según planos o por indicación de La Inspección, insertos metálicos consistentes en grapas, varillas, tubos, etc. Estos insertos deberán ser fijados en las posiciones correspondientes al ejecutar los encofrados, garantizándose la precisa posición para cada caso, en cuanto a alineación y nivel.

### **3.11. ARMADURAS**

Para las barras de acero serán de aplicación las normas correspondientes del Artículo 3.6. del CIRSOC 201.

En las estructuras se utilizarán aceros del tipo establecido en las Especificaciones Técnicas Particulares y/o en la documentación técnica del proyecto.

Las partidas de acero que lleguen a La Obra, deberán ser acompañadas de los certificados de fabricación, que den detalles de la misma, de su composición y propiedades físicas. La Inspección recibirá de La Contratista dos copias de esos certificados, conjuntamente con los elementos que identifiquen la partida.

Si se desea acopiar armaduras previamente a su empleo, éstas deberán tener suficiente resistencia y rigidez como para ser apiladas sin sufrir deformaciones que luego no permitan ser colocadas en su correcta posición en los moldes.

Las barras podrán ser almacenadas a la intemperie, siempre y cuando el material se coloque cuidadosamente sobre travesaños de madera para impedir su contacto con el suelo.

La Contratista deberá tener un acopio adecuado bajo cubierta para el acero que deba ser usado en la época de las heladas.

Las barras de armadura se cortarán y doblarán ajustándose expresamente a las formas y dimensiones indicadas en los planos y otros documentos del proyecto.

Previamente a la colocación de las armaduras se limpiará cuidadosamente el encofrado; las barras deberán estar limpias, rectas y libres de óxido.

Su correcta colocación siguiendo la indicación de los planos será asegurada convenientemente arbitrando los medios necesarios para ello (soportes o separadores metálicos o plásticos, ataduras metálicas, etc.).

Deberán cumplimentarse con las directivas de armado de la norma mencionada (ver Capítulo 7 del CIRSOC 201), recalcándose especialmente en lo que se refiere a longitudes de anclaje y empalme, diámetros de mandril de doblado para ganchos o curvas, recubrimientos mínimos y separaciones.

Deberá cuidarse muy especialmente la armadura en articulaciones y apoyos, fundamentalmente en sus anclajes.

Las barras que constituyen la armadura principal se vincularán firmemente y en la forma más conveniente con los estribos, zunchos, barras de repartición y demás armaduras. Para sostener o separar las armaduras en los lugares correspondientes se emplearán soportes o espaciadores metálicos, de mortero, o ataduras metálicas. No podrán emplearse trozos de ladrillos, partículas de áridos, trozos de madera ni de caños.

Todos los cruces de barras deberán atarse o asegurarse en forma adecuada, excepto en aquellos casos en que la distancia entre barras, en ambas direcciones sea menor de 30 centímetros. En este caso las intersecciones se atarán en forma alternada.

La separación libre entre dos barras paralelas colocadas en un mismo lecho o capa horizontal será igual o mayor que el diámetro de la barra de mayor diámetro y mayor que 1,3 veces el tamaño máximo del árido grueso. Si se trata de barras superpuestas sobre una misma vertical, la separación libre entre barras podrá reducirse a 0,75 del tamaño máximo del árido grueso. En ningún caso la separación libre será menor de 2cm.

Cuando las barras se coloquen en dos o más capas superpuestas, los centros de las barras de las capas superiores se colocarán sobre la misma vertical que los correspondientes a la capa inferior.

En lo posible, en las barras que constituyen armaduras, no se realizarán empalmes, especialmente cuando se trata de barras sometidas a esfuerzos de tracción.

No podrán empalmarse barras en obra que no figuren empalmadas en los planos salvo expresa autorización de La Inspección, colocándose adicionalmente las armaduras transversales y de repartición que aquélla o sus representantes estimen necesarias.

La Inspección se reserva la facultad de rechazar la posibilidad de efectuar empalmes en las secciones de la estructura que estime no convenientes.

Todas las barras deberán estar firmemente unidas mediante ataduras de alambre N° 16.

El alambre deberá cumplir la prueba de no fisuración ni resquebrajarse, al ser envuelto alrededor de su propio diámetro.

Las armaduras, incluyendo estribos, zunchos, barras de repartición, etc., contenidos en los elementos estructurales, serán protegidos mediante un recubrimiento de hormigón, moldeado conjuntamente con el correspondiente elemento.

En ningún caso se colocarán armaduras en contacto con la tierra.

Se entiende por recubrimiento a la distancia libre comprendida entre el punto más saliente de cualquier armadura y la superficie extrema del hormigón más próxima a ella, excluyendo las terminaciones sobre las superficies. Para los espesores de los recubrimientos deberá respetarse lo indicado en el Artículo 7.7. del CIRSOC 201.

Recubrimientos mínimos en mm.

| <i>Elemento Estructural</i> | <i>No expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo</i> | <i>En contacto con la tierra y/o con aguas no agresivas o expuesto al aire libre</i> |
|-----------------------------|--|--|
| Losas                       | 25   | 30   |
| Muros y Tabiques            | 25   | 30 (para $\varnothing \leq 16$ )<br>35 (para $\varnothing > 16$ )                    |
| Vigas                       | 25   | 30 (para $\varnothing \leq 16$ )<br>35 (para $\varnothing > 16$ )                    |

|           |    |                                    |
|-----------|----|------------------------------------|
|           |    | 50 para toda barra contra el fondo |
| Columnas  | 25 | 35                                 |
| Zapatas   | -  | 50                                 |
| Pilotes   | -  | 70                                 |
| Cabezales | -  | 50                                 |

### Tolerancias

Tolerancias en la fabricación de las armaduras:

En la longitud de corte:  $\pm 2,00\text{cm.}$

En la altura de las barras dobladas:

- En menos: 1,00cm.
- En más: 0,50cm.

En las dimensiones principales de estribos y zunchos:  $\pm 0,50\text{cm.}$

Tolerancias en la colocación de las armaduras:

En la separación con la superficie del encofrado:  $\pm 0,30\text{cm.}$

En la separación entre barras:  $\pm 0,50\text{cm.}$

En las fundaciones se deberá ejecutar siempre un contrapiso de hormigón simple de 5 cm como mínimo (hormigón de limpieza), que no debe considerarse como parte del recubrimiento.

No podrá comenzarse con la colocación del hormigón sin que La Inspección haya verificado la correcta ubicación de las armaduras. Se comunicará con la suficiente anticipación la fecha del hormigonado de modo tal que La Inspección pueda efectuar la revisión.

Se tomará el máximo cuidado de no aplastar o correr la posición de los hierros durante la colocación del hormigón.

### **3.12. CONTROL DE CALIDAD**

#### 3.12.1. TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS

Durante la ejecución de La Obra se realizarán ensayos de control para verificar si las características previstas, que definen la calidad del hormigón, son obtenidas en obra.

La consistencia del hormigón será continuamente vigilada y los ensayos de asentamiento para verificarla se realizarán varias veces al día.

#### 3.12.2. ENSAYOS CARGA

Se ejecutarán ensayos de carga en cualquier estructura a indicación de La Inspección, bien para la simple comprobación de la capacidad de la misma o para saber a qué atenerse sobre la calidad y condiciones de las que por cualquier circunstancia resultaran sospechosas. La programación y ejecución de los ensayos de carga estarán a cargo de equipos de profesionales o laboratorios especializados que posean la aprobación previa de La Inspección.

Los ensayos serán por cuenta del Comitente. El costo de los mismos estará a cargo de La Contratista sólo en caso que los resultados de dichos ensayos no sean satisfactorios a juicio de La Inspección, de acuerdo a los parámetros establecidos en los pliegos. En este caso, La Contratista tendrá a su cargo y costo la demolición de las estructuras defectuosas y la reconstrucción de las mismas.

## **4. HORMIGÓN PREFABRICADO**

Además de las normas generales antes indicadas serán aplicables las siguientes especificaciones:

### **4.1. PLANTA DE PREFABRICACIÓN**

Todos los elementos que constituyen la planta de prefabricación y sus instalaciones auxiliares deberán tener la capacidad de producción probada y la resistencia adecuados para el tipo y cantidad de piezas a construir.

La planta deberá mantenerse en todo momento limpia y accesible para los equipos de inspección y control de calidad.

La planta y todos sus equipos deberán tener unas características que permitan alcanzar las calidades que se le exigen al tipo de obra a construir.

#### 4.2. HORMIGONADO

El hormigonado deberá estar en conformidad con lo descrito al respecto en la especificación de Hormigón excepto cuando se indique lo contrario por escrito.

Todo el hormigón de cada pieza deberá ser vertido de forma continuada en una sola operación y no se permitirá la creación de juntas. Si se interrumpe el hormigonado por cualquier causa imprevista, La Inspección deberá ser informada inmediatamente al respecto y La Contratista actuará conforme a las directrices que le indique la misma.

El vertido del hormigón no comenzará hasta que haya aprobación por parte de La Inspección.

#### 4.3. ARMADO

Se realizará conforme a lo indicado en el Artículo 3.11. del presente Pliego de Especificaciones Técnicas.

#### 4.4. TOLERANCIA DE FABRICACIÓN

Salvo que se detalle en los planos, la fabricación de elementos prefabricados será estrictamente dentro de los límites de tolerancia indicados a continuación:

|    |  |        |
|----|--|--------|
| a) | Longitud   |        |
|    | Hasta 3 m  | ±6 mm  |
|    | 3 a 4.5 m  | ±9 mm  |
|    | 4.5 a 6 m  | ±12 mm |
|    | Adicional para cada 6 m posterior  | ±6 mm  |
|    | Para secciones tipo viga, la longitud será la dimensión mayor de la unidad. Para secciones tipo losa, las tolerancias de longitud anteriores se aplican a las dos dimensiones principales. |        |

|   |  |        |
|---|--|--------|
| b)  | Corte transversal  |        |
|   | Hasta 500 mm   | ±3 mm  |
|   | 500 a 750 mm   | ±5 mm  |
|   | Adicional por cada 250mm posterior   | ±2 mm  |
|   | Con un máximo de tolerancia de:  | ±15 mm |
| Estas tolerancias se aplicarán a las dos dimensiones menores de las secciones tipo de viga y el grosor sólo a las secciones de tipo losa. |  |        |
| c)  | Rectitud o Lazo (desviación de la línea deseada)   |        |
|   | Hasta 3 m  | ±6 mm  |
|   | 3 a 6 m  | ±9 mm  |
|   | 6 a 12 m   | ±12 mm |
|   | Adicional por cada 6 m posterior   | ±6 mm  |
| d)  | Perpendicularidad  |        |
|   | Al considerar la cuadratura de una esquina, el más largo de los dos lados adyacentes que se compruebe debe ser tomado como la línea de base. El lado más corto no debe variar en su distancia de una perpendicular de modo que la diferencia entre el mayor y las dimensiones más cortas supere: |        |
|   | Longitud de los lados más cortos   |        |
|   | Hasta e incluyendo 1.2 m   | 3 mm   |

|    |   |      |
|----|---|------|
|    | Más de 1,2 m pero inferior a 1.8 m  | 5 mm |
|    | 1.8 m y más   | 6 mm |
|    | Horizontalidad  |      |
| e) | La desviación máxima desde un borde recto de 1.5 m colocado en cualquier posición sobre una superficie plana nominalmente no debe sobrepasar 5 mm |      |
|    | Tolerancias en las armadura   |      |
| f) | Se atenderá a lo indicado en la especificación de armaduras. El recubrimiento de hormigón mínimo para todos los refuerzos de acero será de 30 mm  |      |

#### 4.5. CURADO DE UNIDADES

El curado de unidades de hormigón prefabricado debe estar de acuerdo con los requisitos indicados en el Artículo 3.5. del presente Pliego de Especificaciones Técnicas.

#### 4.6. SUPERFICIES

Todas las superficies que vayan a estar en contacto con hormigón in situ recibirán un acabado rugoso.

En general no se permitirá ninguna junta de construcción dentro de cualquier unidad prefabricada.

#### 4.7. RECHAZO DE UNIDADES

Todas las unidades terminadas que no cumplan con los Planos y Especificaciones serán eliminadas y reemplazadas con una nueva. Las razones para el rechazo de las unidades deberán incluir lo siguiente:

a) Presencia de grietas o reparaciones.

- b) Presencia de bordes rotos independientemente de que la armadura estuviera expuesta o no.
- c) Recubrimiento de hormigón a cualquier armado menor al requerido por la presente especificación.
- d) Un acabado de superficie inferior al indicado en los Planos y/o definidos en estas Especificaciones.
- e) Dimensiones fuera de tolerancia.
- f) Presencia de manchas de óxido.

#### **4.8. MARCA Y REGISTROS**

Cada pieza será marcada en un lugar acordado con su tipo y un número de referencia único.

La Contratista deberá mantener los registros de cada unidad, los que incluirán la siguiente información:

- a) Tipo y número de referencia.
- b) Fecha de la fabricación.
- c) Número de encofrados.
- d) Los resultados de las probetas.
- e) Ubicación en las Obras.
- f) Método y duración de curado.

Estos registros deberán tener un formato claro y lógico y deberán estar disponibles para su inspección en todo momento. Las copias de estos registros deberán ser suministradas al Comitente al terminar La Obra.

#### **4.9. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA**

La Contratista será responsable de la Seguridad de la estructura y de los operativos en todas las etapas durante la manipulación y el montaje de unidades de hormigón prefabricado y proporcionará todos los marcos necesarios, los tipos, las cuñas y otros soportes temporales.

Todas las unidades serán manipuladas, levantadas y transportadas de forma tal que no causen daños o grietas. Cuando las unidades sean levantadas por aparejos o grúas, el peso se tomará gradualmente sin arranque. Cuando las unidades estén bajando, no se dejarán caer, sino que se dejarán suavemente a su posición sin impacto. Todas las unidades caídas y/o dañadas durante el manejo, almacenamiento, instalación, etc., se sustituirán por La Contratista bajo su responsabilidad.

La Contratista suministrará todos los ganchos de elevación, que se requieran para las unidades de manipulación, elevación y montaje en posición. Los ganchos de izado deberán ir situados en las caras que no estén expuestas en las obras terminadas.

Toda elevación y dispositivos de sujeción se utilizarán de conformidad con la recomendación del fabricante del dispositivo de sujeción y se consignarán en los planos preparados por La Contratista.

Para el transporte de las unidades de hormigón prefabricado La Contratista deberá disponer de los vehículos adecuados para el transporte de este tipo de piezas para evitar cualquier tipo de daño en las mismas.

#### **4.10. ALMACENAMIENTO DE UNIDADES DE HORMIGÓN PREFABRICADO**

Todas las unidades prefabricadas se almacenarán en la forma y en posiciones que eviten daños o grietas de todo tipo y que permitan el levantamiento con un mínimo de manipulación.

En caso que unidades prefabricadas deban ser apiladas en varias alturas, los soportes de apoyo coincidirán en la misma vertical.

#### **4.11. INSTALACIÓN DE UNIDADES DE HORMIGÓN PREFABRICADO**

La Contratista debe asegurar que todas las unidades de hormigón prefabricado se unen sin esfuerzo en sus posiciones relativas correctas que se indican en los planos.

Si debido a las inexactitudes en la posición o nivel o en las dimensiones de las unidades, se considera imposible montar las unidades sin forzarlas en su posición, tal tensión no se realizará y La Contratista deberá dismantelar el trabajo y volver a comenzar la operación.

El uso de agentes de expansión u otros aditivos en el mortero u hormigón in situ para la fijación de elementos prefabricados estará sujeto a la aprobación de la Propiedad.

Durante la instalación de elementos prefabricados, o el vertido de hormigón in situ asociado, La Contratista no deberá imponer cargas anormales.

La Contratista será responsable de asegurar la estabilidad de las unidades antes , durante y después del vertido del hormigón in situ.

#### **4.12. TOLERANCIAS EN LA INSTALACIÓN**

Las unidades prefabricadas se instalarán de manera que la estructura terminada cumpla con los requisitos de tolerancia para el hormigón in situ.

Las siguientes tolerancias particulares se aplicarán a la instalación de elementos prefabricados:

- La diferencia en la cara expuesta a la línea vertical entre unidades adyacentes no excederá de 5mm. Este requisito se aplicará también al nivel superior de las unidades.
- Además, la línea de frente corresponderá visualmente para mostrar una verdadera línea recta.