

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## INDICE

<b><u>CAPITULO 1 GENERAL</u></b>	4
<u>1.1 - ALCANCE</u>	4
<u>1.2 - CARGAS Y SOPORTE DEL CONCRETO</u>	4
<u>1.3 - DEFINICIONES</u>	4
<u>1.4 - NORMAS TECNICAS</u>	5
<u>1.5 - MANUAL DE REFERENCIA EN EL CAMPO</u>	5
<b><u>CAPITULO 2 MATERIALES PARA EL CONCRETO</u></b>	5
<u>2.1 - CEMENTOS</u>	5
<u>2.2 - ADITIVOS</u>	5
<u>2.3 - AGUA</u>	5
<u>2.4 - AGREGADOS</u>	6
<u>2.5 - ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</u>	6
<b><u>CAPITULO 3 DOSIFICACION</u></b>	6
<u>3.1 - GENERALIDADES</u>	6
<u>3.2 - RESISTENCIA</u>	6
<u>3.3 - PESO</u>	7
<u>3.4 - DURABILIDAD</u>	7
<u>3.5 - ASENTAMIENTO</u>	7
<u>3.6 - TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS GRUESOS</u>	7
<u>3.7 - ADITIVOS</u>	7
<u>3.8 - SELECCION DE PROPORCIONES</u>	8
<u>3.9 - DOSIFICACION CON BASE EN EXPERIENCIA PREVIA DE CAMPO O MEZCLAS DE ENSAYO</u>	8
<u>3.10 - DOSIFICACION BASADA EN DATOS EMPIRICOS</u>	11
<u>3.11 - REDUCCION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA</u>	12
<u>3.12 - CONCRETO PREMEZCLADO</u>	12
<u>3.13 - MEZCLAS EMPACADAS EN SECO</u>	12
<u>3.14 - CONCRETO PARA PISOS</u>	12
<b><u>CAPITULO 4 FORMALETAS</u></b>	13
<u>4.1 - GENERALIDADES</u>	13
<u>4.2 - DISEÑO E INSTALACION DE FORMALETAS</u>	13
<u>4.3 - TOLERANCIAS</u>	15
<u>4.4 - PREPARACION DE LA SUPERFICIE DE LAS FORMALETAS</u>	16
<u>4.5 - REMOCION DE FORMALETAS</u>	17
<u>4.6 - REAPUNTALAMIENTO</u>	17
<u>4.7 - RESISTENCIA PARA REMOCION</u>	18
<b><u>CAPITULO 5 REFUERZO</u></b>	18
<u>5.1 - GENERALIDADES</u>	18
<u>5.2 - ACERO DE REFUERZO</u>	18
<u>5.3 - SOLDADURA</u>	20
<u>5.4 - TOLERANCIAS PARA LA FABRICACION Y COLOCACION</u>	20
<u>5.5 - COLOCACION</u>	21
<b><u>CAPITULO 6 JUNTAS E INSTALACIONES EMBEBIDAS</u></b>	22
<u>6.1 - JUNTAS DE CONSTRUCCION</u>	22
<u>6.2 - JUNTAS DE DILATACION</u>	22
<u>6.3 - SELLOS IMPERMEABILIZANTES</u>	23
<u>6.4 - OTRAS INSTALACIONES EMBEBIDAS</u>	23

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

<u>6.5 - COLOCACION DE LAS INSTALACIONES EMBEBIDAS</u>	23
<b><u>CAPITULO 7 PRODUCCION DE CONCRETO</u></b>	23
<u>7.1 - CONCRETO PREMEZCLADO Y CONCRETO PRODUCIDO EN EL SITIO POR DOSIFICACION POR PESO Y MEZCLADO CONTINUO</u>	23
<u>7.2 - OTROS CONCRETOS</u>	24
<u>7.3 - CONTROL DE ADITIVOS</u>	25
<u>7.4 - MEZCLADO Y CONTROL DEL AGUA DE MEZCLA</u>	25
<u>7.5 - CONDICIONES CLIMATICAS</u>	25
<b><u>CAPITULO 8 COLOCACION</u></b>	26
<u>8.1 - PREPARACION ANTES DE LA COLOCACION</u>	26
<u>8.2 - TRANSPORTE</u>	26
<u>8.3 - VACIADO</u>	27
<u>8.4 - PROTECCION</u>	27
<u>8.5 - ADHERENCIA</u>	28
<u>8.6 - CONCRETO BAJO AGUA</u>	28
<b><u>CAPITULO 9 REPARACION DE DEFECTOS SUPERFICIALES</u></b>	28
<u>9.1 - GENERALIDADES</u>	28
<u>9.2 - REPARACION DE AREAS DEFECTUOSAS</u>	29
<u>9.3 - HUECOS DE AMARRES DE LA FORMALETA</u>	29
<u>9.4 - MATERIALES PATENTADOS ESPECIALES</u>	29
<b><u>CAPITULO 10 ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO</u></b>	30
<u>10.1 - GENERALIDADES</u>	30
<u>10.2 - ACABADOS BURDOS</u>	30
<u>10.3 - ACABADOS RETOCADOS</u>	30
<u>10.4 - ACABADOS NO ESPECIFICADOS</u>	31
<u>10.5 - SUPERFICIES NO FORMALETEADAS</u>	31
<b><u>CAPITULO 11 LOSAS</u></b>	31
<u>11.1 - GENERALIDADES</u>	31
<u>11.2 - PREPARACION DE LA SUB BASE PARA LOSAS SOBRE EL TERRENO</u>	32
<u>11.3 - TESTEROS Y LISTONES</u>	32
<u>11.4 - COLOCACION</u>	32
<u>11.5 - JUNTAS</u>	32
<u>11.6 - COMPACTACION</u>	32
<u>11.7 - ACABADOS</u>	33
<u>11.8 - ACABADO SIN ESPECIFICACION</u>	35
<u>11.9 - TOLERANCIAS DE ACABADOS</u>	35
<b><u>CAPITULO 12 CURADO Y PROTECCION</u></b>	35
<u>12.1 - GENERALIDADES</u>	35
<u>12.2 - CONSERVACION DE LA HUMEDAD</u>	36
<u>12.3 - TEMPERATURA, VIENTO Y HUMEDAD</u>	36
<u>12.4 - PROTECCION CONTRA DAÑOS MECANICOS</u>	37
<b><u>CAPITULO 13 CONCRETO A LA VISTA</u></b>	37
<u>13.1 - GENERALIDADES</u>	37
<u>13.2 - DOSIFICACIONES</u>	37
<u>13.3 - FORMALETAS</u>	37
<u>13.4 - COLOCACION DEL CONCRETO</u>	38
<u>13.5 - ACABADOS A LA VISTA ESPECIALES</u>	38
<u>13.6 - REPARACIONES</u>	40

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

<b><u>CAPITULO 14 CONCRETO MASIVO</u></b>	<b>40</b>
<u>14.1 - GENERALIDADES</u>	40
<u>14.2 - MATERIALES</u>	40
<u>14.3 - DOSIFICACION</u>	41
<u>14.4 - COLOCACION</u>	41
<u>14.5 - CURADO Y PROTECCION</u>	41
<b><u>CAPITULO 15 CONCRETO PREESFORZADO</u></b>	<b>41</b>
<u>15.1 - GENERALIDADES</u>	41
<u>15.2 - MATERIALES</u>	42
<u>15.3 - FORMALETERIA</u>	45
<u>15.4 - COLOCACION Y PROTECCION DE TENDONES Y ACOPLES</u>	45
<u>15.5 - APLICACION DE LA FUERZA DE PREESFUERZO</u>	46
<u>15.6 - LECHADA</u>	46
<u>15.7 - PLANOS DE TALLER</u>	47
<b><u>CAPITULO 16 ENSAYOS</u></b>	<b>47</b>
<u>16.1 - GENERALIDADES</u>	47
<u>16.2 - LABORATORIOS DE ENSAYOS</u>	47
<u>16.3 - SERVICIOS DE ENSAYOS</u>	48
<u>16.4 - SERVICIOS ADICIONALES CUANDO SE REQUIERAN</u>	48
<u>16.5 - OTROS SERVICIOS CUANDO SEAN NECESARIOS</u>	49
<u>16.6 - OBLIGACIONES DEL LABORATORIO DE ENSAYOS</u>	49
<u>16.7 - OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA</u>	49
<b><u>CAPITULO 17 EVALUACION Y ACEPTACION DEL CONCRETO</u></b>	<b>50</b>
<u>17.1 - EVALUACION DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS</u>	50
<u>17.2 - ACEPTACION DEL CONCRETO</u>	50
<u>17.3 - ENSAYO DE CONCRETO EN EL SITIO</u>	50
<b><u>CAPITULO 18 ACEPTACION DE LA ESTRUCTURA</u></b>	<b>51</b>
<u>18.1 - GENERALIDADES</u>	51
<u>18.2 - TOLERANCIAS DE DIMENSIONES</u>	51
<u>18.3 - APARIENCIA</u>	52
<u>18.4 - RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA</u>	52
<b><u>CAPITULO 19 CONSTRUCCION DE PILOTES</u></b>	<b>53</b>
<u>19.1 - CONSTRUCCION Y PRESUPUESTO DE PILOTES FUNDIDOS IN-SITU</u>	53
<u>19.2 - CONSTRUCCION Y PRESUPUESTO DE PILOTES DE TORNILLO CONTINUO</u>	55
<b><u>APENDICE A NORMAS TECNICAS MENCIONADAS EN EL TITULO C DE LA NSR-98</u></b>	<b>58</b>
<u>A. 1 SECCION C.3.8 DE LA NSR-98: NORMAS CITADAS EN EL TITULO C DEL REGLAMENTO</u>	58
<u>A. 2 Normas NTC promulgadas por el ICONTEC</u>	58
<u>A. 3 Normas ASTM</u>	60
<u>A. 4 Normas de la AWS</u>	62

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## CAPITULO 1 GENERAL

### 1.1 - ALCANCE

**1.1.1** - Estas especificaciones cobijan la construcción de las estructuras en concreto reforzado del proyecto REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO ERASMO MEOZ

**1.1.2** - Los siguientes temas se consideran fuera del alcance de estas especificaciones:

- (1) Productos de concreto prefabricado.
- (2) Concreto para pavimentos de servicio pesado.
- (3) Concreto para aislamiento, (acústico o térmico)
- (4) Concreto refractario.
- (5) Construcción compuesta (perfiles de acero estructural y concreto).

**1.1.3** - Los requisitos de estas especificaciones rigen donde quiera que sean aplicables exceptuando los casos en que los documentos del contrato estipulen lo contrario. En caso de requisitos contradictorios rigen aquellos consignados en los documentos del contrato.

### 1.2 - CARGAS Y SOPORTE DEL CONCRETO

Las cargas de construcción no deben exceder las cargas que el miembro, con los apoyos suplementarios temporales, es capaz de soportar con seguridad y sin daño. La magnitud, el método de distribución y los apoyos suplementarios temporales propuestos para las cargas adicionales de construcción, deben ser aprobados por el Supervisor Técnico.

### 1.3 - DEFINICIONES

**1.3.1** - A continuación se definen algunas palabras y términos usados en estas especificaciones:

**Aprobado o permitido:** aprobado o permitido por el Supervisor Técnico.

**Documentos del contrato:** los planos y especificaciones del proyecto.

**Construcción a la vista:** Cuando la superficie del concreto no se recubre con otro material.

**NSR-98:** Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998, Decreto 34 de 1999 y Decreto 2809 de 2000.

**Planos del proyecto:** los planos que acompañan las especificaciones del proyecto y que completan la información descriptiva para el trabajo de construcción requerido o referido en las especificaciones del proyecto.

**Supervisor Técnico:** Definido en la Sección A.1.3.9 de la NSR-98.

**Requerido:** requerido por la NSR-98, por estas especificaciones o por los documentos del contrato.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 1.4 - NORMAS TECNICAS

Las presentes especificaciones hacen referencia a las normas técnicas colombianas, NTC, promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC. En aquellos casos que no existe la norma NTC correspondiente, se hace referencia en las normas de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials) ASTM. Cuando la norma NTC está basada en una norma ASTM, ésta se coloca entre paréntesis. Debe consultarse el Apéndice A de estas especificaciones.

## 1.5 - MANUAL DE REFERENCIA EN EL CAMPO

El Contratista y el Supervisor deben tener por lo menos una copia de las presentes especificaciones en la oficina de la obra durante todo el tiempo que dure la construcción.

## CAPITULO 2 MATERIALES PARA EL CONCRETO

### 2.1 - CEMENTOS

**2.1.1** - Los cementos deben cumplir con las especificaciones apropiadas siguientes (Véase la Sección C.3.2 de la NSR-98):

**2.1.1.1** - NTC 121 y NTC 321.

**2.1.1.2** - ASTM C150 y ASTM C596.

**2.1.2** - El cemento utilizado en obra debe corresponder a aquel sobre el cual se basa la selección de las dosificaciones del concreto (Véase Capítulo 3).

### 2.2 - ADITIVOS

**2.2.1** - Cuando se requiera o permita, los aditivos a ser utilizados en el concreto deben cumplir con las especificaciones apropiadas siguientes (véase la Sección C.3.6 de la NSR-98):

**2.2.1.1** - Aditivos incorporadores de aire NTC 3502 (ASTM C260).

**2.2.1.2** - Aditivos reductores de agua, retardantes y acelerantes de fraguado NTC 1299, (ASTM C494), o NTC 4023 (ASTM C1017).

**2.2.1.3** - Aditivos puzolánicos NTC 3493 (ASTM C618).

**2.2.2** - Los aditivos utilizados en obra deben ser de la misma composición que los utilizados en la determinación de las dosificaciones requeridas para el concreto.

### 2.3 - AGUA

El agua de mezcla para el concreto debe cumplir los requisitos de la Sección C.3.4 de la NSR-98. Se recomienda cumplir la norma NTC 3459 (BS 3148).

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 2.4 - AGREGADOS

**2.4.1** - Los agregados para concreto de peso normal deben cumplir con la norma NTC 174 (ASTM C33). Véase la Sección C.3.3 de la NSR-98.

**2.4.2** - Los agregados finos y gruesos deben considerarse como ingredientes separados. Cada tamaño de agregado grueso, así como la combinación de tamaños cuando se utilicen dos o más, deben cumplir con las normas apropiadas, de las normas NTC o ASTM que sean aplicables.

## 2.5 - ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

**2.5.1** - El cemento debe almacenarse en depósitos o silos a prueba de humedad y de contaminación.

**2.5.2** - Las pilas de almacenamiento de agregados deben organizarse y utilizarse de manera que se evite segregación excesiva, y se prevenga la contaminación con otros materiales o con otros tamaños de agregados similares. Para asegurar que se cumpla esta condición, deben realizarse los ensayos necesarios para determinar el cumplimiento de los requisitos de limpieza y gradación, sobre muestras de agregado tomadas en el sitio de mezclas.

**2.5.3** - Antes de ser usada, las pilas de arena natural o triturada, deben dejarse drenar hasta que alcance un contenido de humedad relativamente uniforme, o alternativamente se deben realizar controles de humedad

**2.5.4** - Los aditivos deben almacenarse de manera que se evite contaminación, evaporación, daño o deterioro. Para aquellos utilizados en forma de suspensión o de soluciones no estables, debe proveerse un equipo de agitación, que asegure una distribución uniforme de los ingredientes. Los aditivos líquidos deben protegerse de cambios de temperatura que afecten adversamente sus características.

## CAPITULO 3 DOSIFICACION

### 3.1 - GENERALIDADES

El concreto para todas las partes de la obra debe ser de la calidad especificada, debe ser posible colocarlo sin segregación excesiva, y una vez haya endurecido debe ser capaz de desarrollar todas las características requeridas por estas especificaciones y por los documentos del contrato.

### 3.2 - RESISTENCIA

La resistencia a la compresión especificada del concreto,  $f'_c$ , para cada porción de la estructura debe ser la que se estipula en los documentos del contrato. Los requisitos de resistencia deben basarse en resistencias a la compresión del promedio de dos cilindros normalizados ensayados a los 28 días.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 3.3 - PESO

Las dosificaciones para concreto deben ser por peso. Se prohíben las dosificaciones por volumen.

## 3.4 - DURABILIDAD

**3.4.1** - El concreto de peso normal que vaya a estar sometido a exposición potencialmente destructiva (diferente al uso o a cargas) tales como congelamiento y deshielo, clima severo o agentes químicos debe tener aire incorporado y debe cumplir los límites de contenido de aire de la Tabla C.4-1 de la NSR-98. La relación agua-cemento no debe exceder de 0.50 en peso. (Véase le Capítulo C.4 de la NSR-98 y especialmente la Tabla C.4-1).

**3.4.2** - El concreto, para partes de la estructura que deban ser impermeables, debe tener una relación agua-cemento que no exceda de 0.50 si va estar expuesto a agua dulce o de 0.45 para exposición a agua de mar. (Véase le Capítulo C.4 de la NSR-98 y especialmente la Tabla C.4-2).

**3.4.3** - En concretos que van a estar expuestos a la acción de sulfatos con concentraciones perjudiciales o de soluciones químicamente agresivas, deben utilizarse cementos Portland Tipo V. La relación agua-cemento no debe exceder 0.45 en peso. (Véase le Capítulo C.4 de la NSR-98 y especialmente la Tabla C.4-4).

**3.4.4** - Para concreto preesforzado y para todo concreto en el cual vaya a quedar embebido aluminio o metal galvanizado, se debe demostrar mediante ensayos que el agua de mezcla del concreto, incluyendo la aportada por los agregados y por cualquier aditivo utilizado no vaya a contener cantidades destructivas del ion cloruro. (Véase le Capítulo C.4 de la NSR-98 y especialmente la Tabla C.4-5).

## 3.5 - ASENTAMIENTO

A menos que se permita o especifique otra cosa el concreto debe dosificarse y producirse para tener un asentamiento de 100 mm o menos si la compactación se hace por vibrado, y de 130 mm o menos si la compactación se hace por métodos diferentes al vibrado. Debe permitirse una tolerancia de hasta 25 mm a la máxima indicada, para una cualquiera de cinco mezclas consecutivas ensayadas. Puede usarse concreto con asentamiento más bajo que el usual siempre y cuando se coloque y compacte adecuadamente. El asentamiento debe determinarse de acuerdo con la norma NTC 396 (ASTM C143).

## 3.6 - TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS GRUESOS

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser mayor que 1/5 de la menor dimensión entre los lados de la formaleta, 1/3 del espesor de las losas ni 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre barras de refuerzo. Estas limitaciones pueden obviarse si a juicio del Supervisor Técnico, la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar hormigueros o vacíos.

## 3.7 - ADITIVOS

Si se requiere o permite los aditivos deben someterse a las limitaciones siguientes:

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**3.7.1** - La cantidad de cloruro de calcio no debe exceder del 2% en peso del cemento. La cantidad del cloruro de calcio debe determinarse por el método descrito en NTC 4049 (ASTM C1218 o AASHTO T260).

**3.7.2** - Para concreto preesforzado y para todo concreto que vaya a contener elementos embebidos o vaya a permanecer en contacto con elementos de aluminio o metal galvanizado, deben aplicarse las limitaciones de la Sección 3.4.4 a menos que se tomen medidas protectoras aprobadas por el Supervisor Técnico.

**3.7.3** - Todos los aditivos deben ser utilizados de acuerdo con las instrucciones del fabricante a menos que se especifique otra cosa.

### 3.8 - SELECCION DE PROPORCIONES

**3.8.1 - Generalidades:** La dosificación propuesta para el concreto estará sujeta a la aceptación por parte del Supervisor Técnico tomando en cuenta la capacidad demostrada para producir concreto que cumpla todos los requisitos de estas especificaciones.

**3.8.1.1** - Las proporciones de materiales para el concreto deben establecerse para obtener:

(a) Trabajabilidad y consistencia adecuadas que permitan que el concreto se acomode dentro de las formaleas y alrededor del refuerzo sin segregación o exudación excesivas bajo las condiciones de colocación que vayan a ser utilizadas.

(b) Resistencia a acciones agresivas como lo requiere la Sección 3.4.

(c) Cumplimiento de los ensayos de resistencia requeridos por la Sección 17.2.

(d) Para concreto para pisos, cumplimiento con los requisitos de la Sección 3.14 para la clase de piso exigido.

**3.8.1.2** - La dosificación de concreto debe establecerse sobre la base de experiencia previa de campo o mezclas de ensayo en laboratorio con los materiales que vayan a utilizarse en la obra o como se especifica en la Sección 3.10.

### 3.9 - DOSIFICACION CON BASE EN EXPERIENCIA PREVIA DE CAMPO O MEZCLAS DE ENSAYO

**3.9.1 - Determinación de la Desviación Estándar:**

**3.9.1.1** - La desviación estándar puede calcularse cuando una instalación de producción de concreto, tenga un registro, basado en por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos totalizando por lo menos 30 ensayos dentro de los últimos 12 meses. El registro de ensayos del cual se calcula la desviación estándar debe cumplir lo siguiente:

(a) Representar materiales y condiciones similares a los esperados. Los cambios permisibles en materiales y dosificaciones dentro del registro de ensayos no deben ser más estrictos que aquellos que se tendrán en la obra propuesta.

(b) Representar concreto producido para cumplir una resistencia especificada o una resistencia dentro de un rango de 7 MPa (70 kgf/cm<sup>2</sup>) por arriba o por debajo de la resistencia a la compresión del concreto para la obra propuesta.



## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

(c) Consistir en por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 valores, a menos que en la Sección 3.9.1.2 se especifique otra cosa.

La desviación estándar **S** debe calcularse como:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3-1)$$

donde:

**x<sub>i</sub>** = resistencia a la compresión del ensayo individual  
 **$\bar{x}$**  = el promedio de todos los ensayos individuales de una serie  
**n** = número de ensayos en la serie

Si se utilizan dos registros para obtener un total de por lo menos 30 ensayos, la desviación estándar utilizada debe ser el promedio estadístico de los valores calculados de cada registro de ensayos de acuerdo con:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (3-2)$$

donde:

**$\bar{s}$**  = promedio estadístico de la desviación estándar, cuando se utilicen dos registros de ensayos para estimar la desviación estándar.  
**S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>** = desviaciones estándar calculadas a partir de registros No. 1 y No. 2, respectivamente.  
**n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>** = número de ensayos de los registros No. 1 y No. 2 respectivamente.

**3.9.1.2** - Cuando la instalación productora de concreto no tenga un registro con el número suficiente de ensayos para cumplir con los requisitos de la Sección 3.9.1.1.(c), pero tenga un registro basado en 15 a 29 ensayos consecutivos, la desviación estándar calculada con estos ensayos puede utilizarse, si después del cálculo, el valor se multiplica (incrementándolo) por el factor apropiado dado en la Tabla 3.9.1.2. Para ser aceptado en esta Sección el registro de ensayos debe cumplir las exigencias de las Secciones 3.9.1.1.(a) y 3.9.1.1.(b) y representar ensayos consecutivos. Además el registro de 15 a 29 ensayos debe cubrir una clase de concreto suministrado para un período de tiempo no inferior a 60 días.

**3.9.1.3** - Cuando la instalación de producción de concreto no tenga un registro de ensayos para el cálculo de la desviación estándar que cumpla los requisitos de las Secciones 3.9.1.1 o 3.9.1.2, gobernarán los requisitos de la Sección 3.9.2.

**3.9.2.** - Determinación de la resistencia a la compresión requerida promedio

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**TABLA 3.9.1.2**  
**INCREMENTO DE LA DESVIACION ESTANDAR CUANDO SE TIENEN MAS DE 15 ENSAYOS UTILES**

Número de ensayos	Factor de incremento de la desviación estándar
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o más	1.00

**3.9.2.1** - La resistencia promedio a la compresión requerida  $f'_{cr}$ , utilizada como base para la selección de la dosificación de concreto debe ser el mayor valor de los calculados según las ecuaciones 3.3 o 3.4 utilizando una desviación estándar  $S$  calculada de acuerdo con la Sección 3.9.1.1 o 3.9.1.2.

$$f'_{cr} \geq f'_c + 1.34s \quad (3-3)$$

$$f'_{cr} \geq f'_c + 2.33s - 3.5 \quad (3-4)$$

donde:

$f'_c$  = resistencia a la compresión especificada en MPa

$f'_{cr}$  = resistencia promedio a la compresión requerida, en MPa

$s$  = desviación estándar en MPa

**3.9.2.2** - Cuando no se tenga un registro válido de ensayos para establecer la desviación estándar, la resistencia promedio requerida debe exceder a  $f'_c$  en la cantidad dada en la Tabla 3.9.2.2.

## **3.9.3 - Documentación de la resistencia promedio**

**3.9.3.1** - La documentación que demuestre que la dosificación propuesta de concreto produce una resistencia promedio igual o superior a la resistencia requerida y determinada de acuerdo con la Sección 3.9.2, debe consistir en el registro de los ensayos de resistencia, o algunos registros de ensayos de campo, o debe consistir en los resultados de mezclas de ensayo apropiadas.

**TABLA 3.9.2.2**  
**RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA CUANDO NO SE DISPONE DE REGISTRO VALIDO DE ENSAYOS**

Resistencia especificada $f'_c$ en MPa	Resistencia requerida $f'_{cr}$ en MPa
menor de 21 MPa	$f'_c + 7$ MPa
21 MPa a 35 MPa	$f'_c + 8.5$ MPa
mayor de 35 MPa	$f'_c + 10$ MPa

**3.9.3.2** - Cuando se utilicen los registros de ensayos de campo para demostrar que la dosificación de concreto propuesta produce la resistencia promedio requerida determinada de acuerdo con la Sección 3.9.2, los registros deben representar materiales y condiciones similares a los que se tendrán en obra. Para el propósito de documentar la resistencia promedio potencial, pueden utilizarse, los registros de ensayos que consistan de menos de 30 ensayos pero no menos de 10 ensayos consecutivos, siempre y cuando el registro comprenda un período de tiempo no inferior a 60 días. La dosificación de concreto requerida puede establecerse por interpolación entre las resistencias y dosificaciones de 2 o más registros, siempre que cada uno de ellos cumpla con los requisitos de esta Sección.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**3.9.3.3** - Cuando no se tenga un registro aceptable de ensayos de campo, la dosificación del concreto debe establecerse basándose en mezclas de prueba que cumplan las siguientes restricciones:

- (a) La combinación de materiales para ser utilizada en el trabajo propuesto debe ser la basada en los mismos materiales que se utilizaron.
- (b) Deben prepararse mezclas de prueba con las dosificaciones y las consistencias adecuadas para la obra propuesta, utilizando por lo menos tres relaciones agua/cemento diferentes.
- (c) Las mezclas de prueba deben dosificarse para un asentamiento con una variación de 25 mm respecto al máximo permitido, y para concreto con aire incorporado, con una variación máxima del 0.5% del contenido de aire
- (d) Para cada mezcla propuesta, deben tomarse y curarse, de acuerdo con la norma NTC 550 (ASTM C31), por lo menos tres cilindros por cada edad para ser ensayados a compresión. Para concreto normal, pesado y concreto masivo, cada cambio de la relación agua/cemento debe considerarse como una nueva mezcla. Los cilindros deben ensayarse a compresión de acuerdo con la norma NTC 673 (ASTM C39).
- (e) A partir de los resultados de estos ensayos de cilindros, debe graficarse una curva que muestre la relación entre la resistencia a la compresión y la relación agua/cemento.
- (f) A partir de esta curva debe seleccionarse la relación agua/cemento para producir el concreto de la obra que cumpla con la resistencia promedio requerida por la Sección 3.9.2. El contenido de cemento y las proporciones de mezcla que van a ser utilizados deben ser tales que la relación agua cemento seleccionada y el contenido de cemento no excedan los valores correspondientes al asentamiento máximo permitido. El control en la obra debe ocuparse básicamente de mantener el contenido de cemento, el contenido de agua y el contenido de aire adecuados y la dosificación de agregados adecuados.

### 3.10 - DOSIFICACION BASADA EN DATOS EMPIRICOS

**3.10.1** - Cuando no se disponga de registros de campo aceptables o no se puedan fabricar las mezclas de prueba y si es aceptado por el Supervisor Técnico la relación agua cemento no debe exceder los valores apropiados mostrados en la Tabla 3.10. La Tabla 3.10 no es aplicable cuando se haya dosificado el concreto según la Sección 3.9. (Véase la Sección C.5.4. de la NSR-98).

**TABLA 3.10**  
**MAXIMA RELACION AGUA/CEMENTO PERMISIBLE CUANDO NO SE DOSIFIQUE SEGUN LA SECCION 3.9**

Resistencia especificada $f'_c$ (MPa)	Relación Agua/Cemento en peso máxima permisible	
	sin aire incorporado	con aire incorporado
28	0.44	0.35
26	0.48	0.38
25	0.51	0.40
21	0.58	0.46
18	0.67	0.54

Este método no es aplicable en los casos siguientes:

- (a) Concretos con aditivos diferentes a los usados exclusivamente para incorporar aire.
- (b) Concreto preesforzado.
- (c) Concreto diseñado para resistencias de compresión especificadas superiores a 28 MPa (280 kgf/cm<sup>2</sup>).
- (d) Cemento que no cumpla explícitamente la norma ASTM C150.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

### 3.11 - REDUCCION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA

**3.11.1** - Cuando durante la construcción se disponga de suficientes datos, la cantidad por la cual la resistencia promedio debe exceder la resistencia especificada  $f'_c$  puede reducirse, si esto es aceptado por el Supervisor Técnico. (Véase la Sección C.5.5. de la NSR-98). En la Sección 17.2 se incluyen las condiciones que exigen un incremento en la resistencia. Esta reducción es válida si:

(a) Se dispone de 30 o más ensayos, y el promedio de los ensayos disponibles excede el valor requerido por la Sección 3.9.2.1 utilizando la desviación estándar calculada.

(b) Mas de 15, pero menos de 30 resultados de ensayos, y el promedio de los ensayos disponibles excede el valor requerido por la Sección 3.9.2.1 utilizando la desviación estándar incrementada por el factor de la Tabla 3.9.1.2.

### 3.12 - CONCRETO PREMEZCLADO

**3.12.1** - Cuando el concreto provenga de una planta de premezclado el Supervisor Técnico debe aprobarla.

### 3.13 - MEZCLAS EMPACADAS EN SECO

**3.13.1** - El concreto empacado en seco puede ser usado siempre y cuando se verifique que el producto que se quiera usar es capaz de proporcionar las características requeridas para el concreto.

### 3.14 - CONCRETO PARA PISOS

**3.14.1** - Estos requisitos se aplican sólo en aquellos casos cuando los requerimientos estructurales y de durabilidad no exijan resistencias o contenidos de cemento mayores.

**3.14.2** - Los concretos para pisos se clasifican de acuerdo con la Tabla 3.14.2.(a), dependiendo del uso propuesto para el piso. El asentamiento y la resistencia a los 28 días deben cumplir los límites de la Tabla 3.14.2.(a). Las dosificaciones deben seleccionarse para proporcionar los valores indicados de  $f'_c$  de acuerdo con la Sección 3.9 o 3.10, pero el contenido de cemento no debe ser menor que el dado en la Tabla 3.14.3, excepto por lo permitido en la Sección 3.14.2.(b). Para todas las clases de pisos, la resistencia a la compresión requerida a los tres días debe ser de 12.5 MPa (125 kgf/cm<sup>2</sup>), basada también en los criterios de la Sección 3.9.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

TABLA 3.14.2.(a) - CLASIFICACION DE PISOS

Clase	Tráfico usual	Usos típicos	$f'_c$ MPa	Máximo asentamiento del concreto
1	Humano liviano	Residencial baldosas	21	100 mm
2	Humano	Sitios de reunión	21	100 mm
3	Mecánico liviano	Garajes calles	21	100 mm
4	Mecánico humano	Comercio industria	28	80 mm
5	Humano abrasivo	Acabado piso	32	80 mm
6	Vehículos con ruedas de acero	Industrial Intenso	35(*)	50 mm

(\*) La resistencia requerida depende de la severidad de la abrasión. El rango mostrado cubre muchas situaciones diferentes.

TABLA 3.14.2.(b) - REQUISITOS MINIMOS DE CEMENTO PARA CONCRETO USADO EN PISOS

Tamaño máximo del agregado (mm)	Cemento (kg/m³)
38.1	280
25.4	310
19.0	320
13.0	350
10.0	360

**3.14.3** - Pueden usarse concretos que contengan menos cemento que el presentado en la Tabla 3.14.2.(b), cuando se demuestre a satisfacción del Supervisor Técnico que las dosificaciones propuestas van a producir concreto con un acabado a su satisfacción y un asentamiento que no excede el dado en la Tabla 3.14.2.(a).

## CAPITULO 4 FORMALETAS

### 4.1 - GENERALIDADES

**4.1.1** - Deben utilizarse formaletas siempre que sea necesario confinar el concreto y configurarlo a las dimensiones requeridas. Las formaletas deben tener la resistencia suficiente para soportar la presión resultante de la colocación y del vibrado del concreto, y deben tener la rigidez suficiente para mantener las tolerancias especificadas.

**4.1.2** - Se describen requisitos adicionales para formaletas para concreto en el Capítulo 10, Acabado de las Superficies del Concreto; Capítulo 11, Losas; Capítulo 13, Concreto a la Vista; y Capítulo 15, Concreto Preesforzado.

**4.1.3** - A menos que se requiera o lo permita el Supervisor Técnico, no deben utilizarse los cortes de tierra como formaletas.

**4.1.4** - Los planos de taller para formaletas incluyendo la localización del apuntalamiento y del reapuntalamiento deben someterse a aprobación, tal como lo requieran los documentos del contrato.

### 4.2 - DISEÑO E INSTALACION DE FORMALETAS

**4.2.1** - El diseño de la formaletería, así como su construcción, deben ser responsabilidad del contratista.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**4.2.2** - Las formaletas deben diseñarse para las cargas verticales y las presiones laterales. En el diseño deben tomarse en cuenta las cargas de viento, los esfuerzos permitidos y otros requisitos aplicables del NSR-98.

**4.2.3** - Se dan requisitos para materiales de fachada en el Capítulo 10, Acabado de las Superficies del Concreto. La deflexión máxima de materiales de fachada reflejadas en superficies de concreto expuestas a la vista debe ser 1/240 de la luz libre entre miembros estructurales.

**4.2.4** - Las formaletas deben ser lo suficientemente herméticas para prevenir escapes de mortero desde el concreto. Deben colocarse listones estriados en las esquinas de las formaletas para producir bordes biselados en las superficies permanentemente expuestas. Las esquinas interiores de estas superficies y los bordes de las juntas acabadas no requieren biselado a menos que los documentos del contrato lo requieran.

**4.2.5** - Para mantener las tolerancias especificadas, la formaleta debe curvarse para compensar las deflexiones anticipadas de la misma, antes del endurecimiento del concreto.

**4.2.6** - Deben proveerse medios adecuados de ajuste (cuñas o prensas) para puntales o riostras. Todos los asentamientos deben ser tenidos en cuenta durante la operación del vaciado del concreto. Las formaletas deben arriostrarse para prevenir deflexiones laterales.

**4.2.7** - Deben colocarse aberturas temporales en la base de formaletas para columnas y muros y en otros puntos donde se considere necesario, con el fin de facilitar la limpieza y la observación inmediatamente antes de la colocación del concreto.

**4.2.8** - Los accesorios de formaletas que vayan a quedar parcial o completamente embebidos en el concreto, tales como tirantes y soportes colgantes deben ser del tipo fabricado comercialmente. Los tirantes o amarres para formaletas deben construirse de manera que sus extremos o pasadores puedan ser removidos sin causar descascaramiento apreciable de las caras de concreto. Después de remover los extremos o pasadores de los tirantes de las formaletas, la porción embebida del tirante debe terminar a no menos de dos diámetros o dos veces la mínima dimensión del tirante, a partir de las caras terminadas del concreto que vayan a quedar permanentemente expuestas a la vista, excepto que en ningún caso esta distancia debe ser menor de 20 mm. Cuando la cara terminada del concreto no vaya a quedar permanentemente expuesta a la vista, los tirantes pueden cortarse para emparejarlos con la superficie terminada.

**4.2.9** - En las juntas de construcción, las superficies de contacto de las formaletas de revestimiento para superficies emparejadas expuestas a la vista, deben traslapar el concreto endurecido para prevenir la descompensación o pérdidas de mortero en la junta de construcción y para mantener una superficie alineada.

**4.2.10** - Las formaletas en madera para aberturas de ventanas deben construirse para facilitar su retiro, y si fuese necesario para contrarrestar la deformación de las formaletas.

**4.2.11** - Las cuñas utilizadas para el ajuste final de las formaletas antes del vaciado del concreto deben asegurarse en sus respectivas posiciones después de la revisión final.

**4.2.12** - Las formaletas deben anclarse en los bordes o en otras superficies o miembros de soporte, de manera que se eviten movimientos laterales o verticales de cualquier parte del sistema de formaletas, durante el vaciado del concreto.

**4.2.13** - Deben construirse vías para el movimiento de equipos, con puntales o soportes apoyados directamente en la formaleta o miembro estructural sin que descansen en el acero de refuerzo.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## **4.3 - TOLERANCIAS**

**4.3.1** - A menos que se especifique lo contrario por parte del Supervisor Técnico, las formaleas deben construirse de manera que las superficies del concreto cumplan con los límites de tolerancias presentados en la Tabla 4.3.1.

**4.3.2** - El contratista debe establecer y mantener imperturbables y hasta la terminación y aceptación del proyecto, suficientes puntos de control y puntos de cotas conocidas para ser utilizados como referencias en la verificación de las tolerancias.

**4.3.3** - No obstante las tolerancias presentadas en la Tabla 4.3.1, ninguna porción del edificio puede extenderse más allá de los límites legales del proyecto.

**4.3.4** - Las variaciones permisibles en el desplome y en los ejes para porciones que estén a más de 30 m sobre el nivel del terreno deben ser tal como se especifique en los documentos del contrato.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**TABLA 4.3.1**  
**TOLERANCIAS PARA SUPERFICIES TERMINADAS**

Elemento	Tolerancia
<b>1. Variaciones en el desplome:</b>	
A - En el alineamiento y superficies de columnas, pilas, muros y en las esquinas:	
Por cada 2 m de longitud	5 mm
Máximo para la longitud total	25 mm
B - Para esquinas expuestas de columnas, dilataciones en juntas de control, y otras líneas visibles:	
Por cada 5 m de longitud	5 mm
Máximo para la longitud total	15 mm
<b>2. Variaciones con respecto a los niveles especificados en los documentos del contrato:</b>	
A - En la superficie superior de losas, cubiertas, vigas y gradas, medidas antes de remover los elementos temporales de soporte:	
Por cada 2 m de longitud	5 mm
En cualquier vano o por cada 6 m de longitud	10 mm
Máximo para toda la longitud	20 mm
B - En dinteles expuestos, soleras, antepechos, dilataciones horizontales y otras líneas visibles:	
En cualquier vano o por cada 5 m de longitud	5 mm
Máximo para longitud total	15 mm
<b>3. Variaciones en los ejes, a partir de lo establecido en planos y de la posición de columnas, muros y particiones:</b>	
En cualquier vano	15 mm
Por cada 5 m de longitud	10 mm
Máximo para la longitud total	25 mm
<b>4. Variaciones en las medidas y localización de vacíos, ductos, aberturas en losas y aberturas en muros</b>	
Menos	10 mm
Más	10 mm
<b>5. Variaciones en dimensiones de secciones de columnas y vigas y en el espesor de losas y muros:</b>	
Menos	10 mm
Más	15 mm
<b>6. Zapatas: (*)</b>	
A - Variación de las dimensiones en planta:	
Menos	15 mm
Más	50 mm
B - Mala colocación o excentricidad:	
Dos por ciento del ancho de la zapata en la dirección de la mala colocación pero no más de	50 mm
C - Espesor:	
Reducción del espesor especificado	5%
Incremento del espesor especificado	Sin límite
<b>7. Variaciones en escalones:</b>	
A - En un tramo de escaleras:	
Contra Huellas	±5 mm
Huellas	±10 mm
B - En peldaños independientes:	
Contra Huella	±2 mm
Huella	±5 mm

(\*) Tolerancias aplicables únicamente a las dimensiones del concreto y no a la posición del acero de refuerzo vertical.

## 4.4 - PREPARACION DE LA SUPERFICIE DE LAS FORMALETAS

**4.4.1** - Todas las superficies de formaletas y de materiales embebidos deben limpiarse de residuos acumulados de mortero o lechada de usos anteriores y de cualquier material extraño, antes de la colocación del concreto sobre ellas.

**4.4.2** - A menos que se especifique o apruebe lo contrario, debe utilizarse el siguiente tratamiento a las superficies de las formaletas:

**4.4.2.1** - Antes de colocar ya sea el acero de refuerzo o el concreto, las superficies de las formaletas deben cubrirse con un material protector aprobado por el Supervisor Técnico que prevenga efectivamente la absorción de humedad e impida la unión con el concreto sin dejar manchas en la



## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

superficie del mismo. Puede utilizarse un agente removedor aplicado en la formaleta en obra, un sellante de tipo aprobado, o un forro no absorbente de aplicación industrial.

**4.4.2.2** - No debe dejarse acumular en las formaletas excesos del material de recubrimiento, ni debe permitirse que el material de recubrimiento entre en contacto con concreto endurecido sobre el cual se va a depositar concreto fresco.

### 4.5 - REMOCION DE FORMALETAS

**4.5.1** - Cuando se requiera tempranamente una reparación de defectos superficiales o de acabados, las formaletas pueden removerse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para resistir posibles daños que se ocasionen durante la operación de remoción.

**4.5.2** - Las formaletas superiores de superficies inclinadas de concreto, deben removerse tan pronto como el concreto haya alcanzado la rigidez suficiente para evitar hundimiento o desplome. Cualquier reparación necesaria o tratamiento requerido en estas superficies inclinadas debe realizarse inmediatamente, y luego continuar el curado especificado.

**4.5.3** - Las formaletas en madera para aberturas en muros deben removerse tan pronto como sea posible sin causar daño al concreto.

**4.5.4** - Las formaletas para columnas, muros, testeros de vigas y otras partes que no soporten el peso directo del concreto pueden removerse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para resistir daños causados por la operación de remoción.

**4.5.5** - Las formaletas y apuntalamientos utilizados para soportar el peso propio del concreto en vigas, losas y otros elementos estructurales deben permanecer en el sitio hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia mínima especificada en los documentos del contrato referentes a remoción de formaletas y puntales.

**4.5.6** - Cuando los puntales y otros soportes verticales estén distribuidos de manera tal que las formaletas no portantes de fachadas puedan ser removidas sin que afecten o aflojen los puntales y soportes, esta formaleta de fachada puede removerse antes del tiempo especificado o permitido.

### 4.6 - REAPUNTALAMIENTO

**4.6.1** - Cuando se permita o requiera reapuntalamiento, las operaciones deben planearse con anterioridad y deben someterse a aprobación del Supervisor Técnico. Cuando el reapuntalamiento se esté realizando, no debe permitirse carga viva sobre la nueva construcción.

**4.6.2** - En ningún caso durante el reapuntalamiento, debe permitirse que el concreto en vigas, losas, columnas o cualquier otro miembro estructural se someta a la combinación de cargas muertas y de construcción adicionales a las cargas permitidas por el Supervisor Técnico para la resistencia del concreto desarrollada en el momento del reapuntalamiento. Los puntales del reapuntalamiento deben colocarse tan pronto como sea posible después de que las operaciones de remoción se hayan completado, pero en ningún caso, después del final del día de trabajo en el cual ocurra la remoción. Estos puntales deben ajustarse para soportar las cargas requeridas sin sobre esforzar la construcción, y deben permanecer en su sitio hasta que los ensayos representativos del concreto que se está soportando hayan alcanzado la resistencia especificada,  $f'_c$ , o la resistencia especificada en los documentos del contrato referentes a remoción del reapuntalamiento.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**4.6.3** - Los pisos que soporten puntales sobre concreto vaciado recientemente deben tener sus puntales de soporte originales en sus sitios o deben ser reapuntalados. El sistema de reapuntalamiento debe tener una capacidad suficiente para resistir las cargas anticipadas y en todos los casos debe tener una capacidad por lo menos igual a la mitad de la capacidad del sistema de apuntalamiento superior. Los puntales de reapuntalamiento deben colocarse directamente debajo de la posición de un puntal superior a menos que se permitan otras localizaciones.

**4.6.4** - En edificaciones de varios pisos el reapuntalamiento debe extenderse en un número suficiente de pisos para distribuir el peso de concreto, formaletas recientemente colocadas y de las cargas vivas de construcción, de manera que no sean excedidas las cargas de diseño de los pisos que soportan puntales.

### 4.7 - RESISTENCIA PARA REMOCION

Cuando la remoción de formaletas o del reapuntalamiento se base en una resistencia determinada alcanzada por el concreto, debe suponerse que éste ha alcanzado dicha resistencia cuando se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

**4.7.1** - Cuando los cilindros de ensayo, curados en obra simultáneamente con el concreto que estos representan, hayan alcanzado la resistencia especificada para remoción de formaletas o de reapuntalamientos. Excepto debido a las condiciones de curado y por la edad de prueba, los cilindros deben fundirse y ensayarse como se especifica en el Capítulo 16, Ensayos.

**4.7.2** - Cuando el concreto haya sido curado de acuerdo con los requisitos del Capítulo 12 para la misma duración de tiempo para la cual los ensayos de cilindros curados en el laboratorio alcanzaron la resistencia especificada. La duración de tiempo que el concreto ha sido curado en la estructura debe determinarse como el número de días acumulados, o una fracción de estos, durante los cuales la temperatura del aire en contacto con el concreto haya sido superior a 10°C y el concreto haya sido cubierto o protegido de pérdidas de humedad.

## CAPITULO 5 REFUERZO

### 5.1 - GENERALIDADES

**5.1.1** - Los planos que muestren todas las dimensiones de figuración y localización para la colocación del acero de refuerzo y accesorios, deben someterse a la aprobación por parte del Supervisor Técnico. La aprobación debe obtenerse antes de la figuración.

**5.1.2** - Los detalles del refuerzo y accesorios de concreto no cubiertos aquí deben estar de acuerdo con el NSR-98.

### 5.2 - ACERO DE REFUERZO

**5.2.1** - Todo el refuerzo debe ser de la resistencia requerida por los documentos del contrato y debe cumplir con la especificación más apropiada de las presentadas en 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 y 5.2.5, excepto por lo siguiente:

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**5.2.1.1** - El esfuerzo a la fluencia debe determinarse mediante el ensayo de barras de diámetro completo.

**5.2.1.2** - Para barras, alambre y malla con una resistencia a la fluencia especificada  $f_y$  mayor a 420 MPa (4200 kgf/cm<sup>2</sup>),  $f_y$  debe ser el esfuerzo que corresponde a una deformación de 0.35%.

### **5.2.2 - Barras de Refuerzo corrugado**

Las barras corrugadas para refuerzo deben cumplir con la norma NTC 2289 (ASTM A706). En zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, según la NSR-98, solo se permite el acero fabricado bajo la norma NTC 2289 (4a revisión) (ASTM A706). Únicamente en zonas de amenaza sísmica baja, según la NSR-98, se permite el uso de acero corrugado fabricado bajo la norma NTC 248 (ASTM A615).

### **5.2.3 - Refuerzo liso**

El refuerzo debe ser corrugado. El refuerzo liso solo puede utilizarse en estribos, espirales o tendones, y refuerzo de repartición y temperatura. Las barras lisas para estribos, refuerzo de repartición y temperatura o refuerzo en espiral deben cumplir con la norma NTC 161 (ASTM A615) o con los requisitos para refuerzo corrugado especificados en 5.2.2.1.

### **5.2.4 - Mallas electro soldadas**

**5.2.4.1** - Las mallas electro soldadas deben cumplir con la muestra y el tamaño de malla de alambre liso o corrugado requerido o mostrado en los documentos del contrato y debe cumplir con uno de los requisitos siguientes:

**5.2.4.2** - Para malla fabricadas con alambre liso, la norma NTC 1925 (ASTM A185) excepto que las intersecciones soldadas no deben tener un espaciamiento mayor a 300 mm en la dirección del refuerzo principal.

**5.2.4.3** - Para mallas fabricadas con alambre corrugado, la norma NTC 2310 (ASTM A497) excepto que las intersecciones soldadas no deben tener un espaciamiento mayor a 400 mm en la dirección del refuerzo principal.

### **5.2.5 - Tendones para concreto preesforzado**

Los alambres, los torones y las barras para refuerzo en concreto preesforzado, deben cumplir con una de las siguientes normas NTC 159 (ASTM A421), NTC 2010 (ASTM A416), y NTC 2142 (ASTM A722). Los alambres, torones y barras no incluidas específicamente en las normas NTC 159 (ASTM A421), NTC 2010 (ASTM A416), y NTC 2142 (ASTM A722), pueden utilizarse siempre que cumplan con los requisitos mínimos de estas normas y no tengan propiedades que los hagan menos satisfactorios que aquellos incluidos en las normas mencionadas anteriormente.

### **5.2.6 - Evaluación y aceptación del acero de refuerzo**

De acuerdo con la Sección C.3.5.8 del NSR-98, deben tomarse y ensayarse muestras representativas de los aceros de refuerzo utilizados en la obra, con la frecuencia y alcance indicados en el Título I del Reglamento. Los ensayos deben realizarse de acuerdo con lo especificado en la norma NTC, de las enumeradas en C.3.8, correspondiente al tipo de acero. Los ensayos deben demostrar, inequívocamente, que el acero utilizado cumple la norma técnica NTC correspondiente y el laboratorio que realice los ensayos debe certificar la conformidad con ella. Copia de estos certificados de conformidad deben remitirse al Supervisor Técnico y al ingeniero diseñador. El certificado de conformidad expedido por el laboratorio debe contener como mínimo lo siguiente:

- (a) nombre y dirección de la obra

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

- (b) fecha de recepción de las muestras y fecha de realización de los ensayos,
- (c) fabricante y norma NTC bajo la cual se fabricó el material y bajo la cual se realizaron los ensayos,
- (d) peso por unidad de longitud de la barra, alambre, malla o torón de refuerzo, y su conformidad con las variaciones permitidas, y su diámetro nominal,
- (e) características del corrugado, cuando se trate de acero corrugado,
- (f) resultados del ensayo de tracción, los cuales deben incluir: la resistencia a la fluencia y la resistencia última, evaluadas utilizando el área nominal de la barra, alambre, malla o torón de refuerzo indicada en la norma NTC correspondiente, y el porcentaje de alargamiento obtenido del ensayo,
- (g) resultado del ensayo de doblamiento,
- (h) composición química cuando ésta se solicita.
- (i) conformidad con la norma de fabricación y
- (j) nombre y firma de director del laboratorio.

### 5.3 - SOLDADURA

Cuando se requiera o se apruebe, el procedimiento de soldadura del acero de refuerzo debe cumplir con la norma NTC 4040 (Código de la American Welding Society AWS D1.4). No deben hacerse soldaduras en los dobleces de una barra. No deben permitirse soldaduras en barras que se crucen (soldaduras de agarre) a menos que sean autorizadas por el Supervisor Técnico.

### 5.4 - TOLERANCIAS PARA LA FABRICACION Y COLOCACION

**5.4.1** - Las barras usadas para refuerzo del concreto deben fabricarse de acuerdo con las tolerancias de fabricación dadas en la norma ACI 315.

**5.4.2** - Las barras deben colocarse con las siguientes tolerancias:

**5.4.2.1** - Distancia libre a las superficies acabada: .....± 10 mm

**5.4.2.2** - Espaciamiento mínimo entre barras: .....± 10 mm

**5.4.2.3** - Barras superiores en losas y vigas:

Miembros de 200 mm de espesor o menos: .....± 10 mm

Miembros de espesor mayor a 200 mm pero inferior a 600 mm: .....± 13 mm

Miembros de más de 600 mm de espesor: .....± 25 mm

**5.4.2.4** - Cruce de miembros: ..... espaciados uniformemente en un rango de 50 mm

**5.4.2.5** - Longitud de los miembros: .....± 50 mm

**5.4.3** - Las barras pueden moverse lo necesario para evitar interferencias con otro acero de refuerzo, conductos u otras instalaciones embebidas. Si las barras se mueven más que un diámetro de barra, o lo suficiente para exceder las tolerancias anteriores, la localización resultante de barras debe someterse a ajuste y aprobación.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 5.5 - COLOCACION

5.5.1 - El recubrimiento mínimo de concreto para el refuerzo, excepto para ambientes extremadamente corrosivos, para otras exposiciones severas, o para recubrimientos protectores contra el fuego debe ser como sigue :

5.5.1.1 - Concreto vaciado contra la tierra: .....75 mm

5.5.1.2 - Superficies acabadas expuestas a la intemperie, o en contacto con la tierra  
para barras No. 6 (3/4" o 20 mm) o mayores: .....50 mm  
para barras menores del No. 6 (3/4" o 20 mm): .....38 mm

5.5.1.3 - Superficies interiores  
vigas y columnas: .....38 mm  
losas, muros y viguetas con barras del  
No. 11 (1-3/8" o 32 mm) o inferiores: .....20 mm

5.5.2 - Todo refuerzo, en el momento del vaciado del concreto, debe estar libre de barro, aceite o cualquier otro material que pueda afectar adversamente o reducir la adherencia. El refuerzo con óxido, escamas o una combinación de ambos puede aceptarse como satisfactorio sin ser limpiado o cepillado con grata, siempre y cuando las dimensiones y pesos, incluyendo las alturas de las deformaciones de una muestra cepillada con grata, no sean menores que las requeridas por la especificación NTC correspondiente.

5.5.3 - Todo refuerzo debe apoyarse y asegurarse entre sí, para evitar desplazamientos, debido a las cargas de construcción o al vaciado del concreto, que excedan las tolerancias de la Sección 5.4. Sobre la tierra, donde sea necesario pueden usarse bloques de concreto como soporte. Sobre las formaleas debe usarse concreto, metal, plástico u otros espaciadores o soportes de barra aprobados por el Supervisor Técnico. Donde la superficie de concreto vaya a estar expuesta a la intemperie con la edificación terminada, las porciones de todos los accesorios, localizados hasta 12.5 mm adentro del concreto deben ser no corrosivos o protegidos contra la corrosión.

5.5.4. - Las mallas electro soldadas diseñadas como refuerzo para soportar carga deben traslaparse donde las mallas y láminas sean continuas de tal manera que el traslapo medido entre alambres transversales extremos de cada malla no sea menor que el espaciamiento de alambres transversales más 50 mm. Esta malla debe apoyarse tal como se requiere para barras de refuerzo.

5.5.5 - Las mallas electro soldadas no diseñadas específicamente como refuerzo para soportar carga deben traslaparse donde quiera que las mallas o láminas sucesivas sean continuas, de tal manera que el traslapo medido entre alambres transversales extremos de cada malla no sea menor a 50 mm. La malla debe extenderse dentro de vigas y muros de soporte 100 mm del borde del concreto. Puede extenderse a través de juntas de contracción. Para asegurar una adecuada posición en las losas, las mallas deben estar adecuadamente apoyadas durante el vaciado del concreto mediante los métodos de la Sección 5.5.3 o mediante la colocación de la malla sobre una capa de concreto fresco a la profundidad correcta antes de colocar la capa superior de la losa.

5.5.6 - Las barras verticales en columnas deben estar corridas por lo menos un diámetro de barra en los empalmes traslapados. Para asegurar una colocación adecuada deben suministrarse plantillas de colocación para todas las barras de transferencia (dowells) en las columnas.

5.5.7 - Todos los empalmes que no se muestren en los documentos del contrato deben someterse a aprobación por parte del Supervisor Técnico. Pueden utilizarse con aprobación previa conectores mecánicos de barras de refuerzo.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**5.5.8** - A menos que el Supervisor Técnico lo permita, el refuerzo no debe doblarse después de estar embebido en concreto endurecido.

## CAPITULO 6 JUNTAS E INSTALACIONES EMBEBIDAS

### 6.1 - JUNTAS DE CONSTRUCCION

**6.1.1** - Las juntas no indicadas en el documento del contrato deben hacerse y localizarse de tal manera que no perjudiquen significativamente la resistencia de la estructura y deben ser aprobadas por el Supervisor Técnico. En general deben localizarse cerca de la mitad de las luces de las losas, vigas o vigas principales, a menos que una viga intercepte una viga principal en su parte central, en cuyo caso las juntas en las vigas principales deben desplazarse una distancia igual al doble del ancho de la viga. Las juntas de construcción en muros y columnas deben localizarse en el lado inferior de pisos, losas, vigas o vigas principales, o en la parte superior de las zapatas o de las losas de piso. Las vigas, vigas principales, ménsulas, capiteles de columnas, cartelas y ábacos deben vaciarse al mismo tiempo y monolíticamente con el sistema de losas. Las juntas deben ser perpendiculares al refuerzo principal.

**6.1.2** - Todo el refuerzo debe continuarse a través de las juntas. Los ganchos y barras de transferencia (dowells) inclinadas deben colocarse bajo la inspección del Supervisor Técnico. Deben colocarse llaves longitudinales de por lo menos 40 mm de profundidad, en todas las juntas en muros y entre muros y losas y zapatas.

**6.1.3** - La superficie del concreto en todas las juntas de construcción debe limpiarse completamente y debe removerse toda la lechada y agua estancada antes del vaciado del concreto adyacente.

**6.1.4** - Cuando se requiera o permita, la adherencia debe obtenerse por medio de alguno de los métodos siguientes:

**6.1.4.1** - La utilización de un adhesivo aprobado.

**6.1.4.2** - La utilización de un retardador químico aprobado, que retarda pero no impide el fraguado de la superficie del mortero. El mortero retardado debe removerse dentro de las 24 horas siguientes a su colocación para producir una superficie de unión de agregados expuestos limpia.

**6.1.4.3** - Picando la superficie del concreto de una manera aprobada, para exponer uniformemente el agregado y lograr una superficie libre de partículas de agregado sueltas y de concreto deteriorado.

### 6.2 - JUNTAS DE DILATACION

**6.2.1** - No debe permitirse que el refuerzo o cualquier otro elemento embebido o unido al concreto (excepto las barras de transferencia (dowells) en losas de piso unidas únicamente a un lado de la junta) se prolongue continuamente a través de una junta de dilatación.

**6.2.2** - Los sellantes premoldeados de las juntas de dilatación deben ser del tipo requerido por los documentos del contrato y deben cumplir alguna de las especificaciones siguientes:

**6.2.2.1** - "Especificación Estándar para Sellantes de Juntas de Dilatación Preformadas para Concreto (Tipo Bituminoso)" (ASTM D994).

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**6.2.2.2** - "Especificación Estándar para Sellantes de Juntas de Dilatación Preformadas para Pavimentos de Concreto y Construcciones Estructurales (Tipos Bituminosos No Extrusivos y No Resilientes)" (ASTM D1751).

**6.2.2.3** - "Especificación Estándar para Caucho Esponjoso Preformado y Rellenos de Corcho de Juntas de Dilatación para Pavimentos de Concreto y Construcciones Estructurales" (ASTM D1752).

### **6.3 - SELLOS IMPERMEABILIZANTES**

**6.3.1** - El material, diseño y localización de sellos impermeabilizantes en las juntas debe ser como se indica en los documentos del contrato.

**6.3.2** - Cada pieza de sello impermeable premoldeada debe tener la longitud máxima factible de manera que el número de juntas extremas sea llevado a un mínimo.

**6.3.3** - Las juntas en las intersecciones y en los extremos de los elementos deben hacerse de la manera más apropiada, de acuerdo al material que se esté utilizando. Las juntas deben desarrollar una impermeabilidad efectiva igual a aquella desarrollada por el material continuo de los sellos impermeabilizantes, deben desarrollar no menos del 50% de la resistencia mecánica de la sección adyacente y deben mantener permanentemente su flexibilidad.

### **6.4 - OTRAS INSTALACIONES EMBEBIDAS**

**6.4.1** - Todas las inserciones, anclajes, e instalaciones embebidas requeridas para trabajos inmediatos o como soporte de éstos deben colocarse antes del vaciado del concreto.

**6.4.2** - Deben darse suficientes detalles a todos los contratistas cuyo trabajo esté relacionado con el concreto o deba apoyarse sobre éste, y debe darse oportunidad para introducir y/o colocar instalaciones embebidas antes del vaciado del concreto.

### **6.5 - COLOCACION DE LAS INSTALACIONES EMBEBIDAS**

El material expansivo para las juntas, los sellos impermeabilizantes y otras instalaciones embebidas deben colocarse cuidadosamente y apoyarse para evitar desplazamientos. Los huecos para anclajes deben rellenarse temporalmente con material removible para evitar la entrada del concreto.

## **CAPITULO 7 PRODUCCION DE CONCRETO**

### **7.1 - CONCRETO PREMEZCLADO Y CONCRETO PRODUCIDO EN EL SITIO POR DOSIFICACION POR PESO Y MEZCLADO CONTINUO**

**7.1.1** - Excepto por lo especificado en otras partes de este Capítulo, el concreto premezclado debe dosificarse, mezclarse y transportarse de acuerdo con la norma NTC 3318 (ASTM C94).

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**7.1.2** - El concreto producido en el sitio mediante dosificación por peso y mezclado continuo debe dosificarse y mezclarse de acuerdo con y cumpliendo todos los requisitos de la norma NTC 4027 (ASTM C685).

## 7.2 - OTROS CONCRETOS

### 7.2.1 - *Dosificación*

**7.2.1.1** - Las balanzas para pesar los ingredientes del concreto deben tener una precisión en uso del  $\pm 0.5\%$  de su capacidad total. Los ensayos estándar del pesado deben ser eficaces para permitir la verificación de la precisión de la balanza.

**7.2.1.2** - El manejo de los equipos de dosificación debe ser tal que los ingredientes del concreto se midan consistentemente dentro de las tolerancias siguientes:

Cemento	$\pm 1\%$
Agua	$\pm 1\%$
Agregados	$\pm 2\%$
Aditivos	$\pm 3\%$

**7.2.1.3** - Cada mezcla de concreto debe cargarse dentro de la mezcladora de manera que un poco de agua entre antes que el cemento y los agregados. El agua debe continuar fluyendo durante un período de tiempo que puede extenderse hasta el final de la primera cuarta parte del tiempo especificado para la mezcla. Deben proveerse los mecanismos para prevenir que los ingredientes de una mezcla entren al mezclador antes que la mezcla previa haya sido descargada completamente.

### 7.2.2 - *Mezclado*

**7.2.2.1** - El concreto debe mezclarse en una mezcladora capaz de combinar completamente los agregados, el cemento y el agua en una masa uniforme dentro del tiempo especificado de mezcla y de descargar este concreto sin segregación de los componentes. El mezclador debe llevar una losa del fabricante que indique la capacidad nominal y debe operarse de acuerdo con esto.

**7.2.2.2** - Los mezcladores con una capacidad nominal mayor o igual a  $0.76 \text{ m}^3$  (1 yarda cúbica) deben cumplir con los requisitos de la "División de Fabricantes de Mezcladores de Planta" de la "Oficina de Productores de Plantas de Concreto" (Plant Mixers Manufacturers Division of the Concrete Plant Manufacturers Bureau).

**7.2.2.3** - Excepto por lo especificado en la Sección 7.2.2.4, las tandas menores o iguales a  $0.76 \text{ m}^3$  (1 yarda cúbica) deben mezclarse durante por lo menos 1 minuto. El tiempo de mezclado debe incrementarse en 15 segundos por cada  $0.76 \text{ m}^3$  (1 yarda cúbica) o fracción de capacidad adicional. Para las mezclas secas los tiempos de mezclado deben aumentarse de acuerdo con las especificaciones definidas en los documentos del contrato.

**7.2.2.4** - Pueden permitirse tiempos de mezclado más cortos siempre y cuando los resultados de ensayos realizados de acuerdo con la Sección 9.3.2 de la norma NTC 3318 (ASTM C94), indiquen que el tiempo es suficiente para producir un concreto uniforme.

**7.2.2.5** - Deben proveerse controles que aseguren que la mezcla no pueda descargarse hasta que no se haya cumplido el tiempo de mezclado requerido. Debe transcurrir por lo menos  $3/4$  partes del tiempo requerido para el mezclado después de haber sido agregada la última porción de agua de mezcla.



## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**7.2.2.6** - El interior del mezclador debe estar libre de acumulaciones que vayan a interferir con la acción de mezclado. Las paletas del mezclador deben cambiarse cuando hayan perdido el 10% de su altura original o de acuerdo con las exigencias de los manuales de mantenimiento de cada equipo específico.

### 7.3 - CONTROL DE ADITIVOS

**7.3.1** - Los aditivos químicos de la mezcla deben colocarse dentro del mezclador como soluciones y deben medirse por un mecanismo dispensador. El líquido debe considerarse como una parte del agua de mezcla. Los aditivos que no puedan añadirse en solución pueden pesarse o medirse en volumen si así es la recomendación del fabricante.

**7.3.2** - Si se usan dos o más aditivos estos deben añadirse separadamente para evitar posible interacción que pueda interferir con la eficiencia de cualquiera de los aditivos o afectar adversamente el concreto.

**7.3.3** - La adición de aditivos retardadores debe completarse 1 minuto después que la adición del agua al cemento haya sido completada, o antes del comienzo de los últimos 3/4 del tiempo requerido de mezclado, lo que ocurra primero.

### 7.4 - MEZCLADO Y CONTROL DEL AGUA DE MEZCLA

**7.4.1** - El concreto debe mezclarse únicamente en las cantidades para uso inmediato. El concreto que haya fraguado, no debe remezclarse y debe descartarse.

**7.4.2** - Cuando el concreto llegue a la obra con un asentamiento inferior al adecuado para su colocación, tal como lo indican las especificaciones, puede adicionarse agua solamente si no son excedidos ni la relación agua-cemento máxima permitida ni el asentamiento máximo. El agua debe incorporarse mediante un mezclado adicional igual a por lo menos la mitad del mezclado total requerido. Una adición de agua por encima de la permitida por la limitación de la relación agua-cemento debe acompañarse por una cantidad de cemento suficiente para mantener la relación agua-cemento adecuada. Tal adición debe ser autorizada por el Supervisor Técnico o su representante.

### 7.5 - CONDICIONES CLIMATICAS

#### 7.5.1 - *Clima frío*

**7.5.1.1** - En clima frío, la temperatura del concreto cuando sea descargado en el sitio de la obra debe cumplir con los requisitos de temperatura de la Tabla 7.5.1.1.

**TABLA 7.5.1.1**  
**LIMITACIONES DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO CUANDO SE DESCARGA EN EL SITIO DE LA OBRA**

Temperatura del aire grados C	Temperatura mínima del concreto, grados C	
	Secciones con su dimensión mínima menor que 300 mm	Secciones con su dimensión mínima mayor que 300 mm
-1° a 7°	16°	10°
-18° a -1°	18°	13°
menor de -18°	21°	16°

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**7.5.1.2** - Si el agua o el agregado se calientan por encima de 38°C, el agua debe combinarse con el agregado en el mezclador antes de que el cemento sea adicionado. El cemento no debe mezclarse con aguas o con mezclas de agua y agregado que tengan una temperatura superior a los 38°C.

**7.5.2 - Clima Cálido:** Si debido a la alta temperatura se ha encontrado bajo asentamiento, falso fraguado o juntas frías, los ingredientes deben enfriarse antes del mezclado con capas de hielo o hielo bien molido de un tamaño tal que se derrita completamente durante el mezclado. El hielo molido pueden sustituir total o parcialmente el agua de mezcla. Nunca debe utilizarse cemento que tenga una temperatura superior a los 40°C.

## CAPITULO 8 COLOCACION

### 8.1 - PREPARACION ANTES DE LA COLOCACION

**8.1.1** - Todo concreto endurecido y material extraño deben ser removidos de las superficies internas del equipo transportador.

**8.1.2** - El sistema de formaletas debe estar instalado completamente; el agua deben haber sido removida; el refuerzo debe haber sido asegurado en su sitio; los materiales expansivos para las juntas, anclajes y otros elementos embebidos deben haber sido colocados; y la preparación total debe haber sido aprobada por el Supervisor Técnico.

**8.1.3** - Las superficies semiporosas deben rociarse suficientemente con agua para eliminar la absorción y las superficies porosas deben sellarse de una manera aprobada (Sección 11.1).

### 8.2 - TRANSPORTE

**8.2.1** - El concreto debe transportarse desde el equipo mezclador hasta el sitio de colocación final, tan rápido como sea posible y por métodos que prevengan la segregación o la pérdida de ingredientes y de una manera tal que se asegure que la calidad requerida para el concreto se mantenga.

**8.2.2** - El equipo transportador debe ser aprobado y debe ser de un tamaño y diseño tales que el fraguado detectable del concreto no ocurra antes de la colocación del concreto adyacente. El equipo transportador debe limpiarse al final de cada operación o día de trabajo. El equipo y las operaciones de transporte deben cumplir los requisitos adicionales siguientes:

**8.2.2.1** - Los camiones mezcladores, los agitadores y las unidades no agitadoras y su manera de aplicación deben cumplir los requisitos aplicables de la norma NTC 3318 (ASTM C94).

**8.2.2.2** - Las bandas transportadoras deben colocarse horizontalmente o con una pendiente que no cause segregación excesiva o pérdida de ingredientes. El concreto debe protegerse contra humedecimiento excesivo o elevaciones de temperatura. Debe utilizarse una disposición aprobada en el extremo de descarga para prevenir segregación aparente. No debe permitirse que el mortero se adhiera a la longitud de retorno de la cinta. Las cantidades grandes deben descargarse en tolvas o a través de un regulador.

**8.2.2.3** - Los conductos deben ser de metal o forrados en metal y no deben tener pendientes que excedan 1 vertical a 2 horizontal, ni menos que 1 vertical a 3 horizontal. Pueden utilizarse conductos

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

de más de 6 m de longitud y aquellos que no cumplan los requisitos de pendientes, siempre y cuando descarguen dentro de una tolva antes de la distribución.

**8.2.2.4** - El equipo de bombeo y de transporte neumático debe ser del tipo apropiado con capacidad adecuada de bombeo. El vaciado neumático debe controlarse de manera que no se presente segregación en el concreto descargado. La pérdida de asentamiento en el equipo de bombeo o en el equipo transportador neumático no debe exceder 50 mm. El concreto no debe transportarse a través de tubos hechos de aluminio o de aleaciones con base en aluminio.

### 8.3 - VACIADO

**8.3.1 - Generalidades:** El concreto debe depositarse continuamente o en capas de un espesor tal que no quede depositado sobre concreto que haya endurecido lo suficiente para causar la formación de grietas o planos de debilidad en la sección. Si una sección no puede colocarse continuamente, deben localizarse juntas de construcción como se muestre en los documentos del contrato o como se apruebe. El vaciado debe hacerse a una tasa tal que el concreto que se esté integrando al concreto fresco esté aún plástico. El concreto que se haya endurecido parcialmente o que haya sido contaminado por materiales extraños no debe depositarse en la estructura. Los separadores temporales en las formaletas deben removerse cuando el vaciado del concreto haya alcanzado una elevación tal que haga que su servicio sea innecesario. Estos pueden permanecer embebidos en el concreto únicamente si son de metal o de concreto y si se ha obtenido aprobación previa.

**8.3.2 - Colocación:** El vaciado del concreto en elementos soportados por elementos de concreto no debe empezar hasta que el concreto vaciado previamente en columnas y muros deje de ser plástico y haya permanecido en su sitio por lo menos 2 horas.

**8.3.3 - Segregación:** El concreto debe depositarse tan cerca como sea posible a su posición final para evitar la segregación debida al manejo o al flujo. El concreto no debe someterse a ningún procedimiento que cause segregación.

**8.3.4 - Compactación:** Todo concreto debe compactarse con vibrador, pala, rodillo o varilla de manera que sea trabajado intensamente alrededor del refuerzo, alrededor de instalaciones embebidas y en las esquinas de las formaletas, eliminando así bolsas de aire y de agregado grueso que pueden causar porosidades, hormigueros o planos de debilidad. Los vibradores internos deben ser de dimensiones y potencia máximas posibles de acuerdo con las características de la obra. Estos deben ser operados por personal competente. No debe permitirse la utilización de vibradores para mover el concreto dentro de las formaletas. Los vibradores deben introducirse y retirarse en puntos separados aproximadamente 450 mm. La duración de cada aplicación debe ser suficiente para consolidar el concreto pero no suficiente para causar segregación, generalmente entre 5 y 15 seg. Debe mantenerse en el sitio de trabajo un vibrador de repuesto durante todas las operaciones de vaciado del concreto. Cuando el concreto vaya a tener un acabado burdo, debe crearse una superficie de mortero contra la formaleta por el proceso de vibración, complementado si fuese necesario por el uso de palas para alejar los agregados gruesos de la superficie terminada.

### 8.4 - PROTECCION

**8.4.1** - A menos que se suministre la protección adecuada y se obtenga la aprobación, el vaciado del concreto no debe realizarse durante lluvia.

**8.4.2** - No debe permitirse que el agua de lluvia aumente el agua de mezcla del concreto, ni dañe la superficie acabada.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**8.4.3 - Temperatura de colocación:** Cuando se pronostique una temperatura ambiente menor de 4°C durante el vaciado o en las 24 horas siguientes, la temperatura del concreto plástico durante el vaciado, no debe ser menor de 13°C para secciones menores de 300 mm en cualquiera de sus dimensiones, ni menos de 10°C para otras secciones. La temperatura del concreto durante el vaciado no debe ser tan alta para que cause dificultades por pérdida de asentamiento, falso fraguado o juntas frías, y no debe exceder 32°C. Cuando la temperatura del concreto exceda 32°C deben tomarse medidas preventivas aprobadas por el Supervisor Técnico. Cuando la temperatura del acero sea mayor de 50°C las formaleas de acero y el refuerzo deben rociarse con agua fría justo antes del vaciado del concreto.

### 8.5 - ADHERENCIA

**8.5.1** - Cuando se especifique, la superficie de las juntas debe prepararse de acuerdo con alguno de los métodos especificados en la Sección 6.1.4.

**8.5.2** - El concreto endurecido en las juntas de construcción y en las juntas entre zapatas y muros o columnas, entre muros o columnas y vigas o losas, juntas en muros y todas aquellas no mencionadas anteriormente deben humedecerse (pero no saturarse) justamente antes del vaciado del concreto fresco.

**8.5.3** - El concreto endurecido en juntas de concreto a la vista, en juntas en los puntos centrales de vigas, de vigas principales, de viguetas y de losas, y en juntas de trabajos diseñados para contener líquidos, debe ser humedecido (pero no saturado) y luego cubierto cuidadosamente con una capa de lechada de cemento de proporciones similares al mortero del concreto. La lechada debe ser tan gruesa como sea posible en superficies verticales y por lo menos de 15 mm de ancho en superficies horizontales. El concreto fresco debe colocarse antes de que la lechada alcance su fraguado inicial.

**8.5.4** - Las juntas que reciben adhesivos deben prepararse antes del vaciado del concreto fresco y el adhesivo aplicado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

**8.5.5** - Las superficies de juntas que hayan sido tratadas con retardadores químicos deben prepararse antes del vaciado del concreto fresco de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

### 8.6 - CONCRETO BAJO AGUA

Cuando se requiera o permita, el concreto debe depositarse bajo agua por un método aprobado, de tal manera que el concreto fresco penetre la masa de concreto previamente colocado, causando el desplazamiento del agua con una perturbación mínima en la superficie del concreto.

## CAPITULO 9 REPARACION DE DEFECTOS SUPERFICIALES

### 9.1 - GENERALIDADES

A menos que en los documentos del contrato se especifique lo contrario, los defectos superficiales incluyendo los huecos de amarre de la formalea deben repararse inmediatamente después de la remoción de las formaleas.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 9.2 - REPARACION DE AREAS DEFECTUOSAS

**9.2.1** - Todo hormiguero o cualquier otro defecto del concreto debe repararse para obtener un concreto sano. Si es necesario picar, los bordes del hueco deben ser perpendiculares a la superficie o ligeramente inclinados. El área a ser reparada y un área circundante a la misma de por lo menos 150 mm de ancho debe humedecerse para prevenir la absorción de agua del mortero de reparación. Debe prepararse una lechada de adherencia utilizando una mezcla de aproximadamente 1 parte de cemento a 1 parte de arena fina que pase el tamiz No. 30, mezclada hasta obtener una consistencia de crema espesa, para luego retocarla correctamente sobre la superficie.

**9.2.2** - La mezcla de reparación debe hacerse de los mismos materiales y aproximadamente con las mismas proporciones usadas para el concreto, excepto que debe omitirse el agregado grueso y el mortero debe consistir de no más de 1 parte de cemento por 2.5 partes de arena en volumen húmedo suelto. El cemento blanco debe substituirse por una parte del cemento Portland gris en el concreto a la vista, con el fin de producir un color que iguale el color del concreto circundante, tal como lo determine una reparación de ensayo. La cantidad de agua de mezcla debe ser mayor a la necesaria para lograr la manejabilidad adecuada. El mortero de reparación debe mezclarse con anterioridad y debe mantenerse sin adición de más agua, mezclándolo frecuentemente con un palustre hasta que alcance la consistencia más rígida que permita su colocación.

**9.2.3** - Después de que el agua superficial se haya evaporado del área que va a ser reparada, el mortero de adherencia debe aplicarse correctamente sobre la superficie. Cuando el mortero de adherencia comience a perder el brillo debido al agua, debe aplicarse el mortero de reparación premezclado. El mortero debe compactarse intensamente en su lugar y debe esparcirse hasta dejar el parche ligeramente más alto que la superficie circundante. Para permitir la retracción inicial, el mortero no debe alterarse durante por lo menos 1 hora antes de realizar el acabado definitivo. El área reparada debe mantenerse húmeda durante 7 días. En muros de concreto a la vista, no deben utilizarse herramientas metálicas en el acabado de las superficies que se reparan.

## 9.3 - HUECOS DE AMARRES DE LA FORMALETA

Después de ser limpiados y humedecidos intensamente, los huecos de amarres de la formaleta debe llenarse con mortero de reparación.

## 9.4 - MATERIALES PATENTADOS ESPECIALES

Si se permite o se requiere, pueden utilizarse compuestos especiales para adhesión o como ingredientes de reparación en lugar de o en adición a los anteriores procedimientos de reparación. Tales componentes pueden utilizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## CAPITULO 10 ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO

### 10.1 - GENERALIDADES

**10.1.1** - Después de retirar el sistema de formaletas debe darse a la superficie del concreto uno o más de los acabados especificados a continuación en los sitios designados por los documentos del contrato o como se especifica en la Sección 10.4.

**10.1.2** - Cuando se requiera que un acabado coincida con una muestra suministrada al contratista, debe reproducirse el acabado de la muestra en un área de por lo menos 10 m<sup>2</sup> en un sitio no visible designado por el Supervisor Técnico antes de proceder con el acabado en el sitio especificado.

### 10.2 - ACABADOS BURDOS

**10.2.1 - Acabados de formaletas ásperas:** Cuando se deseen acabados ásperos, debe especificarse material no seleccionado para revestimiento de la formaleta. Los huecos de amarres y los defectos deben ser reparados. La rebaba que exceda 10 mm en altura, debe ser picada, pulida o retocada. Alternativamente, las superficies deben dejarse con la textura dada por la formaleta.

**10.2.2 - Acabados de formaletas lisas:** El material de revestimiento de formaletas debe producir una textura pulida, fuerte y uniforme en el concreto. Este puede ser triplex, metal, plástico, papel, o cualquier otro material aprobado capaz de producir el acabado deseado. La distribución del material de revestimiento debe ser ordenada y simétrica, manteniendo el número de uniones en un mínimo práctico. Este puede estar soportado por parales u otro apoyo capaz de prevenir deflexiones excesivas. (Ver Tabla 4.3.1 para tolerancias permitidas). No deben utilizarse materiales con vetas resaltadas, superficies rasgadas, de bordes desgastados, con remiendos, abolladuras, o cualquier otro defecto que vaya a dañar la textura superficial del concreto. Los huecos de amarres y los defectos deben repararse. Cualquier rebaba debe removerse completamente.

**10.2.3 - Acabados arquitectónicos especiales:** Acabado de textura y acabado de agregados expuestos son acabados arquitectónicos del concreto y deben producirse de acuerdo con los requisitos del Capítulo 13, Concreto a la Vista.

### 10.3 - ACABADOS RETOCADOS

Los siguientes acabados pueden producirse en el concreto con acabados de formaletas lisas (Sección 10.2.2). Donde se desee aplicar un acabado retocado liso, las formaletas deben haberse removido sin causar daño alguno a la estructura, y deben realizarse las reparaciones necesarias tan pronto como sea posible después de la colocación.

**10.3.1 - Acabado retocado liso:** Los acabados retocados lisos deben producirse sobre concreto endurecido recientemente, a más tardar el día siguiente a la remoción de las formaletas. Las superficies deben humedecerse y retocarse con ladrillo carborundum u otro abrasivo hasta que se produzca un color y una textura uniforme. No debe utilizarse una lechada diferente a la pasta de cemento extraída del mismo concreto en el proceso de retoque.

**10.3.2 - Acabado pañetado:** No deben emprenderse operaciones de limpieza hasta que todas las superficies contiguas a ser limpiadas estén terminadas y sean accesibles. No deben permitirse operaciones de limpieza a medida que el trabajo avanza. Para producir una lechada de consistencia espesa debe mezclarse 1 parte de cemento portland y 1 1/2 partes de arena fina con agua. El

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

cemento portland blanco debe ser substituido por una parte de cemento portland gris con el fin de producir un color que coincida con el del concreto circunvecino, tal como lo determine un parche de ensayo. La superficie del concreto debe humedecerse lo suficiente para prevenir absorción de agua del pañete y aplicar uniformemente el pañete con brochas o pistolas rociadoras. Inmediatamente después de aplicar el pañete, debe refregarse vigorosamente la superficie con corcho liso o piedras, para revestir la superficie y llenar todas las burbujas de aire y todos los huecos. Mientras que el pañete esté aún plástico debe removerse todo exceso, trabajando la superficie con una llana de caucho, u otros medios. Después de que la superficie haya blanqueado por medio del secado (aproximadamente 30 min. a temperaturas normales) debe frotarse vigorosamente con un fieltro limpio. El acabado debe mantenerse húmedo por lo menos durante 36 horas después de la pulida final.

**10.3.3 - Acabado de corcho:** Deben removerse las formaletas y los tirantes dentro de los 2 o 3 días siguientes al vaciado, así como todos los accesorios y rebabas. Debe mezclarse una parte de cemento portland y una parte de arena fina con agua suficiente para producir un mortero rígido. La superficie del muro debe humedecerse. El mortero debe aplicarse con llana de caucho o con palustre llenando todos los vacíos superficiales. El mortero se inyecta en los vacíos utilizando un molinillo de baja velocidad o con piedras. Si la superficie del mortero se seca muy rápidamente para permitir una compactación y un acabado adecuados, debe aplicarse una pequeña cantidad de agua con un rociador de vapor. La textura final se produce con una llana de corcho mediante movimientos en forma de espirales.

### 10.4 - ACABADOS NO ESPECIFICADOS

Si el acabado no se especifica en los documentos del contrato deben utilizarse según sea aplicable, los siguientes acabados:

**10.4.1 - Acabados de formaletas ásperas:** Para todas las superficies de concreto no expuestas a la vista.

**10.4.2 - Acabados de formaletas lisas:** Para todas las superficies de concreto expuestas a la vista.

### 10.5 - SUPERFICIES NO FORMALETEADAS

Las partes superiores de muros, contrafuertes o machones, salientes horizontales o superficies similares no acabadas y adyacentes a superficies acabadas, deben emparejarse uniformemente después de la colocación del concreto y deben llevarse a una textura razonablemente consistente con la de las superficies acabadas. Sobre las superficies acabadas deben continuarse tratamientos finales uniformemente, a través de las superficies sin acabado.

## CAPITULO 11 LOSAS

### 11.1 - GENERALIDADES

El concreto para losas debe dosificarse de acuerdo con la Sección 3.14 para cumplir con los requisitos para la clase de piso determinado en los documentos del contrato.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 11.2 - PREPARACION DE LA SUB BASE PARA LOSAS SOBRE EL TERRENO

**11.2.1** - La sub base debe tener buen drenaje y disponer de una adecuada y uniforme capacidad de carga. La densidad de la sub base debe ser por lo menos la mínima requerida en las especificaciones. El fondo de un estrato granular "sin drenaje" no debe estar por debajo de una capa adyacente terminada.

**11.2.2** - La sub base debe estar húmeda en el momento del vaciado del concreto. Si es necesario ésta puede humedecerse con anterioridad al vaciado del concreto, pero cuando el concreto se coloque no debe haber agua empozada ni barro, ni puntos blandos sobre la misma.

## 11.3 - TESTEROS Y LISTONES

Los testers y los listones intermedios deben colocarse correctamente para producir los niveles y contornos de la superficie terminada, y deben ser suficientemente fuertes para soportar los compactadores de vibración o de rodillos, si la naturaleza del acabado requiere el uso de tales equipos.

**11.3.2** - Cuando la losa tenga bombeo (desnivel para drenaje), los listones deben colocarse con una curvatura semejante para mantener el espesor apropiado del concreto.

## 11.4 - COLOCACION

**11.4.1** - El mezclado y la colocación deben ser cuidadosamente coordinados con la terminación de la superficie. El concreto no debe colocarse sobre la sub base o las formaleas más rápidamente de lo que pueda ser esparcido, emparejado, y nivelado con llana. Estas operaciones deben realizarse antes de que el agua exudada tenga la oportunidad de acumularse sobre la superficie.

**11.4.2** - Con el fin de obtener buenas superficies y evitar juntas frías, el tamaño de las cuadrillas de acabado debe planearse teniendo en cuenta los efectos de la temperatura del concreto y de las condiciones atmosféricas sobre el endurecimiento del concreto. Si se hacen necesarias las juntas de construcción éstas deben disponerse como se requiere en el Capítulo 6.

## 11.5 - JUNTAS

Las juntas en las losas sobre el terreno deben localizarse y detallarse como se indique en los documentos del contrato. Si se requieren o permiten juntas cortadas con disco cortador, el corte debe programarse de acuerdo con el fraguado del concreto. El corte debe empezar tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar que los agregados sean desprendidos por la sierra, y debe completarse antes que los esfuerzos de retracción sean lo suficientemente altos para producir agrietamiento.

## 11.6 - COMPACTACION

El concreto en las losas debe compactarse correctamente, debe usarse vibración interna en vigas y viguetas de losas aéreas y en la parte superior de losas sobre el terreno. La compactación de losas debe obtenerse con compactadores de vibración, rodillos compactadores, vibradores internos o cualquier otro medio aprobado.



# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 11.7 - ACABADOS

(Ver la Sección 11.9 para la definición de las tolerancias aceptables)

**11.7.1 - Acabado burdo:** Después de que el concreto haya sido colocado, compactado, emparejado y nivelado hasta una tolerancia de Clase C, la superficie se hace rugosa antes del fraguado final mediante cepillos duros o rastrillos.

**11.7.2 - Acabado liso:** Después de que el concreto haya sido colocado, compactado, emparejado y nivelado, no debe trabajarse hasta que esté listo para el alisado. El alisado debe empezar cuando haya desaparecido el brillo de agua y cuando la superficie haya endurecido lo suficiente para permitir la operación. Durante o después del primer alisado debe revisarse si la superficie se mantiene a nivel, con una regla de 3 m aplicada sobre dos líneas que se intercepten. Durante este procedimiento todos los resaltes deben emparejarse y todas las zonas bajas rellenarse hasta producir una superficie con tolerancia Clase B. Inmediatamente después la losa debe trabajarse hasta tener una textura arenosa uniforme.

**11.7.3 - Acabado con llana (esmaltado):** Inicialmente la superficie se lleva hasta un acabado liso como se especifica en la Sección 11.7.2; a continuación se le debe dar un terminado mecánico y finalmente un acabado manual con llana. El primer terminado después del alisado mecánico debe producir una superficie lisa relativamente libre de defectos pero que puede mostrar algunas marcas de llana. Después de que la superficie haya endurecido suficientemente se hacen pasadas manuales adicionales con la llana. El alisado final se obtiene cuando al pasar la llana sobre la superficie se produce un sonido agudo. La superficie debe compactarse con operaciones manuales del palustre. La superficie terminada debe estar libre de marcas de palustre, debe tener textura y apariencia uniforme y la horizontalidad debe cumplir con las tolerancias de la Clase A, excepto que la horizontalidad del concreto sobre cubiertas metálicas debe cumplir con las tolerancias de la Clase B. En superficies que estén destinadas a soportar afinados de piso, cualquier defecto de magnitud tal que lo haga notorio a través del recubrimiento del piso debe eliminarse con pulidora.

**11.7.4 - Acabado estriado o de franjas:** Inmediatamente después de que el concreto haya recibido un acabado liso como se especifica en la Sección 11.7.2, debe dársele una textura de rayado transversal grueso dibujando estrías o franjas sobre la superficie.

### 11.7.5 - Superficie para uso pesado en losas construidas en dos capas:

**11.7.5.1** - Las mezclas de la capa superficial se componen de materiales seleccionados para impartir a la losa propiedades de resistencia para uso pesado. Los materiales seleccionados deben ser aprobados por el Supervisor Técnico.

**11.7.5.2** - La losa base o inferior debe colocarse y emparejarse entre 20 y 25 mm por debajo de la superficie final exigida y debe compactarse. El concreto no debe trabajarse hasta que esté listo para la operación siguiente.

**11.7.5.3 - Capa superficial colocada el mismo día que la losa base:** Cuando el agua de exudación haya desaparecido y la superficie de la losa base soporte el peso de un hombre sin dejar una huella apreciable, la capa superficial debe esparcirse y compactarse, así mismo debe verificarse la calidad de la superficie y hacerse el acabado en el modo especificado para acabado liso (ver Sección 11.7.2) o acabado con llana (ver Sección 11.7.3) excepto que las llanas mecánicas deben ser del tipo de impacto.

**11.7.5.4 - Capa superficial colocada posteriormente:** Tan pronto como la base esté parcialmente endurecida, la superficie se cepilla con un cepillo de acero para remover la película débil de mortero y para hacer rugosa la superficie. A la losa base se le hace un curado húmedo durante un período mínimo de tres días. Hasta el momento de colocar la losa superficial, la losa debe protegerse de la

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

contaminación. Antes de la colocación de la losa superficial la losa debe limpiarse y humedecerse pero debe dejarse libre de agua. Inmediatamente antes de que se coloque la capa superficial, se esparce sobre la superficie una capa de mortero de pega, preparado de acuerdo con la Sección 9.2.1; no debe permitirse que se endurezca o seque antes de que se coloque la capa superficial. Si se aprueban pueden usarse otros agentes de pega diferentes a mortero de cemento. La mezcla para la capa superficial debe colocarse, compactarse y hacerse un acabado como se describe en la Sección 11.7.5.3.

**11.7.6 - Acabado de "Lanzamiento en Seco":** Si se especifica una aplicación de "lanzamiento en seco" de un agregado metálico o mineral seleccionado, el agregado, seleccionado por el Supervisor Técnico debe mezclarse con cemento portland según las dosificaciones recomendadas por el productor del agregado. La superficie debe tener un acabado liso de acuerdo con la Sección 11.7.2. Deben aplicarse a la superficie aproximadamente dos tercios del material mezclado para el recubrimiento requerido mediante un método que asegure cubrimiento sin segregación. El emparejamiento debe empezar inmediatamente después de la primera aplicación de "lanzamiento en seco". Después de que éste material haya sido embebido mediante el emparejamiento, el material restante debe aplicarse a la superficie en ángulos rectos con respecto a la aplicación previa. La segunda aplicación debe ser más pesada en aquellas áreas no suficientemente cubiertas por la primera aplicación. Un segundo emparejamiento sigue inmediatamente. Después de que el material seleccionado haya sido embebido por los dos emparejamientos, la operación debe completarse con un acabado estriado liso o con llana, de acuerdo con lo determinado en los documentos del contrato.

**11.7.7 - Acabado antideslizante:** Donde los documentos del contrato requieran un acabado antideslizante, debe dársele a la superficie una aplicación de "lanzamiento en seco", como se especificó anteriormente, con óxido de aluminio molido y unido cerámicamente o de otras partículas abrasivas especificadas. La tasa de aplicación de tal material no debe ser menor a 1.25 kg/m<sup>2</sup>.

**11.7.8 - Capa superficial para losa construida en dos capas no destinada para uso pesado:** La preparación de la losa base, la selección del material de recubrimiento, y las operaciones de mezclado, colocación, compactación y acabado deben ser como se especifica en la Sección 11.7.5 anterior, excepto que el agregado no necesita seleccionarse para resistencias especiales.

**11.7.9 - Acabado de agregado expuesto:** Inmediatamente después de que la superficie de concreto haya sido nivelada para las tolerancias de Clase B de acuerdo con la Sección 11.7.2 y el agua superficial haya desaparecido, debe esparcirse uniformemente sobre la superficie agregado de color y tamaño (usualmente 1.00 a 1.60 mm) aprobado por el Supervisor Técnico hasta proporcionar cubrimiento completo en una profundidad igual al espesor de una grava individual.

**11.7.9.1** - El agregado seleccionado debe quedar embebido dentro de la superficie mediante compactación ligera y la superficie debe emparejarse hasta que las gravas embebidas estén completamente cubiertas con mortero y la superficie haya sido llevada hasta un nivel dentro de las tolerancias de Clase B. La exposición del agregado debe empezar después de que la matriz se haya endurecido suficientemente para evitar la separación del agregado. Mientras la matriz que retiene el agregado seleccionado es removida mediante el cepillado con un cepillo de cerda suave, debe permitirse que sobre la superficie de concreto fluyan cantidades copiosas de agua pero sin presión. Esta operación debe continuar hasta que el agregado seleccionado esté expuesto uniformemente pero no desprendido.

**11.7.9.2** - Para extender el tiempo de trabajo para la exposición del agregado pueden utilizarse retardadores químicos aprobados aplicados sobre la superficie recién emparejada.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 11.8 - ACABADO SIN ESPECIFICACION

Cuando el tipo de acabado no se haya especificado en los documentos del contrato, pueden usarse los acabados siguientes:

**11.8.1 - Acabado burdo:** Para superficies destinadas a recibir aplicaciones de cementantes adhesivos.

**11.8.2 - Acabado liso:** Para superficies destinadas a recibir acabados de cubierta e impermeabilizaciones.

**11.8.3 - Acabado con llana:** Para pisos destinados a superficies de tránsito peatonal o para recibir recubrimientos de pisos.

**11.8.4 - Acabado estriado o de franjas:** Para andenes, rampas y pisos de garajes.

**11.8.5 - Acabados antideslizantes:** Para plataformas exteriores, peldaños de escaleras, descansos de escaleras y para rampas peatonales internas y externas.

## 11.9 - TOLERANCIAS DE ACABADOS

**11.9.1** - Los acabados con tolerancias de Clase A deben tener niveles con una desviación de 3 mm por cada 3 m, determinados mediante una regla de 3 m de longitud colocada en cualquier lugar de la losa y en cualquier dirección.

**11.9.2** - Los acabados con tolerancias de Clase B deben tener niveles con una desviación de 6 mm por cada 3 m, determinados mediante una regla de 3 m de longitud colocada en cualquier lugar de la losa en cualquier dirección.

**11.9.3** - Los acabados con tolerancias de Clase C deben tener niveles con una desviación de 5 mm por cada 500 mm, determinados mediante una regla de 500 mm de longitud colocada en cualquier lugar de la losa y en cualquier dirección.

## CAPITULO 12 CURADO Y PROTECCION

### 12.1 - GENERALIDADES

Inmediatamente después de la colocación, el concreto debe protegerse del secado prematuro, de temperaturas excesivamente altas o bajas, y de daño mecánico y debe mantenerse a una temperatura relativamente constante con pérdidas mínimas de humedad, durante el período necesario para que ocurra la hidratación del cemento y el endurecimiento del concreto. Los materiales y métodos de curado deben ser aprobados previamente a su uso.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 12.2 - CONSERVACION DE LA HUMEDAD

12.2.1 - Debe aplicarse uno de los procedimientos siguientes: a las superficies de concreto que no estén en contacto con las formaletas, inmediatamente después de completar el vaciado y el acabado.

12.2.1.1 - Humedecimiento o rociado continuo.

12.2.1.2 - Colocación de telas absorbentes que se mantienen continuamente húmedas.

12.2.1.3 - Colocación de arena mantenida húmeda continuamente.

12.2.1.4 - Aplicación continua de vapor (sin exceder los 66°C) o de llovizna rociada.

12.2.1.5 - Aplicación de materiales laminares impermeables, de acuerdo con "Especificaciones para Materiales Laminares Impermeables para Curado de Concreto" (ASTM C171).

12.2.1.6 - Aplicación de algún cobertor aprobado que retenga la humedad.

12.2.1.7 - Aplicación de un componente de curado, que cumpla con la "Especificación para Compuestos que Forman Membrana Líquida para el Curado de Concreto" (ASTM C309). El componente debe aplicarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante inmediatamente después de que cualquier resplandor de agua que pueda desarrollarse después del acabado haya desaparecido de la superficie del concreto. El componente no debe utilizarse en ninguna superficie contra la cual vaya a adherirse concreto adicional u otro material, a menos que se compruebe que el componente de curado no impida la adherencia, o a menos que se tomen medidas adecuadas para removerlo completamente de sitios donde se realicen aplicaciones de adherencia.

12.2.2 - Deben minimizarse las pérdidas de humedad de superficies de concreto colocadas contra formaletas de madera o formaletas metálicas expuestas al calentamiento del sol, manteniendo las formaletas húmedas hasta que éstas puedan removerse sin peligro. Después de la remoción de las formaletas el concreto debe curarse hasta el final del tiempo prescrito en la Sección 12.2.3 por alguno de los métodos de la Sección 12.2.1.

12.2.3 - El curado realizado de acuerdo con las Secciones 12.2.1 o 12.2.2 debe continuar por lo menos durante 7 días para todo el concreto excepto para concretos de alta resistencia inicial para los cuales el período debe ser por lo menos de 3 días. Alternativamente, si se realizan ensayos de cilindros mantenidos al pie de la estructura y curados por los mismos métodos, las medidas de retención de humedad pueden finalizar cuando la resistencia promedio a compresión haya alcanzado el 70% de la resistencia especificada,  $f'_c$ . Las medidas de retención de humedad pueden también terminarse cuando la temperatura del concreto se mantiene por lo menos a 10°C, durante el mismo período de tiempo que se mantienen los cilindros curados en el laboratorio para alcanzar el 85% de la resistencia especificada,  $f'_c$ . Si alguno de los procedimientos de curado de las Secciones 12.2.1.1 a 12.2.1.4 es utilizado inicialmente, éste puede reemplazarse por alguno de los procedimientos de la Sección 12.2.1, en cualquier momento después de que el concreto tenga un día de fundido y siempre y cuando no se permita que la superficie de concreto se seque durante la transición.

## 12.3 - TEMPERATURA, VIENTO Y HUMEDAD

12.3.1 - **Clima frío:** Cuando la temperatura ambiente exterior del día sea inferior a 4°C, la temperatura del concreto debe mantenerse entre 10°C y 21°C durante el período de curado requerido en la Sección 12.2.3. Cuando sea necesario, deben tomarse medidas para el calentamiento, cobertura, aislamiento o abrigo de la obra de concreto, con anterioridad al vaciado y deben ser adecuados para mantener la temperatura requerida sin causar daño debido a la concentración de calor. No deben

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

utilizarse calentadores de combustión durante las primeras 24 horas a menos que se tomen las precauciones necesarias para prevenir la exposición del concreto a gases de escape que contengan dióxido de carbono.

**12.3.2 - *Clima cálido*:** Cuando sea necesario deben implementarse, con anterioridad al vaciado, medidas de corta viento, sombreado, rociado de niebla, aspersión de agua, empapado o cobertura húmeda mediante un material de color claro; estas medidas deben tomarse tan rápido como el endurecimiento del concreto y las operaciones de acabado lo permitan.

**12.3.3 - *Tasa de cambio de temperatura*:** Los cambios de temperatura del aire inmediatamente adyacente al concreto, durante e inmediatamente después del período de curado deben mantenerse tan uniformes como sea posible y no deben exceder 3°C en 1 hora cualquiera, o 10°C en un período cualquiera de 24 horas.

### 12.4 - PROTECCION CONTRA DAÑOS MECANICOS

Durante el período de curado, el concreto debe protegerse de perturbaciones mecánicas perjudiciales tales como esfuerzos debidos a cargas, impactos fuertes y vibraciones excesivas. Todas las superficies acabadas del concreto deben protegerse de daños ocasionados por equipos, materiales, o métodos de construcción, por la aplicación de procesos de curado, por la lluvia o agua corriente. Las estructuras autoportantes no deben cargarse de manera que se sobreesfuerce el concreto.

## CAPITULO 13 CONCRETO A LA VISTA

### 13.1 - GENERALIDADES

El concreto a la vista es concreto que va a permanecer expuesto durante su vida útil.

### 13.2 - DOSIFICACIONES

13.2.1 - A menos que los documentos del contrato requieran un acabado pañetado o pintado de las superficies, deben mantenerse los colores y la uniformidad de color. Para concreto de un color determinado, deben utilizarse siempre las mismas dosificaciones de mezcla. Deben evitarse particularmente los cambios en la cantidad de cemento portland por metro cúbico de mezcla. Debe utilizarse cemento de un solo tipo, de una sola marca y de una misma fábrica, agregado grueso de una sola fuente y de un solo tamaño máximo, agregado fino de una sola fuente y una sola consistencia de colocación.

13.2.2 - El concreto a la vista para exposición exterior debe tener aire incorporado, cuando así lo exija el Supervisor Técnico, y una relación agua-cemento no mayor a 0.46 en peso.

### 13.3 - FORMALETAS

13.3.1 - Las formaletas para concreto a la vista deben diseñarse para producir el acabado o acabados requeridos. La deflexión de los materiales de las caras entre costillas, así como la deflexión de

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

costillas y peinazos debe limitarse a 0.0025 veces su separación o a lo especificado. Las formaletas deben diseñarse para permitir una remoción fácil. No deben permitirse apoyos contra la cara del concreto. Deben utilizarse cuñas de madera.

**13.3.2** - Donde se requieran acabados en forma de madera natural, acabados de agregado expuesto, acabados retocados lisos, acabados esponjosos o acabados arenosos lisos, las formaletas deben ser lisas (con caras de madera, de láminas rectas o paneles prefabricados) y rectas, de manera que la superficie producida requiera muy pocos ajustes para llegar a la superficie verdadera. Donde se requiera cualquier acabado en burdo, no deben permitirse arreglos en las operaciones de acabado.

**13.3.3** - Donde se especifiquen superficies burdas, incluyendo acabados con formaletas de madera natural, los paneles del material contra el cual el concreto es vaciado, deben disponerse ordenadamente, con las uniones entre paneles cepilladas teniendo en cuenta la relación con aberturas, esquinas de la construcción y otras características arquitectónicas.

**13.3.4** - Donde los paneles para las superficies burdas estén separados por uniones interrumpidas o notorias de alguna otra forma, el diseño estructural de las formaletas debe proveer la localización de los tirantes de la formaleta donde sea posible dentro de las uniones de tal manera que los remiendos de los huecos de los tirantes no vayan a encontrarse en las áreas de los paneles.

**13.3.5** - Adicionalmente a los planos de taller normalmente requeridos, deben someterse a aprobación los planos de fabricación de formaletas para concreto a la vista que muestren las uniones entre los paneles de las caras, la localización de los tirantes de las formaletas y cualquier riostra de alineamiento.

**13.3.6** - Las formaletas no deben reutilizarse si hay cualquier evidencia de que la superficie esté gastada o rota o de algún defecto que pudiera afectar la calidad de la superficie. Las formaletas deben limpiarse completamente y cubrirse adecuadamente antes de su reutilización.

**13.3.7** - La formaletería para concreto a la vista debe observarse continuamente durante la colocación del concreto para comprobar que no haya desviaciones con respecto al nivel, alineación, desplome o curvatura deseadas. Si durante la construcción la formaletería se debilita y las cimbras de soporte muestran cualquier asentamiento o distorsión excesiva, el trabajo debe interrumpirse, la construcción afectada removerse si va a quedar permanentemente dañada y las cimbras reforzarse.

### 13.4 - COLOCACION DEL CONCRETO

**13.4.1** - Cuando se requiera un acabado retocado liso o similar, el agregado grueso debe retirarse de las formaletas, dejando una superficie de mortero, pero evitando la producción de vacíos superficiales.

**13.4.2** - No debe permitirse que los vibradores entren en contacto con las formaletas para superficies de concreto a la vista.

### 13.5 - ACABADOS A LA VISTA ESPECIALES

**13.5.1 - Acabados de textura:** Los recubrimientos de las formaletas para dar textura deben ser de láminas plásticas moldeadas, madera, láminas de metal u otro material designado en los documentos del contrato. Los paneles de recubrimiento deben asegurarse a las formaletas mediante pegantes o herrajes, pero no mediante métodos que vayan a dejar huellas de cabezas de puntillas, tornillos, platinas, o similares sobre la superficie de concreto. Los bordes de los paneles con textura deben sellarse uno con otro, o a las franjas divisorias para prevenir el escape de lechada. El sellante utilizado no debe dejar ninguna mancha sobre la superficie.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**13.5.2 - Acabados de agregados:** Los acabados donde se transfieren agregados y otros acabados especiales deben producirse utilizando métodos y materiales designados en los documentos del contrato de tal manera que puedan duplicarse los paneles de muestra preparados con anterioridad.

**13.5.3 - Acabados de agregado expuesto:** El agregado debe exponerse mediante un método aprobado por el Supervisor Técnico tal como arena lanzada (sand blast) o el uso de un retardador de superficie. La superficie debe producirse de manera que pueda duplicarse un panel de muestra preparado con anterioridad. Con anterioridad al vaciado, el contratista debe someter a aprobación del Supervisor Técnico el procedimiento propuesto, tal como el uso de mezclas gradadas o agregados precolocados u otros, por medio del cual se obtiene la distribución uniforme del agregado expuesto.

**13.5.3.1 - Acabado estriado:** El acabado estriado debe producirse sobre el concreto parcialmente endurecido. La superficie debe humedecerse y estriarse completamente con cepillos de fibra dura o cepillos de acero, usando agua en abundancia, hasta que la superficie de mortero sea removida y el agregado quede expuesto uniformemente. La superficie debe entonces lavarse con agua limpia. Si se han endurecido porciones de la superficie hasta el punto de impedir la exposición uniforme del agregado, puede utilizarse ácido clorhídrico (ácido muriático diluido en 4 a 10 partes de agua) para remover el exceso en concretos que tengan por lo menos 2 semanas de edad. El ácido debe removerse de la superficie acabada con agua limpia dentro de los 15 minutos siguientes a la aplicación. (Precaución: El ácido muriático es peligroso. Los trabajadores que realicen esta operación deben usar anteojos protectores y guantes de caucho, y deben tomar las precauciones necesarias para evitar el contacto del ácido con la piel. Si el ácido entra en contacto con la piel, el área afectada debe lavarse inmediatamente con abundantes cantidades de agua fresca). La exposición del agregado puede facilitarse vaciando el concreto contra caras de formaletas que hayan sido recubiertas con retardadores químicos utilizados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para evitar el endurecimiento del mortero adyacente a la formaleta.

**13.5.3.2 - Acabado con arena lanzada (sand blast):** Las superficies de concreto deben rociarse con un abrasivo liviano (arena o grava) hasta que el agregado tenga un relieve uniforme con exposición del agregado fino y exposición ocasional del agregado grueso, éste no debe sobresalir más de 1.5 mm de la matriz de mortero.

**13.5.3.3 - Acabado con herramientas (abusardado):** La superficie de concreto completamente curado puede alisarse con herramientas eléctricas, de aire o manuales, hasta tener una textura uniforme, y debe dársele una textura superficial con herramientas manuales, de punta fina o gruesa.

**13.5.3.4 -** Si los acabados se especifican de acuerdo con cualquiera de las Secciones 13.5.3.2 ó 13.5.3.3, la profundidad de penetración del acabado debe especificarse según alguno de los criterios siguientes:

**13.5.3.4.1 -** Remover únicamente la superficie de mortero.

**13.5.3.4.2 -** Remover suficiente mortero para exponer la superficie de parte del agregado grueso.

**13.5.3.4.3 -** Remover suficiente mortero para exponer en relieve el agregado grueso hasta la profundidad especificada (para rociadura de arena) o para fracturar el agregado grueso (para acabado con herramientas).

**13.5.4 - Acabados aplicados:** Cuando se vayan a aplicar acabados de estuco o materiales similares aplicados con llana, la superficie de concreto debe prepararse para asegurar la adhesión permanente del acabado. Si el concreto no tiene más de 24 horas, puede volverse áspero con un cepillo de alambre grueso o con una herramienta para rayar. Si el concreto es más viejo, la superficie puede volverse áspera mecánicamente como se especifica en la Sección 13.5.3.2 ó 13.5.3.3 o grabada con ácido como se especifica en la Sección 13.5.3.1. Después de volverla áspera la superficie debe limpiarse del polvo, ácido, retardador químico y cualquier otro material extraño antes de que el acabado final sea aplicado.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 13.6 - REPARACIONES

**13.6.1** - Donde se especifiquen acabados burdos, el área total reparada no debe exceder a 0.20 m<sup>2</sup> por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie. Esto adicionalmente a las reparaciones de las uniones de formaleas, si los documentos del contrato permiten que las uniones estén dentro de las áreas de acabado burdo.

**13.6.2** - Cualquier reparación en concreto a la vista burda debe coincidir con el color y textura de la superficie circundante. La dosificación de mezcla del mortero de reparación debe determinarse por ensayo hasta obtener un buen color que coincida con el del concreto, cuando ambos, la reparación y el concreto hayan sido curados y secados. Después de la aplicación inicial, las superficies de las reparaciones deben alisarse manualmente hasta obtener la misma textura que la de las superficies circundantes.

**13.6.3** - En cualquier proceso de acabado que pretenda exponer agregado sobre la superficie, las zonas de reparación deben mostrar las caras de los agregados. Los 25 mm exteriores de la reparación deben contener el mismo agregado que el concreto circundante. En el caso de acabado de transferencia de agregado, la mezcla de reparación debe tener los mismos agregados de colores. Después de que se haya permitido un curado completo de las reparaciones, los agregados deben exponerse al tiempo con los agregados de las superficies adyacentes por el mismo proceso de remoción de mortero.

**13.6.4** - Las reparaciones en superficies de concreto a la vista deben curarse durante 7 días. Las reparaciones deben protegerse del secado prematuro durante el mismo tiempo que el resto del concreto.

## CAPITULO 14 CONCRETO MASIVO

### 14.1 - GENERALIDADES

**14.1.1** - Las porciones de la estructura a ser tratadas como concreto masivo bajo las especificaciones de este Capítulo deben designarse en los documentos del contrato.

**14.1.2** - Dicho concreto masivo debe someterse a los requisitos de este Capítulo adicionalmente a todos los demás requisitos aplicables de las presentes Especificaciones.

### 14.2 - MATERIALES

**14.2.1** - No deben utilizarse cemento de alta resistencia inicial (Tipo III), cloruro de calcio y aditivos acelerantes.

**14.2.2** - Debe utilizarse, si es aprobado, un aditivo retardador de fraguado ensayado con anterioridad con los materiales de obra y bajo las condiciones de trabajo, siempre que sea necesario para prevenir juntas frías debidas a la cantidad de concreto vaciado, para permitir revibración del concreto, para compensar el efecto de la alta temperatura del concreto o para reducir la temperatura máxima y la tasa de elevación de temperatura.



# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 14.3 - DOSIFICACION

El contenido de cemento debe ser el mínimo requerido para alcanzar la resistencia a compresión especificada  $f'_c$ , la durabilidad y otras propiedades especificadas.

## 14.4 - COLOCACION

**14.4.1** - El asentamiento del concreto colocado debe ser de 50 mm a menos que se permita una tolerancia de más de 25 mm por encima de éste máximo indicado para mezclas individuales, siempre que el promedio para todas las mezclas o para las últimas diez mezclas ensayadas, lo que sea menor, no exceda 50 mm. Puede utilizarse concreto de asentamiento menor que el usual siempre que se coloque y compacte adecuadamente.

**14.4.2** - La máxima temperatura del concreto cuando se deposite debe ser de 21°C.

**14.4.3** - El concreto debe colocarse en capas de aproximadamente 450 mm de espesor. Las cabezas de los vibradores deben alcanzar la capa previamente colocada.

## 14.5 - CURADO Y PROTECCION

**14.5.1** - El tiempo mínimo de curado debe ser de 2 semanas.

**14.5.2** - Cuando la temperatura del aire circundante llegue a menos de 0°C, las superficies de concreto deben protegerse contra el congelamiento sin utilizar vapores u otros métodos de curado que suministren calor al concreto.

**14.5.3** - Las formaletas y el concreto expuesto deben mantenerse continuamente húmedos por lo menos durante las primeras 48 horas después del vaciado, y adicionalmente siempre que durante el período de curado la temperatura del aire circundante sea mayor a 32°C. Cuando la temperatura del aire sea inferior a 4°C, el concreto debe protegerse del congelamiento y de las pérdidas de humedad, pero no se requiere humedecimiento continuo durante las primeras 48 horas.

**14.5.4** - Durante y al final del período de curado, deben proveerse medios que aseguren que la temperatura del aire que está alrededor al concreto no descienda más de 2°C en una hora cualquiera, ni más de 17°C en un período cualquiera de 24 horas.

## CAPITULO 15 CONCRETO PREESFORZADO

### 15.1 - GENERALIDADES

**15.1.1** - Los elementos postensados fundidos en el sitio, excepto miembros tensores y anclajes, deben cumplir con los requisitos especiales de este Capítulo adicionalmente a todos los requisitos aplicables de otros capítulos de estas especificaciones.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 15.1.2 - Definiciones

**Acero preesforzado:** Aquel elemento de un tendón de preesforzado que se tensiona y ancla para proporcionar la fuerza de tensionamiento permanente necesaria.

**Acoples:** Cualquier mecanismo diseñado para transferir la fuerza de tensionamiento de un tendón a otro.

**Anclaje:** Un mecanismo usado para anclar el tendón al miembro de concreto.

**Diámetro del elemento:** Diámetro de los alambres de acero, barras o filamentos individuales que componen un tendón.

**Ducto:** Una envoltura dentro de la cual los tendones postensados se colocan para prevenir la adherencia durante la colocación del concreto, tal como un recubrimiento de papel o plástico para tendones no adheridos o conductos metálicos para tendones adheridos.

**Lubricante:** Material aplicado a los tendones no adheridos para protegerlos contra la corrosión; o material aplicado ya sea a tendones adheridos o no adheridos para lubricarlos durante el tensionamiento.

**Tendón:** Un ensamblaje de elementos de acero tales como alambres, barras o filamentos, complementados con anclajes o mecanismos de anclaje utilizados para transmitir el pretensado al concreto cuando se tensiona el sistema.

**Tendón adherido:** Un tendón de preesfuerzo adherido al concreto ya sea directamente o por medio de lechada.

**Tendón no adherido:** Un tendón que no está adherido al concreto.

## 15.2 - MATERIALES

### 15.2.1 - Acero de preesfuerzo:

**15.2.1.1** - El acero de preesfuerzo debe ser del tipo y resistencia requeridos por los documentos del contrato y debe cumplir con la más apropiada de las especificaciones siguientes:

- (a) NTC 159 (ASTM A421)
- (b) NTC 2010 (ASTM A416)
- (c) NTC 2142 (ASTM A722)

**15.2.1.2** - Pueden utilizarse los torones, alambres y barras que no estén específicamente enunciados en las normas mencionadas en 15.2.1.1, siempre y cuando se demuestre que cumplan los requisitos mínimos de estas especificaciones y que no tienen propiedades que los hagan menos satisfactorios que los enunciados en estas normas.

**15.2.1.3** - La curva esfuerzo-deformación típica del acero de tensionamiento debe someterse a aprobación. Una curva real que represente el lote de producción del cual el material del proyecto se ha tomado puede requerirse para verificar su similitud con la curva típica. Para materiales no producidos bajo una especificación NTC o ASTM deben suministrarse la resistencia última garantizada, el esfuerzo de fluencia, la elongación, la composición y cualquier otro dato pertinente. Reportes detallados certificados deben suministrarse para aprobación cuando se requiera.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**15.2.1.4** - La cantidad de pérdida de esfuerzo normalmente esperada en la colocación de los mecanismos de anclaje, el coeficiente de fricción por desviación y el coeficiente de fricción por curvatura esperados para los tendones y para el material que conforma el ducto, deben suministrarse para aprobación. Si se requiere, deben suministrarse para aprobación resultados de ensayos que respalden los coeficientes y corrimientos del anclaje.

**15.2.1.5** - Los tendones deben estar limpios y libres de óxido, escamas y no deben estar picados. Se permite una ligera capa de óxido. Los tendones no adheridos deben protegerse contra la corrosión mediante un recubrimiento aprobado tal como epóxico, grasa, cera, plástico o material bituminoso. En todo el rango anticipado de temperaturas para la estructura, el material de recubrimiento debe permanecer dúctil y libre de fracturas y no debe convertirse en fluido. El recubrimiento debe ser químicamente no reactivo con el tendón, con el concreto y con el material utilizado para revestimiento. El recubrimiento debe adherirse y ser continuo sobre toda la longitud no adherida del tendón. Cuando los tendones estén fuera del concreto del elemento preesforzado o cuando la estructura esté en o expuesta a atmósferas salinas o de alta humedad, debe aplicarse un recubrimiento adicional aplicado en el campo y de un material aprobado.

**15.2.1.6** - Los tendones no deben someterse a temperaturas excesivas, chispas de soldadura o corrientes eléctricas de polo a tierra. Para asegurar que estos requisitos se cumplan, las operaciones de calentamiento y soldadura no deben realizarse en las vecindades de los tendones sin previa autorización. Las extensiones superfluas de los tendones más allá de los anclajes pueden eliminarse mediante calentamiento rápido con oxiacetileno, a menos que tales procedimientos sean contrarios a las recomendaciones del fabricante de acero pretensado.

### **15.2.2 - Anclajes y acoples:**

**15.2.2.1** - Los anclajes de tendones adheridos ensayados en estado no adherido, deben desarrollar el 90 por ciento de la resistencia última mínima especificada del acero de pretensado, sin exceder la cedencia anticipada en el momento del anclaje y sin corrimiento. Los anclajes que desarrollen menos del 100 por ciento de la resistencia última mínima especificada deben utilizarse únicamente donde la longitud de adherencia sea igual a, o mayor que, la longitud de adherencia requerida para desarrollar el 100% de la resistencia última mínima especificada del tendón. Debe proveerse la longitud de adherencia requerida entre el anclaje y la zona donde vaya a desarrollarse la fuerza de pretensionamiento máxima bajo las cargas últimas y de servicio. La longitud de adherencia debe determinarse ensayando un tendón de tamaño completo. Si, en estado no adherido, el anclaje desarrolla el 100 por ciento de la resistencia última mínima especificada, no es necesario ensayarlo en estado adherido.

**15.2.2.2** - Los anclajes de tendones no adheridos deben desarrollar la resistencia última mínima especificada del acero de preesfuerzo con una cantidad mínima de deformación permanente que no vaya a disminuir la resistencia última esperada. La elongación total del tendón bajo la carga última no debe ser menor al 2 por ciento cuando se mida sobre una muestra de longitud mínima de 3 m. Debe suministrarse para aprobación, evidencia que demuestre concordancia con el ensayo dinámico de la Sección 15.2.3.

**15.2.2.3** - Los acoples deben utilizarse únicamente en sitios indicados específicamente en los documentos del contrato o como se apruebe. Todos los acoples deben desarrollar la resistencia última mínima especificada del acero de preesfuerzo sin exceder la cedencia anticipada ya sea del acople o del acero de preesfuerzo, y no deben reducir la ductilidad del tendón por debajo de la elongación mínima del 2 por ciento como se especifica en la Sección 15.2.2.2. Los acoples deben encerrarse en camisas que permitan los movimientos necesarios durante el tensionamiento. Para tendones adheridos, deben utilizarse accesorios para permitir un contacto completo entre el mortero y todos los componentes de acople.

**15.2.2.4** - Cuando se requiera deben suministrarse para aprobación datos satisfactorios de ensayos de acuerdo con la Sección 15.2.3 que confirmen la idoneidad de los anclajes y acoples propuestos.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Los tendones compuestos de filamentos múltiples, alambres o barras en un ducto común deben tensionarse simultáneamente a menos que se consideren los efectos de interferencia entre los elementos.

**15.2.3 - Calificación para sistemas de postensionamiento:** El tendón debe someterse a ensayos para verificar su idoneidad antes del uso y estos ensayos deben realizarse de acuerdo con los requisitos siguientes:

**15.2.3.1 - Ensayo conjunto:** Deben ensayarse dos muestras de cada tamaño de tendón de por lo menos 3 m de longitud incluyendo sus anclajes de calidad de producción estándar, de acuerdo con la Sección 15.2.3.2, (y cuando se requiera una tercera de tales muestras debe ensayarse de acuerdo con la Sección 15.2.3.3). Los procedimientos y aparatos de ensayo deben simular tan bien como sea posible las condiciones de campo y los anclajes deben instalarse o colocarse utilizando procedimientos y equipo de campo.

**15.2.3.2 - Ensayo estático:** Las muestras del acero de preesfuerzo deben ensayarse de acuerdo con la especificación apropiada de la Sección 15.2.1. El ensamblaje debe ensayarse de manera que se permita la determinación exacta del esfuerzo de fluencia, del esfuerzo último y de la elongación de la muestra para asegurar concordancia con la Sección 15.2.2.

**15.2.3.3 - Ensayo dinámico:** Para tendones no adheridos, debe realizarse un ensayo dinámico sobre un ensamblaje representativo y debe resistir sin falla 500,000 ciclos de 60% a 66% de su resistencia última mínima garantizada. Un ciclo involucra el cambio de 60% a 66% y el regreso a 60 por ciento. Puede utilizarse un ensamblaje de tendones prototipo siempre y cuando éste no tenga menos del 10 por ciento de la resistencia del tendón de tamaño completo. Los tendones de elementos completos únicos que utilicen un filamento, barra o alambre, deben ensayarse como un ensamblaje completo de tendones. Los sistemas que utilizan filamentos, alambres o barras múltiples pueden ensayarse utilizando un tendón prototipo con un número de elementos suficiente para duplicar el comportamiento de un tendón de tamaño completo.

### **15.2.4 - Ductos para tendones adheridos:**

**15.2.4.1** - El material del ducto o el material que conforma el conducto debe ser tal que no reaccione con los álcalis del cemento, debe ser suficientemente fuerte para retener su forma y resistir daños durante la construcción. Además debe evitar la entrada de la pasta de cemento del concreto. El material de revestimiento dejado en el sitio no debe causar acción electrolítica o deterioro.

**15.2.4.2** - El diámetro interior del ducto debe ser por lo menos 7 mm mayor que el del tendón de alambre, barra o filamento y debe tener un área transversal interna por lo menos el doble del área neta del tendón.

**15.2.4.3** - El revestimiento debe tener huecos o respiraderos para el mortero en cada extremo y en todas los puntos altos excepto donde la curvatura sea pequeña y el revestimiento sea relativamente plano tal como es el caso en losas continuas. Si el tendón puede estar sometido a congelamiento después de ser colocado y antes de ser cubierto con lechada deben proveerse huecos de drenaje en todos los puntos bajos.

### **15.2.5 - Ductos para tendones no adheridos:**

**15.2.5.1** - El ducto debe tener suficiente resistencia a la tensión y resistencia al agua para prevenir daños irreparables o deterioro durante el transporte, almacenamiento en el sitio de trabajo e instalación. El revestimiento debe ser continuo sobre la longitud del tendón que va a estar no adherida. El revestimiento debe impedir la intrusión de pasta de cemento y el escape de material de recubrimiento. El revestimiento debe ser un tubo continuo o una envoltura en espiral.

### **15.2.6 - Lechada**

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**15.2.6.1** - La lechada debe consistir de una mezcla de cemento y agua, a menos que el área seccional bruta transversal interna del conducto exceda en cuatro veces el área seccional transversal del tendón, en cuyo caso puede adicionarse agregado fino.

**15.2.6.2** - Pueden adicionarse aditivos de cenizas volantes y de material puzolánico en una cantidad que no exceda 14 kg por cada 50 kg de cemento. El aditivo debe cumplir con la norma NTC 3493 (ASTM C618).

**15.2.6.3** - Debe adicionarse un aditivo aprobado que compense la retracción para producir una expansión máxima del 10% en volumen de la lechada, medida inconfinadamente.

**15.2.6.4** - No deben utilizarse aditivos que contengan cloruros, fluoruros o nitratos. Pueden utilizarse otros aditivos siempre y cuando ensayos aprobados y registros de comportamiento demuestren concluyentemente que éstos no tienen efectos perjudiciales sobre los tendones, acoples o la lechada.

**15.2.6.5** - El agregado fino debe cumplir con la norma NTC 4020 (ASTM C404), excepto que todo el material debe pasar el tamiz No. 16.

**15.2.6.6** - Las dosificaciones de material deben basarse en resultados de ensayos hechos sobre la lechada antes de que empiece la aplicación. El contenido de agua debe ser el mínimo necesario para una colocación adecuada y la relación agua-cemento no debe exceder de 0.50 en peso. La resistencia mínima a la compresión a los 7 días de cubos de 50 mm moldeados, curados y ensayados de acuerdo con la norma NTC 220 (ASTM C109) debe ser 28 MPa (280 kgf/cm<sup>2</sup>).

### 15.3 - FORMALETERIA

**15.3.1** - La formaletería no debe restringir el acortamiento elástico, la deflexión o el levantamiento del lecho de la formaleta que resulten de la aplicación de las fuerzas de tensionamiento.

**15.3.2** - Los soportes de las formaletas no deben removerse hasta que haya sido aplicada una fuerza de tensionamiento suficiente para soportar la carga muerta, la formaletería y las cargas anticipadas de construcción. Cuando una estructura es postensada en dos direcciones, la formaletería debe soportar la carga que se redistribuye debido a la operación de tensado parcialmente completada.

**15.3.3** - Las formaletas deben ser lo suficientemente rígidas para evitar desplazamientos de los tendones superiores a las tolerancias de la Sección 15.4.

### 15.4 - COLOCACION Y PROTECCION DE TENDONES Y ACOPLES

**15.4.1** - Los tendones y ductos para uso en construcción adherida deben estar libres de grasas, aceite, pintura y cualquier otro material extraño. Se permite un ligero recubrimiento de óxido siempre y cuando el óxido suelto haya sido removido y la superficie de acero no esté picada.

**15.4.2** - Los tendones para uso en construcción no adherida deben estar limpios y sin daño y deben estar permanentemente protegidos como se especifica.

**15.4.3** - Los anclajes de extremos que van a estar protegidos por concreto deben estar libres de óxido suelto, grasa, aceite y cualquier otro material extraño, excepto pintura.

**15.4.4** - Los tendones, ductos y anclajes, deben estar firmemente soportados para prevenir el desplazamiento durante la colocación del concreto. Estos deben colocarse con una tolerancia de  $\pm 7$  mm en dimensiones de concreto de 200 mm o menos,  $\pm 10$  mm en dimensiones de concreto

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

superiores a 200 mm pero no mayores de 600 mm, y  $\pm 12.5$  mm en dimensiones de concreto superiores a 600 mm. Estas tolerancias se aplican separadamente a ambas dimensiones, vertical y horizontal, y pueden ser diferentes para cada dirección excepto en losas donde la tolerancia horizontal no debe exceder 25 mm en 5.0 m de longitud del tendón.

**15.4.5** - Los accesorios para la lechada y los ductos en construcciones adheridas deben estar protegidos adecuadamente contra colapso y cualquier otro daño. Antes de la colocación del concreto, deben examinarse posibles huecos. Todos los huecos deben ser reparados. Si el tendón va a permanecer sin lechada durante más de 28 días a partir del tiempo de su colocación, debe proveerse protección temporal contra la corrosión.

**15.4.6** - La superficie portante entre los anclajes y el concreto debe ser concéntrica con y perpendicular a los tendones en un rango de  $\pm 1$  grado.

### 15.5 - APLICACION DE LA FUERZA DE PREESFUERZO

**15.5.1** - Los tendones deben tensionarse en la secuencia, a la resistencia del concreto y en la etapa de construcción indicadas en los documentos del contrato.

**15.5.2** - La fuerza de preesfuerzo se determina midiendo el alargamiento del tendón y verificando la fuerza impartida por el gato de tensionamiento con un medidor calibrado o dinamómetro. El medidor o dinamómetro debe haber sido calibrado dentro de los seis meses anteriores a ser usado; cualquier discrepancia que exceda 5% debe ser corregida. Los requisitos de alargamiento deben basarse en curvas esfuerzo-deformación para el acero usado a menos que datos estadísticos indiquen que pueden usarse valores promedios. El contratista debe mantener y suministrar un registro de los alargamientos medidos y de las lecturas de los medidores de presión o dinamómetros para cada tendón.

**15.5.3** - La pérdida total de fuerza de tensionamiento en cualquier tendón debido a la ruptura de elementos no reemplazados no debe exceder el 2% de la fuerza total de pretensado.

### 15.6 - LECHADA

**15.6.1** - Antes de que empiece la inyección con lechada debe disponerse de una fuente segura de agua de alta presión y de suficiente volumen. Los conductos deben liberarse de suciedad y otras sustancias extrañas mediante un lavado completo con agua inmediatamente antes de ser rellenados con lechada.

**15.6.2** - La lechada debe mezclarse en un mezclador mecánico de alta velocidad y debe pasarse a través de tamices a un equipo de bombeo capaz de realizar recirculación. El bombeo de la lechada debe empezar tan pronto como sea posible y debe continuarse hasta que la lechada mantenga la consistencia apropiada. Debe descartarse la lechada que se haya endurecido parcialmente.

**15.6.3** - La lechada debe inyectarse en todos los vacíos entre los tendones de pretensado, los conductos y los acoples de anclaje. El flujo debe continuar hasta que de las aberturas de ventilación fluya lechada sin la presencia de burbujas de aire y de una consistencia equivalente a la de la lechada inyectada. Las aberturas de ventilación deben cerrarse progresivamente en la dirección del flujo. Después de que se hayan cerrado todas las aberturas de ventilación debe aumentarse la presión de inyección hasta por lo menos 0.35 MPa (3.5 kgf/cm<sup>2</sup>) y debe sellarse el hueco de inyección.

**15.6.4** - En la eventualidad de un bloqueo o interrupción de la inyección de lechada debe removerse toda la lechada del conducto mediante lavado con agua.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**15.6.5** - Deben tomarse medidas para mantener los tendones secos y mantener agua afuera del conducto antes de la inyección con lechada. El concreto alrededor de los tendones adheridos debe mantenerse a una temperatura de 8°C o más, por lo menos durante 3 días después de la inyección con lechada.

### 15.7 - PLANOS DE TALLER

Los planos de taller para concreto preesforzado deben someterse a aprobación y deben proveer la siguiente información, además de la exigida por los requisitos aplicables del Capítulo 4, Formaletería y, del Capítulo 5, Refuerzo, de estas Especificaciones.

**15.7.1** - La localización de los tendones en toda su longitud.

**15.7.2** - Tamaño, detalles, localización, materiales y grado del acero (donde sea aplicable) para todos los tendones y accesorios.

**15.7.3** - Tolerancias de los gatos, procedimiento de gateo, secuencia del tensionamiento, fuerzas iniciales de tensionamiento, presiones de los calibradores y alargamiento del tendón.

**15.7.4** - La información requerida en las Secciones 15.2.1.2 y 15.2.1.3.

## CAPITULO 16 ENSAYOS

### 16.1 - GENERALIDADES

Los materiales y las operaciones con concreto se ensayarán e inspeccionarán a medida que el trabajo progresa. La omisión en detectar cualquier trabajo o material defectuoso no debe de ninguna manera impedir el rechazo posterior, cuando dicho defecto sea descubierto, ni obliga al Supervisor Técnico para la aceptación final.

### 16.2 - LABORATORIOS DE ENSAYOS

**16.2.1** - Los servicios de laboratorio requeridos en las Secciones 16.3, 16.4 y 16.5 deben ser realizados por el laboratorio designado en los documentos del contrato o por el Supervisor Técnico. Los servicios de las Secciones 16.3 y 16.4 serán realizados por el contratante sin costo alguno para el contratista; los de la Sección 16.5 deben ser pagados por el contratista.

**16.2.2** - Los servicios de laboratorio de la Sección 16.7.1 deben ser realizados por un laboratorio aceptado por el Supervisor Técnico a expensas del contratista.

**16.2.3** - Todos los laboratorios de ensayo deben cumplir con los requisitos de "Práctica Recomendada para las Entidades de Inspección y Ensayo para Concreto , Acero y Materiales Bituminosos" (ASTM E329) y deben ser independientes del constructor.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## 16.3 - SERVICIOS DE ENSAYOS

Los siguientes servicios y ensayos deben ser realizados por el laboratorio designado:

**16.3.1** - Revisar y/o realizar ensayos de los materiales propuestos por el contratista para probar la concordancia con las especificaciones.

**16.3.2** - Revisar y/o realizar ensayos de la dosificación de la mezcla propuesta por el contratista cuando sea requerido por el Supervisor Técnico.

**16.3.3** - Obtención de muestras de materiales en planta o en pilas durante el curso del trabajo y realización del respectivo ensayo para probar la concordancia con las especificaciones.

**16.3.4** - Dirigir los ensayos de resistencia del concreto durante la construcción de acuerdo con los procedimientos siguientes:

**16.3.4.1** - Obtener muestras de acuerdo con la norma NTC 550 (ASTM C31). Cada muestra debe obtenerse en forma aleatoria, a partir de una mezclada diferente de concreto, evitando cualquier selección de la mezclada de ensayo diferente de la correspondiente al número seleccionado aleatoriamente antes del comienzo del vaciado del concreto.

**16.3.4.2** - Moldear y curar tres especímenes de cada muestra de acuerdo con la norma NTC 550 (ASTM C31). Cualquier diferencia con los requisitos de esta norma debe ser anotado en el reporte de ensayos.

**16.3.4.3** - Ensayar especímenes de acuerdo con la norma NTC 673 (ASTM C39). Deben ensayarse dos especímenes a los 28 días para aceptación, y uno a los 7 días para información. El resultado de los ensayos para la aceptación debe ser el promedio de las resistencias de los dos especímenes ensayados a los 28 días. Si en un ensayo uno de los especímenes manifiesta alguna evidencia de mal muestreo, mal moldeado, o ensayo inadecuado, éste debe descartarse y la resistencia del cilindro restante debe considerarse como el resultado del ensayo. Si ambos especímenes en un ensayo, presentan alguno de los defectos anteriores, el ensayo entero debe descartarse. Cuando se utilice concreto de alta resistencia inicial, los especímenes deben ensayarse en las edades indicadas en los documentos del contrato.

**16.3.4.4** - Realizar por lo menos un ensayo de resistencia por cada 50 m<sup>3</sup> o fracción de éste para cada diseño de mezcla de concreto vaciado en un día cualquiera. Cuando la cantidad total de concreto con un diseño de mezcla dado sea menor de 20 m<sup>3</sup>, los ensayos de resistencia pueden ser obviados por el Supervisor Técnico si en su criterio, existe evidencia adecuada de resistencia satisfactoria, tal como resultados de ensayos de resistencia para el mismo tipo de concreto suministrado el mismo día y bajo condiciones comparables en un trabajo o proyecto diferente.

**16.3.5** - Determinar el asentamiento de la muestra de concreto para cada ensayo de resistencia y siempre que la consistencia del concreto parezca variar, utilizando la norma NTC 396 (ASTM C143).

## 16.4 - SERVICIOS ADICIONALES CUANDO SE REQUIERAN

Los servicios siguientes deben ser realizados por el laboratorio designado cuando el Supervisor Técnico lo requiera:

**16.4.1** - Inspeccionar las mezclas de concreto, el mezclado y las operaciones de distribución hasta el punto que el Supervisor Técnico considere necesario.

**16.4.2** - Tomar muestras de concreto en el punto de colocación y realizar los ensayos requeridos.



## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

16.4.3 - Revisar los reportes de los fabricantes para cada envío de cemento, acero de refuerzo y tendones de pretensado y/o dirigir ensayos de laboratorio o realizar comprobaciones al azar de los materiales que se reciban, para verificar concordancia con las especificaciones.

16.4.4 - Otros servicios de ensayos o inspecciones que se requieran.

### 16.5 - OTROS SERVICIOS CUANDO SEAN NECESARIOS

Los siguientes servicios deben ser realizados por el laboratorio designado cuando sea necesario.

16.5.1 - Ensayos o inspecciones adicionales requeridos por cambios en los materiales o proporciones, a solicitud del contratista.

16.5.2 - Ensayos adicionales sobre materiales o sobre concreto, cuando no se alcancen a cumplir por ensayo o inspección, los requisitos de las especificaciones.

16.5.3 - Toma de núcleos u otros ensayos solicitados por el Supervisor Técnico cuando se presenten resultados bajos en los ensayos de resistencia.

### 16.6 - OBLIGACIONES DEL LABORATORIO DE ENSAYOS

16.6.1 - Representantes de la entidad deben inspeccionar, muestrear y ensayar los materiales y la producción del concreto tal como lo requiera el Supervisor Técnico. Cuando cualquier material suministrado o trabajo realizado por el contratista, parezca no cumplir todas las especificaciones requeridas, el laboratorio debe reportar esta deficiencia al Supervisor Técnico y al contratista .

16.6.2 - El laboratorio debe reportar todos los resultados de ensayos e inspecciones al Supervisor Técnico y al contratista, inmediatamente después de realizados. Todos los reportes de los ensayos deben incluir la localización exacta en la obra en la cual fue depositada la mezcla representada por el ensayo realizado. Los reportes de los ensayos de resistencia deben incluir información detallada sobre el almacenamiento y curado de los especímenes antes de ser ensayados.

16.6.3 - El laboratorio y sus representantes no están autorizados para revocar, alterar, relajar, dilatar u omitir cualquier requisito de los documentos del contrato, ni para aprobar o aceptar cualquier porción del trabajo.

### 16.7 - OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

16.7.1 - El contratista debe proveer los servicios de ensayos necesarios para los siguientes casos :

16.7.1.1 - Calificación de materiales propuestos y establecimiento de los diseños de las mezclas.

16.7.1.2 - Otros servicios de ensayos requeridos o necesitados por el contratista.

16.7.2 - La utilización de los servicios de ensayos no deben de ninguna manera relevar al contratista de la responsabilidad de suministrar los materiales y medios de construcción de acuerdo con los documentos del contrato.

16.7.3 - El contratista debe remitir al Supervisor Técnico informe sobre los materiales del concreto y los diseños de mezclas propuestos para el concreto para ser sometidos, mediante petición escrita, a

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

aprobación. Este documento debe incluir los resultados de todos los ensayos realizados para calificar los materiales y para establecer los diseños de mezclas. Ningún concreto puede depositarse en la obra antes de que el contratista haya recibido dicha aprobación por escrito.

**16.7.4** - Para facilitar los ensayos e inspecciones, el contratista debe:

**16.7.4.1** - Realizar cualquier labor necesaria para asistir al laboratorio designado, en la obtención y manejo de muestras en el proyecto o en otras fuentes de materiales.

**16.7.4.2** - Avisar al laboratorio designado, con suficiente anterioridad a las operaciones, para permitir el cumplimiento de todos los ensayos de calidad y para la asignación del personal necesario.

**16.7.4.3** - Proveer y mantener para uso exclusivo del laboratorio las facilidades adecuadas para un almacenamiento seguro y un curado adecuado de los especímenes de ensayo del concreto en el sitio de proyecto durante las primeras 24 horas, tal como se requiere en la norma NTC 550 (ASTM C31).

**16.7.4.4** - Someter a aprobación del Supervisor Técnico copias de los certificados de calidad de los fabricantes del acero de refuerzo, del concreto y de los tendones de preesfuerzo, cuando se requiera.

## CAPITULO 17 EVALUACION Y ACEPTACION DEL CONCRETO

### 17.1 - EVALUACION DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS

**17.1.1** - Los resultados de ensayos de cilindros moldeados y curados en la forma normalizada deben evaluarse por separado para cada diseño de mezcla de concreto especificada. Tal evaluación es válida solamente si los ensayos se han realizado de acuerdo con los procedimientos especificados en el Capítulo 16.

**17.1.2** - Para la evaluación de resistencia potencial y uniformidad, cada diseño especificado de mezcla debe representarse al menos por cinco ensayos.

### 17.2 - ACEPTACION DEL CONCRETO

El nivel de resistencia del concreto se considera satisfactorio si el promedio de todos los conjuntos de tres ensayos consecutivos de resistencia iguala o excede a la resistencia especificada  $f'_c$  y ningún ensayo de resistencia individual está más de 3.5 MPa (35 kgf/cm<sup>2</sup>) por debajo de la resistencia especificada  $f'_c$ .

### 17.3 - ENSAYO DE CONCRETO EN EL SITIO

**17.3.1** - El Supervisor Técnico puede permitir los ensayos de ultrasonido, fonendoscopio, esclerómetro o cualquier otro equipo no destructivo, que permita determinar las resistencias relativas en diferentes localizaciones en la estructura como una ayuda para la evaluación de la resistencia del concreto en el sitio o para la selección de áreas para la extracción de núcleos. Tales ensayos no pueden usarse como base para la aceptación o el rechazo.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

### 17.3.2 - Ensayos de núcleos:

**17.3.2.1** - Donde se requiera deben obtenerse y ensayarse núcleos de por lo menos 50 mm de diámetro de acuerdo con la norma NTC 3658 (ASTM C42). Si el concreto en la estructura va a estar seco bajo condiciones de servicio, los núcleos deben secarse al aire (temperatura entre 15°C y 25°C, humedad relativa inferior al 60%) durante 7 días antes del ensayo y deben ensayarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo, bajo condiciones de servicio, los núcleos deben ensayarse después de que tengan la condición húmeda de acuerdo con NTC 3658 (ASTM C42).

**17.3.2.2** - Deben tomarse por lo menos tres núcleos representativos de cada miembro o área del concreto en los sitios que se consideran potencialmente diferentes. El Supervisor Técnico debe determinar la localización de los núcleos de una manera tal que no disminuya la resistencia de la estructura. Si, durante el ensayo, uno o más núcleos muestran evidencias de daños subsecuentes a, o durante la extracción de la estructura, éstos deberán reemplazarse.

**17.3.2.3** - El concreto de una zona representada por los ensayos de núcleos se considera estructuralmente adecuado si la resistencia promedio de los núcleos es igual por lo menos al 85% de  $f'_c$  y si ninguno de los núcleos tiene una resistencia inferior al 75% de la resistencia especificada  $f'_c$ .

**17.3.2.4** - Los huecos de los núcleos deben llenarse con concreto de bajo asentamiento o mortero. Ver Capítulo 9, Reparación de Defectos Superficiales.

## CAPITULO 18 ACEPTACION DE LA ESTRUCTURA

### 18.1 - GENERALIDADES

**18.1.1** - Los trabajos completos de concreto que cumplan todos los requisitos aplicables deben ser aceptados sin calificación alguna.

**18.1.2** - Los trabajos completos de concreto que no cumplan uno o más requisitos, pero que hayan sido reparados para cumplirlos, deben ser aceptados sin calificación.

**18.1.3** - Los trabajos completos de concreto que no cumplan uno o más requisitos y que no puedan repararse para cumplirlos, pueden ser aceptados o rechazados según los requisitos de estas especificaciones o de los documentos del contrato. En este caso pueden requerirse modificaciones para asegurar que el trabajo restante cumpla todos los requisitos.

### 18.2 - TOLERANCIAS DE DIMENSIONES

**18.2.1** - Las superficies terminadas resultantes en dimensiones del concreto inferiores de los permitidos por las tolerancias de la Sección 4.3.1 deben considerarse potencialmente deficientes en cuanto a resistencia y deben someterse a las recomendaciones de la Sección 18.4.

**18.2.2** - Las superficies terminadas resultantes en dimensiones del concreto mayores a los permitidos por las tolerancias de la Sección 4.3.1 pueden ser rechazados y el material excedente debe ser removido. Si se permite la remoción del material excedente, esto debe realizarse de una manera tal que se mantenga la resistencia de la sección y que se cumplan todos los requisitos adicionales aplicables de funcionamiento y apariencia.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**18.2.3** - Los miembros de concreto vaciados en una localización errónea pueden ser rechazados si la resistencia, apariencia o función de la estructura se ven afectadas adversamente o si las partes mal colocadas interfieren con otras construcciones.

**18.2.4** - Superficies de concreto inapropiadamente terminadas que excedan los límites de la Sección 4.3.1 o de la Sección 13.3 y que estén expuestas a la vista, pueden ser rechazadas y deben ser reparadas o removidas y reemplazadas si es requerido.

**18.2.5** - Las superficies terminadas de losas que excedan las tolerancias de la Sección 11.9 pueden ser reparadas siempre y cuando la resistencia o apariencia no se vean afectados adversamente. Los resaltes pueden ser removidos con una pulidora, los defectos bajos rellenos con un componente de parcheo, u otras medidas de reparación realizadas de acuerdo con lo permitido.

### 18.3 - APARIENCIA

**18.3.1** - El concreto a la vista con defectos superficiales que excedan las limitaciones de la Sección 13.3.1 debe ser removido o reemplazado.

**18.3.2** - Otros concretos expuestos a la vista con defectos que afecten adversamente la apariencia del acabado especificado, pueden ser reparados únicamente mediante métodos aprobados.

**18.3.3** - El concreto no expuesto a la vista no está sometido a rechazo por defectos de apariencia.

### 18.4 - RESISTENCIA DE LA ESTRUCTURA

**18.4.1** - La resistencia de la estructura en el sitio se considerará potencialmente deficiente si deja de cumplir cualquiera de los requisitos que controlan la resistencia, incluyendo pero no necesariamente limitados a las siguientes condiciones:

**18.4.1.1** - Concreto de baja resistencia como está especificado en el Capítulo 17.

**18.4.1.2** - Tamaño, cantidad, resistencia, posición o distribución del acero de refuerzo en variación con los requisitos del Capítulo 5, Refuerzo o de los documentos del contrato.

**18.4.1.3** - El concreto que difiera en las dimensiones requeridas o en la localización de una manera tal que se reduzca la resistencia.

**18.4.1.4** - Curado menor que el especificado.

**18.4.1.5** - Protección inadecuada del concreto de temperaturas extremas durante los estados iniciales del endurecimiento y de desarrollo de resistencia.

**18.4.1.6** - Daños mecánicos como se definen en la Sección 12.4, incendios durante la construcción, accidentes o remoción prematura de formaletas que resulten en resistencias deficientes.

**18.4.1.7** - Mano de obra no calificada que resulte en resistencias deficientes.

**18.4.2** - Cuando la resistencia de la estructura se considere potencialmente deficiente, pueden requerirse análisis estructurales o ensayos adicionales, o pruebas de carga.

**18.4.3** - Pueden requerirse ensayos de núcleos de acuerdo con la Sección 17.3.2 cuando la resistencia del concreto en sitio sea considerada potencialmente deficiente.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**18.4.4** - Si los ensayos sobre núcleos son no concluyentes o poco prácticos de obtener o si el análisis estructural no confirma la seguridad de la estructura, pueden requerirse pruebas de carga y sus resultados deben evaluarse acuerdo con el Capítulo C.19 del NSR-98.

**18.4.5** - Las obras de concreto juzgadas inadecuadas mediante el análisis estructural o por los resultados de las pruebas de carga, deben reforzarse con construcciones adicionales, dirigidas en tal caso por el Supervisor Técnico, o deben ser reemplazadas a expensas del contratista.

**18.4.6** - El contratista debe pagar todos los costos en que se incurran para la realización de los ensayos adicionales y/o de los análisis requeridos en este Capítulo.

**18.4.7** - El propietario o contratante pagará todos los costos de ensayos adicionales y/o de análisis que sean realizados por petición suya y que no sean requeridos por estas especificaciones, o por los documentos del contrato.

### CAPITULO 19 CONSTRUCCION DE PILOTES

#### 19.1 - CONSTRUCCION Y PRESUPUESTO DE PILOTES FUNDIDOS IN-SITU

**19.1.1** - Servirán de base para el diseño y propuesta del pilotaje los siguientes documentos: Informe general del subsuelo, plano de cargas en pedestal elaborado por los ingenieros calculistas, plano de localización de ejes y columnas; planos de cortes del edificio indicando las cotas de piso inferior.

**19.1.2** - Los pilotes serán del tipo fundido "in-situ" utilizando un revestimiento metálico total; previa consulta puede ser aceptable la perforación con revestimiento parcial, utilizando soluciones de bentonita; el revestimiento se extraerá durante la colocación del concreto por el sistema de "Tremie" o "Balas Herméticas".

**19.1.3** - El concreto utilizado deberá provenir de una planta de mezclas especificando una resistencia de 3.500 p.s.i.; se permitirá el uso de aditivos para mejorar su plasticidad o demorar el frague.

**19.1.4** - El contratista deberá mantener el suministro de agua a la perforación para mantenerla llena y evitar la condición movediza en la capa de base. Sólo si el informe de suelos lo permite la excavación se hará sin suministro de agua pero no se permitirá la extracción de la que penetre a la perforación durante la excavación y salvo en casos especiales una vez adelantada la colocación del concreto se permitirá la extracción de agua remanente.

**19.1.5** - Los pilotes serán contruidos desde la superficie actual del terreno y el concreto se fundirá solamente hasta la cota indicada en los planos subestructurales una vez definido el diámetro y distribución de pilotes material del contrato.

**19.1.6** - La punta del pilote deberá descansar por lo menos a las cotas indicadas en el informe de suelos pero en todo caso el Ingeniero de Suelos podrá modificar esta en el sitio durante la ejecución de los trabajos para lograr la reacción requerida.

**19.1.7** - No permitirá la construcción de un pilote dentro de una distancia de 3 m de otro antes de 48 horas.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**19.1.8** - No permitirá el avance de la excavación por delante de la tubería de revestimiento con el fin de reducir a un mínimo la pérdida de material particularmente en las capas de arenas finas y gravillas.

**19.1.9** -El concreto de los pilotes deberá quedar al nivel inferior de las vigas o cabezales subestructurales eventualmente proyectados. Todo recorte o complemento necesario en los pilotes para lograr esta cota correrá por cuenta del contratista y deberá ser efectuado oportunamente.

**19.1.10** -No se aceptarán pilotes cuyo desplome sea mayor a un 1% del diámetro de su longitud con un máximo de 10 cm.

**19.1.11** -El contratista deberá presentar a la terminación de cada pilote un record del perfil estratigráfico encontrado junto con informes sobre volumen utilizado, tiempo de excavación, tiempo de carga e imprevistos particulares.

**19.1.12** -Todos aquellos elementos que durante su construcción presenten expansiones negativas y/o problemas durante la fundida o la construcción subsiguiente deberá probarse su integridad mediante pruebas PIT. En todo caso se recomienda probar al menos un 20% de los pilotes construidos para verificar su integridad y calidad general del mismo.

**19.1.13** -La localización del concreto de los pilotes deberá ser por cuenta y responsabilidad del contratista en base de los ejes que localizará el propietario; ningún pilote podrá quedar desplazado más de 10 cm del sitio que le corresponda.

**19.1.14** -El orden de construcción de los pilotes deberá ser establecido de común acuerdo con el ingeniero de suelos de la obra. El contratista podrá elaborar el programa para ser aprobado por el Ingeniero de Suelos.

**19.1.15** -No se podrá colocar concreto en ningún pilote sin previa aprobación del Interventor o Asesor Técnico de la obra.

**19.1.16** -Será por cuenta del contratista el retiro de la obra del material excavado así como el mantenimiento del afirmado del piso y la evacuación del agua subterránea reemplazada por el concepto de los pilotes. El propietario suministrará el agua potable necesaria para el trabajo así como licencias y planos correspondientes.

**19.1.17** -El contratista deberá constatar si el subsuelo real corresponde a los perfiles estratigráficos indicados en el estudio de suelos. De no ser similar deberá dar aviso inmediato a fin de modificar como corresponde el diseño del pilotaje.

**19.1.18** -Las propuestas deberán acompañarse de un plano anteproyecto de distribución de pilotes y cálculos aproximado del volumen de concreto requerido en cabezales.

**19.1.19** -Las propuestas deberán presentarse indicando el costo por el pilote incluyendo todos los materiales e incidencias de equipos y mano de obra; deberá incluirse también el precio por ML de la zona excavada entre la superficie del terreno y la cota superior del pilote.

**19.1.20** -El contratista deberá indicar la clase y cantidad de equipo que utilizará en la obra, horas de trabajo proyectadas por día y plazo estimado de ejecución del trabajo.

**19.1.21** -El contratista deberá mantener en la obra un Ingeniero Civil debidamente matriculado como responsable directo de la ejecución de los trabajos.

**19.1.22** -La propuesta deberá incluir la posible fecha de iniciación. Deberá especificarse por separado la forma de pago sugerida y el costo de pólizas de manejo y cumplimiento, etc., que serán por cuenta del contratista.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Las anteriores sugerencias pueden servir de base al pliego de cargos por éste trabajo, una vez recibidas las propuestas y escogido el contratista, el Ingeniero de Suelos revisará el predimensionamiento del pilotaje para su aprobación antes de iniciar la obra.

### **19.2 – CONSTRUCCION Y PRESUPUESTO DE PILOTES DE TORNILLO CONTINUO**

**19.2.1-** Servirán de base para el diseño y propuesta del pilotaje los siguientes documentos: Informe general del subsuelo, plano de cargas en pedestal elaborado por los ingenieros calculistas, plano de localización de ejes y columnas; planos de cortes del edificio indicando las cotas de piso inferior.

**19.2.2-** Los pilotes serán del tipo fundido "in-situ" con tornillo continuo.

**19.2.3-** El equipo a utilizar deberá llevar un registro detallado de las presiones de inyección, la velocidad de avance del tornillo y torque.

**19.2.4-** Se deberá llevar un registro del volumen de concreto inyectado a lo largo de toda la trayectoria del tornillo. Dicha medición deberá hacerse mediante calibración de la bomba de inyección del mortero o concreto. La calibración se hará como mínimo una vez al inicio de la obra por cada una de las bombas utilizadas en la obra y podrá repetirse si el contratante así lo estima conveniente durante la ejecución de la obra.

**19.2.5-** El concreto o mortero utilizado deberá provenir de una planta de mezclas especificando una resistencia de 3.500 p.s.i.; se permitirá el uso de aditivos para mejorar su plasticidad o demorar el frague. Los morteros o concretos finos deberán utilizar arena lavada de río únicamente.

**19.2.6-** Todos los pilotes llevarán en su extremo un refuerzo de empate superior que sobresalga 1 metro del concreto y penetre dentro del pilote una longitud igual o mayor a la expansión en el informe; esta "canasta" de refuerzo se calculará con base al 0.5% del área de concreto como mínimo.

**19.2.7-** La colocación de la parrilla deberá hacerse de manera manual utilizando el peso propio de la misma y una ligera presión adicional aplicada manualmente. En ningún caso podrá empujarse la parrilla con el equipo de tornillo. Si por alguna razón se tiene problemas para el hincado del refuerzo siguiendo las recomendaciones ya descritas, se deberá retirar y reperforar completamente el elemento tantas veces sea necesario para lograr la apropiada colocación de la parrilla de refuerzo.

**19.2.8-** Los pilotes serán contruidos desde la superficie actual del terreno y el concreto se fundirá solamente hasta la cota indicada en los planos subestructurales una vez definido el diámetro y distribución de pilotes material del contrato.

**19.2.9-** La punta del pilote deberá descansar por lo menos a las cotas indicadas en el informe de suelos pero en todo caso el Ingeniero de Suelos podrá modificar esta en el sitio durante la ejecución de los trabajos para lograr la reacción requerida.

**19.2.10-** No permitirá la construcción de un pilote dentro de una distancia de 5 diámetros de otro antes de 48 horas.

**19.2.11-** No permitirá el avance de la excavación por delante de la tubería de revestimiento con el fin de reducir a un mínimo la pérdida de material particularmente en las capas de arenas finas y gravillas.

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**19.2.12-**El concreto de los pilotes deberá quedar al nivel inferior de las vigas o cabezales subestructurales eventualmente proyectados. Todo recorte o complemento necesario en los pilotes para lograr esta cota correrá por cuenta del contratista y deberá ser efectuado oportunamente.

**19.2.13-**No se aceptarán pilotes cuyo desplome sea mayor a un 1% de su longitud con un máximo de 10 cm.

**19.2.14-**El contratista deberá presentar a la terminación de cada pilote un record del perfil estratigráfico encontrado junto con informes sobre volumen utilizado, tiempo de excavación, las presiones de inyección, tiempo de carga e imprevistos particulares.

**19.2.15-**Todos aquellos elementos que durante su construcción presenten expansiones negativas y/o problemas durante la fundida o la construcción subsiguiente deberá probarse su integridad mediante pruebas PIT. En todo caso se recomienda probar al menos un 20 % de los pilotes construidos para verificar su integridad y la calidad general de mismo.

**19.2.16-**La localización del concreto de los pilotes deberá ser por cuenta y responsabilidad del contratista con base en los ejes que localizará el propietario; ningún pilote podrá quedar desplazado más de 10 cm del sitio que le corresponda.

**19.2.17-**El orden de construcción de los pilotes deberá ser establecido de común acuerdo con el ingeniero de suelos de la obra. El contratista podrá elaborar el programa para ser aprobado por el Ingeniero de Suelos.

**19.2.18-**No se podrá colocar concreto en ningún pilote sin previa aprobación del Interventor o Asesor Técnico de la obra.

**19.2.19-**Será por cuenta del contratista el retiro de la obra del material excavado así como el mantenimiento del afirmado del piso y la evacuación del agua subterránea reemplazada por el concepto de los pilotes. El propietario suministrará el agua potable necesaria para el trabajo así como licencias y planos correspondientes.

**19.2.20-**El contratista deberá constatar si el subsuelo real corresponde a los perfiles estratigráficos indicados en el estudio de suelos. De no ser similar deberá dar aviso inmediato a fin de modificar como corresponde el diseño del pilotaje.

**19.2.21-**Las propuestas deberán acompañarse de un plano anteproyecto de distribución de pilotes y cálculos aproximados del volumen de concreto requerido en cabezales.

**19.2.22-**Las propuestas deberán presentarse indicando el costo por pilote incluyendo todos los materiales e incidencias de equipos y mano de obra; deberá incluirse también el precio por ML de la zona excavada entre la superficie del terreno y la cota superior del pilote.

**19.2.23-**El contratista deberá indicar la clase y cantidad de equipo que utilizará en la obra, horas de trabajo proyectadas por día y plazo estimado de ejecución del trabajo.

**19.2.24-**El contratista deberá mantener en la obra un Ingeniero Civil debidamente matriculado como responsable directo de la ejecución de los trabajos.



## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**19.2.25-**La propuesta deberá incluir la posible fecha de iniciación. Deberá especificarse por separado la forma de pago sugerida y el costo de pólizas de manejo y cumplimiento, etc., que serán por cuenta del contratista.

Las anteriores sugerencias pueden servir de base al pliego de cargos por éste trabajo, una vez recibidas las propuestas y escogido el contratista, el Ingeniero de Suelos revisará el predimensionamiento del pilotaje para su aprobación antes de iniciar la obra.

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

## APENDICE A NORMAS TECNICAS MENCIONADAS EN EL TITULO C DE LA NSR-98

### A. 1 SECCION C.3.8 DE LA NSR-98: NORMAS CITADAS EN EL TITULO C DEL REGLAMENTO

Las siguientes normas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, ASTM, de la Sociedad Americana de Soldadura, AWS, y de la Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, AASHTO, a las cuales se hace referencia en el Título C del Reglamento, forman parte integrante de él:

#### A. 2 Normas NTC promulgadas por el ICONTEC:

**NTC 1** - Ensayo de doblamiento para productos metálicos. (ASTM A370)

**NTC 2** - Ensayo de tracción para productos de acero. (ASTM A370)

**NTC 30** - Cemento Portland - Clasificación y nomenclatura.

**NTC 121** - Cemento Portland - Especificaciones físicas y mecánicas (ASTM C150).

**NTC 159** - Alambres de acero, sin recubrimiento, liberados de esfuerzos, para concreto preesforzado. (ASTM A421)

**NTC 161** - Barras lisas de acero al carbono para concreto armado. (*Nota: C.3.5.5 impone limitaciones a la utilización de este tipo de acero de refuerzo*). (ASTM A615)

**NTC 174** - Especificaciones de los agregados para concreto. (ASTM C33)

**NTC 220** - Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm de lado. (ASTM C109)

**NTC 245** - Barras de acero al carbono trabajadas en frío para concreto reforzado armado. (*Nota: C.3.5.3 prohíbe el uso de este tipo de acero*).

**NTC 248** - Barras corrugadas de acero al carbono para concreto reforzado armado. (*Nota: C.3.5.3 impone requisitos adicionales a los que contiene esta norma*). (ASTM A615)

**NTC 321** - Cemento Portland - Especificaciones químicas.

**NTC 396** - Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. (ASTM C143)

**NTC 423** – Barras de acero al carbono, terminadas en frío de calidad estándar. (ASTM A108)

**NTC 454** - Hormigón fresco, toma de muestras. (ASTM C172)

**NTC 504** - Refrentado de especímenes cilíndricos de concreto. (ASTM C617)

**NTC 550** - Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. (ASTM C31)

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**NTC 673** - Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto. (ASTM C39)

**NTC 722** - Ensayo de tracción indirecta de cilindros de concreto. (ASTM C496)

**NTC 1299** - Aditivos químicos para el concreto. (ASTM C494)

**NTC 1377** - Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo laboratorio. (ASTM C192)

**NTC 1907** - Alambre de acero para concreto armado. (ASTM A496)

**NTC 1920** - Acero estructural. (ASTM A36)

**NTC 1925** - Mallas soldadas fabricadas con alambre liso de acero para concreto reforzado. (ASTM A185)

**NTC 1950** - Acero estructural de baja aleación y alta resistencia. (ASTM A242)

**NTC 1985** - Acero de calidad estructural de alta resistencia y baja aleación al Columbio (Nionio). (ASTM A 572)

**NTC 2010** - Cordones de acero de siete alambres, sin recubrimiento, para concreto preesforzado. (ASTM A416)

**NTC 2012** - Acero estructural de baja aleación y alta resistencia con punto de fluencia mínimo de 345 MPa, en espesores hasta 100 mm. (ASTM A588)

**NTC 2142** - Barras de acero de alta resistencia, sin revestimiento, para concreto pretensado. (ASTM A722)

**NTC 2240** - Agregados usados en morteros de mampostería. (ASTM C144)

**NTC 2289** - Barras y rollos corrugados de acero de baja aleación y/o termotratados para concreto reforzado en construcciones de diseño sismo resistente. (ASTM A706)

**NTC 2310** - Mallas soldadas fabricadas con alambre corrugado para refuerzo de concreto. (ASTM A497)

**NTC 2374** - Tubos redondos, rectangulares y cuadrados de acero al carbono con o sin costura, formados en caliente para propósitos estructurales. (ASTM A501)

**NTC 3318** - Concreto premezclado. (ASTM C94)

**NTC 3353** - Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. (ASTM A370)

**NTC 3459** - Agua para la elaboración de concreto. (BS 3148)

**NTC 3470** - Tubos de acero soldados o sin costura recubiertos de cinc por inmersión en caliente, o pavonados. (ASTM A53)

**NTC 3493** - Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento Portland. (ASTM C618)

**NTC 3502** - Aditivos incorporadores de aire para concreto. (ASTM C260)

**NTC 3658** - Método de la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas. (ASTM C42)

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**NTC 4002** - Siderurgia. Alambre liso de acero para refuerzo de concreto. (ASTM A82)

**NTC 4004** - Barras de acero de refuerzo con recubrimiento epóxico para refuerzo de concreto. (ASTM A775)

**NTC 4013** - Barras de acero recubiertas con cinc (galvanizadas) para refuerzo de concreto. (ASTM A767)

**NTC 4018** - Escoria de alto horno, granulada y molida, para ser uso en concreto y morteros. (ASTM C989)

**NTC 4022** - Masa unitaria de concreto liviano estructural. (ASTM C567)

**NTC 4023** - Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido. (ASTM C1017)

**NTC 4025** - Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson en concreto a compresión. (ASTM C469)

**NTC 4027** - Concreto hecho por bachada volumétrica y mezclado continuo. (ASTM C685)

**NTC 4034** - Elementos de fijación. Especificación para tornillos y pernos de acero al carbono, con 60 000 psi de resistencia a la tensión. (ASTM A307)

**NTC 4040** - Procedimientos de soldadura aplicables al acero para refuerzo de concreto. (ANSI/AWS D1.4)

**NTC 4045** - Agregados livianos para concreto estructural. (ASTM C330)

**NTC 4049** - Método para determinar los cloruros solubles en agua presentes en el concreto. (ASTM C1218)

## **A. 3 Normas ASTM:**

**A 36** - Standard Specification for Structural Steel. (NTC 1920)

**A 53** - Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated Welded and Seamless. (NTC 3470)

**A 82** - Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement. (NTC 4002)

**A 108** - Standard-Quality Cold-Finished Carbon Steel Bars. (NTC 423)

**A 185** - Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement. (NTC 1925)

**A 242** - Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel. (NTC 1950)

**A 307** - Low Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners. (NTC 4034)

**A 370** - Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products. (NTC 1)

**A 416** - Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire Stress-Relieved for Prestressed Concrete. (NTC 2010)

## ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**A 421** - Standard Specification for Uncoated Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete. (NTC 159)

**A 496** - Standard Specification for Steel Wire, Deformed for Concrete Reinforcement. (NTC 1907)

**A 497** - Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Deformed, for Concrete Reinforcement. (NTC 2310)

**A 500** - Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes.

**A 501** - Standard Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing. (NTC 2374)

**A 572** - Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Steels of Structural Quality. (NTC 1985)

**A 588** - Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel with 50 ksi (345 MPa) Minimum Yield Point to 4 in. (100 mm) Thick. (NTC 2012)

**A 615** - Standard Specification for Deformed and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement. (NTC 161 y 248)

**A 706** - Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement. (NTC 2289)

**A 722** - Standard Specification for Uncoated High-Strength Steel Bar for Prestressing Concrete. (NTC 2142)

**A 767** - Standard Specification for Zinc -Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement. (NTC 4013)

**A 775** - Standard Specification for Epoxy-Coated Reinforcing Steel Bars. (NTC 4004)

**A 884** - Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire and Welded Wire Fabric for Reinforcement

**A 934** - Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars

**C 31** - Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. (NTC 550)

**C 33** - Standard Specification for Concrete Aggregates. (NTC 174)

**C 39** - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. (NTC 673)

**C 42** - Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete. (NTC 3658)

**C 94** - Standard Specification for Ready-Mixed Concrete. (NTC 3318)

**C 109** - Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube Specimens). (NTC 220)

**C 143** - Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. (NTC 396)

**C 144** - Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar. (NTC 2240)

# ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

**C 150** - Standard Specification for Portland Cement

**C 172** - Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete. (NTC 454)

**C 192** - Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory. (NTC 1377)

**C 260** - Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete. (NTC 3502)

**C 330** - Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete. (NTC 4045)

**C 469** - Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression. (NTC 4025)

**C 494** - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. (NTC 1299)

**C 496** - Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. (NTC 722)

**C 567** - Standard Test Method for Unit Weight of Structural Lightweight Concrete. (NTC 4022)

**C 595** - Standard Specification for Blended Hydraulic Cements

**C 618** - Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete. (NTC 3493)

**C 685** - Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing. (NTC 4027)

**C 845** - Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement

**C 989** - Standard Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars. (NTC 4018)

**C 1017** - Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete. (NTC 4023)

**C 1218** - Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete. (NTC 4049)

**C 1240** - Standard Specification for Silica Fume for Use in Hydraulic-Cement Concrete and Mortar

## **A. 4 Normas de la AWS:**

"Structural Welding Code - Reinforcing Steel" (ANSI/AWS D1.4-92) of the American Welding Society (NTC 4040).