



**GERENCIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
AREA ARQUITECTURA E INGENIERIA
METRO DE SANTIAGO**

**ANEXO N° 1
HORMIGONES MOLDEADOS**

INDICE

1.	DISPOSICIONES GENERALES	4
1.1	Campo de Aplicación	4
1.2	Normas	4
2.	CEMENTO	5
3.	AGUA	6
4.	AGREGADOS PETREOS	7
5.	ADITIVOS	8
6.	DOSIFICACION Y FABRICACION	8
7.	AUTORIZACION PARA HORMIGONAR.....	12
8.	COLOCACION EN OBRA, ENSAYOS Y CURADO DEL HORMIGON	13
8.1	Transporte	14
8.2	Colocación del Hormigón	17
8.2.1	Disposiciones Generales	17
8.2.2	Hormigonado en tiempo frío	18
8.2.3	Hormigonado en tiempo caluroso y muy seco	19
8.2.4	Hormigonado en días de lluvia.....	20
8.2.5	Vibrado	20
8.2.6	Juntas de hormigonado	21
8.2.7	Juntas de expansión (dilatación).....	22
8.3	Control de la Calidad de los Materiales y del Hormigón.....	22
8.3.1	Control del cemento.....	23
8.3.2	Control de los áridos.....	23
8.3.3	Control del hormigón de obra.....	24
8.4	Curado del Hormigón.....	30
8.4.1	Curado húmedo	30
8.4.2	Curado mediante compuesto de sellado.....	30
8.4.3	Curado mediante láminas impermeables.....	31
9.	REPARACION DE DESPERFECTOS	31
10.	MOLDAJES	33
10.1	Diseño	33
10.2	Ejecución.....	35
10.3	Terminaciones de Superficies	36

10.4	Tolerancias.....	37
10.5	Moldajes deslizantes	37
10.6	Varios	38
11.	RETIRO DE MOLDAJES	38
12.	INSERTOS.....	39
13.	GROUTADO DE BASES Y PLACAS DE APOYO.....	40
14.	INSPECCION DE HORMIGONES Y MOLDAJES	42
15.	HORMIGONES DE LA INFRAESTRUCTURA	42
16.	ARMADURA DE REFUERZO	43
16.1	Alcance.....	43
16.2	Normas	43
16.3	Planos de Armadura	43
16.4	Calidad del Acero	43
16.5	Prescripciones Generales	44
16.6	Almacenamiento	45
16.7	Proteccion de las Armaduras	45
16.8	Colocación de las Armaduras.....	45
16.9	Separación de la Armaduras.....	47
16.10	Ganchos, anclajes y traslapos.....	48
16.11	Unión de las Armaduras.....	49
16.12	Dispositivos Mecánicos de Unión	50
16.13	Inspección.....	53
16.14	Mallas Electrosoldadas	54
16.15	Anclaje de Armaduras en Hormigón Endurecido.....	54

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1 Campo de Aplicación

Las disposiciones establecidas en el presente, establecen los requisitos que deben reunir los materiales integrantes del hormigón de cemento, las precauciones que debe tomarse para su almacenamiento, los procedimientos de preparación, transporte y colocación en obra del hormigón elaborado, y los tratamientos a que debe someterse la obra ejecutada, el control de resistencias del hormigón y las multas en caso de bajas resistencia, para el contrato "Tope Civil en taller de Puente Alto para Metro S.A."

La confección de los hormigones preparados en el sitio se deberán efectuar conforme a las estipulaciones de la Norma Chilena NCh 170, Of. 85, salvo en el caso que cite explícitamente otra norma. Los hormigones preparados en planta o central hormigonera se confeccionarán de acuerdo a NCh 1934, Of. 92.

1.2 Normas

Donde quiera que sean usadas en las presentes especificaciones, las abreviaturas de la lista más abajo indicada tendrán los siguientes significados:

INN	Instituto Nacional de Normalización
NCh	Norma Chilena Oficial
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
PCI	Precast and Prestressed Concrete Institute

La ejecución y control de los hormigones deberá efectuarse conforme a las estipulaciones de las Normas Chilenas que se indican:

NCh 170, Of. 85	Hormigón. Requisitos Generales.
NCh 1934, Of. 92	Hormigón preparado en central hormigonera.
NCh 1998, Of. 89	Hormigón Evaluación estadística de la resistencia mecánica.
NCh 171, Of. 75	Hormigón. Extracción de muestras de hormigón.
NCh 1019.E, Of.77	Determinación de docilidad, cono de Abrams.
NCh 1037, Of.	Hormigón. Ensayo a compresión de probetas.

Los casos no contemplados en estas Especificaciones se resolverán conforme a las prescripciones de los siguientes códigos y normas:

ACI 301-72	Specification for Structural Concrete for Buildings
ACI 311-88	Recommended Practice for Concrete Inspection
ACI 347-94	Recommended Practice for Concrete Formwork
ACI 305R-77	Standard Specification for Preformed Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction (Non-extruding and Resilient Bituminous Types)
ACI 318-99	Código de las Construcciones de Concreto Reforzado
AWS D 1.4-79	Reinforcing Steel Welding Code (Including metal inserts and Connections in Reinforced Concrete Construction)
ASTM C150-95	Specification of Portland Cement

La interpretación de la forma de aplicación de las disposiciones allí propuestas será de resorte exclusivo de la ITO.

2. CEMENTO

Los cementos a emplear en la confección de hormigones, deberán cumplir las estipulaciones de las siguientes Normas Chilenas:

NCh 148, Of. 68:	Cemento. Terminología. Clasificación y Especificaciones Generales
NCh 160, Of. 68:	Agregado tipo A para uso en cementos. Especificaciones
NCh 161, Of. 68:	Cemento. Puzolana para usos en cemento. Especificaciones
NCh 162, Of. 77:	Extracción de muestras de cemento

Si el cemento debe cumplir condiciones especiales no mencionadas en dichas normas, éstas serán incluidas en Especificaciones Técnicas Especiales, indicándose explícitamente la forma en que se deberá controlar el cumplimiento de esas especificaciones.

En caso de utilizarse un cemento de procedencia extranjera, el CONTRATISTA deberá certificar que cumple con las Normas Chilenas mediante ensayos en un laboratorio aprobado por la ITO. o en su defecto, clasificarlos de acuerdo a la última versión vigente de las Normas ASTM C150-95. El uso de cemento extranjero será restringido a origen puzolánico.

El almacenaje de cemento en bolsas se hará en bodegas debidamente cerradas, protegidas de la intemperie y que cuenten con suficiente aireación del recinto. Los envases del cemento cumplirán con NCh 642, Of. 99.

El almacenaje se hará en grupos de máximo 8 pilas, cada una de un máximo de 12 sacos de altura. En la estiba se dejará pasillos de ventilación de no menos de 30 cm de ancho alrededor de cada grupo.

El piso de las bodegas de almacenamiento, será entablado, sobre vigas de no menos 20 cm de altura sobre terreno debidamente limpio y emparejado. El terreno deberá tener un desnivel necesario para facilitar el escurrimiento de aguas superficiales.

La circulación de personas en las bodegas de cemento se resolverá en forma de evitar que queden ángulos inaccesibles. El consumo de cemento se dispondrá de manera que no se mantengan stocks inmovilizados. Si en razón del volumen o ubicación de la obra se justificare la provisión de cemento a granel, se cuidará que el material no sufra daño durante el transporte y su posterior almacenamiento. Ya sea que el transporte se efectúe en camión, ferrocarril u otro medio, deberá disponer de carpas u otros elementos adecuados para la protección de la intemperie durante las operaciones de carga y descarga. Se dispondrá de silos herméticos para almacenaje con dispositivos de entrega por peso. Se deberá hacer una mantención y aseo permanente de las instalaciones para evitar que el cemento adherido a los transportadores o tolvas falsee datos de medición por peso.

3. AGUA

En general, el agua de amasado y curado del hormigón deberá ser potable libre de materia orgánica y de sales dañinas, según se especifica en las siguientes normas:

NCh 1498, Of. 82	:	Hormigón. Agua de amasado. Requisitos
NCh 1443, Of. 78	:	Hormigón. Agua de amasado. Muestreo

Si el CONTRATISTA decide usar agua no potable, deberá justificar su empleo mediante análisis químicos, ejecutados de acuerdo a lo establecido, los cuales serán evaluados por la ITO., quién establecerá su aprobación o rechazo.

Este análisis deberá incluir como mínimo la determinación de los porcentajes de materias en suspensión, sales disueltas, materias orgánicas, y los aniones y cationes presentes en el agua y su pH (los valores máximos aceptables figuran en NCh 1498).

Si los valores determinados, a juicio de la ITO., pueden afectar algunas de las propiedades importantes del hormigón en relación con la obra, su utilización sólo podrá autorizarse previa ejecución de ensayos que permitan evaluar su influencia.

En el caso particular de la evaluación de la influencia sobre la resistencia, los ensayos deberán ser hechos en forma comparativa entre hormigones preparados con agua potable y el agua en análisis, pudiendo aceptarse esta última sólo si no produce un descenso de resistencia a 28 días superior a 15%. La ITO establecerá las condiciones de uso en caso de que los ensayos demuestren una disminución de resistencia, dentro de los límites indicados como aceptables.

4. AGREGADOS PETREOS

Los áridos utilizados para la confección del hormigón deberán cumplir las estipulaciones de las siguientes normas:

NCh 163, Of. 79: Áridos para morteros y hormigones. Requisitos generales

NCh 164E, Of. 76: Áridos para morteros y hormigones. Extracción y preparación de muestras.

NCh 165 Of. 77: Áridos. Tamizado y determinación de la granulometría.

Deberán separarse en varias categorías de granos, de manera que garanticen una curva granulométrica total adecuada, que pueda ser mantenida dentro de límites de variabilidad que no influyan significativamente sobre la trabajabilidad y retracción del hormigón.

Estas categorías serán elegidas tomando en consideración los tamaños máximos más probables para los áridos gruesos de los hormigones que se utilizarán en la obra y las condiciones económicas para su obtención.

La selección de los áridos, su transporte y acopio deberán ser hechos de tal forma que se evite la segregación, la mezcla de los distintos materiales entre sí y su contaminación por la superficie en que se depositen o por agentes externos.

Los acopios deberán asegurar un adecuado drenaje del agua que contengan los áridos, de manera que su humedad se mantenga uniforme y no sobrepase los siguientes valores:

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| - Material menor que malla # 4 | ASTM : 8% |
| - Material menor que malla # 3/4" | ASTM : 2% |

- Material menor que malla # 1 1/2"

ASTM : 1%

Estarán dispuestos de manera que permitan siempre su empleo en la misma secuencia en que han ingresado.

En forma adicional a ello, cada parte de arena de un nuevo origen que llegue al lugar de la fabricación del hormigón se someterá a las pruebas mínimas de porcentaje de arcilla, para lo cual se mantendrán los elementos de laboratorio correspondiente. Asimismo se hará esta determinación en caso de percibir evidencias de cambios de características del material de un mismo origen.

5. ADITIVOS

Los aditivos del hormigón que se empleen en las obras deberán cumplir con la Norma NCh 2182, Of. 95 "Hormigón y Mortero- Aditivos –Clasificación y RequisITO.s" y las indicaciones del Código ACI 318-99, punto 3.6.

La utilización genérica de un aditivo, ya sea plastificador, incorporador de aire, acelerador de fraguado del cemento y otro tipo cualquiera, será objeto de especificaciones especiales, notas en los planos y su uso autorizado por la ITO. y el PROYECTISTA.

Los aditivos deberán guardarse en lugares que cumplan las condiciones de almacenamiento especificadas por el fabricante, o en su defecto, las que haya establecido la ITO.

La calidad de los aditivos será objeto de un control periódico por parte de la ITO., la cual determinará las variaciones de dosificación que estime necesarias o su eliminación si considera que el efecto esperado en el hormigón pudiera introducir consecuencias nocivas por su uso, influyendo negativamente en otras propiedades del hormigón.

6. DOSIFICACION Y FABRICACION

La proporción en peso, de cada uno de los componentes del hormigón (dosificación) será determinada por el CONTRATISTA y aprobada por la ITO. (Ver Capítulo 8 "Fabricación" y Anexo C "Recomendaciones para clasificación del Hormigón" de la Norma NCh 170).

La dosificación propuesta deberá contener los siguientes antecedentes:

- a) Tipo y dosis de cemento en kg/m^3

- b) Tipo, procedencia, curva granulométrica, tamaño máximo y dosis en kg/m³ de los áridos.
- c) Razón agua/cemento y asentamiento de cono previstos para el hormigón
- d) Tipo y proporciones de los aditivos en caso de prever su empleo.
- e) Resistencia a 7 y 28 días obtenidos en mezclas de prueba, en conformidad con NCh 1018, Of. 77, NCh 1037, Of. 77 y NCh 1038, Of. 77.

El empleo de una determinada dosificación deberá estar respaldado mediante mezclas de prueba, que demuestren que el hormigón posee las características generales y la resistencia especificadas en los planos del Proyecto, las Especificaciones Técnicas Especiales y las que determine la ITO. de acuerdo a las condiciones específicas de cada parte de obra.

Las mezclas de prueba deberán estudiarse para obtener a lo menos una resistencia media dada por la siguiente expresión:

$$R = \frac{R_k}{1 - 0,20k}$$

Siendo:

R = Resistencia media de la mezcla de prueba a la edad especificada para R_k.

R_k = Resistencia característica especificada en el Proyecto.

k = Coeficiente según Tabla 24, Anexo C, de Norma NCh 170. Control Resistencia Hormigón.
(Ver también pto. 5.3.2 "Resistencia Promedio Requerida" de ACI 318-99).

Esta dosificación deberá ser revisada si se produce un cambio en la granulometría de los áridos que haga variar el módulo de finura de la curva granulométrica total en más de 0.10.

La faena deberá disponer de los elementos necesarios para medir en peso las cantidades de los materiales en la dosificación.

La medida de los materiales deberá incluir la corrección por la humedad contenida en ellos, para lo cual podrán adoptarse valores medios en base a datos obtenidos directamente. Estos valores serán verificados con una frecuencia por lo menos semanal o cada vez que se registre una variación importante de las condiciones medias de humedad.

La precisión de los elementos de pesaje deberá ser tal que permita la mantención de la razón agua/cemento con un error no superior a $\pm 0,01$ y el error en la medida de los áridos dentro de $\pm 2\%$ del peso especificado para cada fracción de árido.

La medida del agua deberá ser hecha preferentemente en peso. En caso de no ser esto posible, deberá verificarse si los elementos usados en sustitución permitan realmente la mantención de la tolerancia especificada para la razón agua/cemento.

Los equipos de pesaje de los materiales deberán disponer de pesas calibradas que permitan la verificación periódica de su funcionamiento, en las oportunidades que lo requiera la ITO.

La ITO podrá autorizar el uso de la medida de volumen en partes de obra de pequeña magnitud o de poca importancia estructural, a condición de que los elementos de medición se verifiquen con una medida en peso efectuada con los materiales de la obra en las condiciones de humedad media que es de esperar.

La verificación de los elementos de medida en volumen deberá ser repetida periódicamente, a lo menos una vez por semana, y cuando cambien las fuentes de aprovisionamiento de los materiales o las condiciones medias de humedad con respecto a las verificaciones antes del comienzo de la obra.

El tamaño (T máx.) de los áridos será establecido por cada parte de obra de acuerdo a lo siguiente:

DIMENSION MINIMA DE LA SECCION (cm)	T máx. (pulgadas)
Hasta 15	3/4
16 a 30	1 1/2
31 a 50	2

Mayor de 50	3
-------------	---

El tamaño máximo además no deberá exceder de:

- 1/5 del espesor de los muros
- 1/3 del espesor de las losas
- 3/4 de la distancia libre entre armaduras

El mezclado de los componentes del hormigón deberá efectuarse en hormigoneras de capacidad adecuada a las necesidades de la obra.

La operación de estas hormigoneras se efectuará en las condiciones establecidas por el fabricante, no pudiendo variarse ni la capacidad de carga, ni la velocidad de rotación especificadas.

La ITO podrá rechazar el uso de todos aquellos equipos y elementos que se encuentren en mal estado de conservación.

El mezclado del hormigón se podrá realizar:

- En planta central fija, para la cual se aplicará la norma NCh 1934, Of. 92.
- Parcialmente en planta central, completándose la operación en un camión mezclador.
- Totalmente en un camión mezclador.
- Los lugares y plantas de preparación del hormigón estarán sujetos a revisión y aprobación de la ITO.

En los casos en que los hormigones sean confeccionados en plantas ajenas al CONTRATISTA, éste será plenamente responsable de la calidad del material que adquiera a terceros, los cuales deberán proporcionar los mismos antecedentes.

La planta deberá mantener un registro de la producción que permita asociar partidas en forma inequívoca, con el resultado de muestreos obtenidos de la misma, con la dosificación

empleada en su confección, con las características del cemento, áridos y aditivos (en caso de que se les emplee). Además deberá indicarse fecha y lugar de colocación del hormigón en la obra.

Este registro quedará a disposición permanente de la ITO.

7. AUTORIZACION PARA HORMIGONAR

La ITO deberá dejar constancia en el Libro de Obra de las autorizaciones para hormigonar los diferentes elementos o sistemas, previa acuciosa comprobación de que los moldajes, armaduras, elementos insertados o pasados, alzaprimas, etc., se encuentren ejecutados correctamente. La ITO. podrá requerir una inspección especial de conductos eléctricos a cargo de la Dirección Eléctrica del METRO S.A. Esta autorización no exonera al CONTRATISTA de la responsabilidad de la correcta ejecución y cumplimiento.

Previamente a la ejecución del hormigonado, en esta etapa deberán efectuarse los siguientes trabajos mínimos de preparación:

- a) Preparación de la superficie que va a ser cubierta con hormigón, de acuerdo a su naturaleza.

Si la superficie corresponde a terreno natural formado por material común excavado hasta los límites aprobados por el especialista de Mecánica de Suelos y la ITO., deberá compactarse superficialmente hasta obtener la densidad que haya sido especificada por el Ingeniero de Mecánica de Suelos.

Toda superficie de hormigón que vaya a ser recubierta con hormigón recibirá la designación de junta de hormigonado y deberá recibir un tratamiento que elimine la lechada superficial producida al compactarse el hormigón.

Este tratamiento podrá efectuarse conforme al punto 6.4 de ACI 318-99 ó por alguno de los métodos siguientes:

- Por lavado del hormigón fresco mediante chorro de agua a presión. En este método se lavará la superficie del hormigón antes de que éste inicie su endurecimiento. Este lavado eliminará la capa superficial de mortero, evitando que se desprenda el árido grueso de tamaño superior a 5 mm.

El momento de aplicación del tratamiento deberá establecerse en la práctica en la obra misma y, una vez iniciado, se proseguirá hasta que el agua escurra totalmente limpia. Las pozas de agua que se formen serán eliminadas con aire a presión u otro método que apruebe la ITO., antes de hormigonar.

- Por decapado mediante chorro de arena, ya sea seco o húmedo.

En general no se aceptará el tratamiento de picado con barretilla, salvo en casos especiales aprobados por la ITO., en que no sea posible aplicar los sistemas antes descritos, o que el área de la junta de hormigonado sea pequeña y de un elemento de poca importancia estructural.

El CONTRATISTA podrá proponer otros sistemas de tratamiento de juntas de hormigonado, los cuales deberán ser aprobados por la ITO. antes de su aplicación en la obra, pudiendo exigir la ejecución de ensayos en sitio.

- b) Revisión de todos los elementos embebidos correspondientes a la etapa hayan sido incluidos, según lo definido en planos y especificaciones correspondientes.
- c) Verificación que el moldaje y las armaduras estén de acuerdo a detalles y especificaciones respectivas. Las pasadas de ductos e insertos que cortan las mallas deberán reforzarse en todo su alrededor con barras de diámetro superior a la malla cortada.
- d) Limpieza con agua y aire a presión hasta eliminar toda traza de suciedad acumulada. Esta limpieza deberá efectuarse inmediatamente antes del hormigonado.
- e) Aplicación de adhesivos especiales para hormigones en caso de estar indicado en especificaciones especiales de la obra, planos y/o instrucciones por escrito de la ITO. Los puentes de adherencia deberán ser de calidad reconocida y aplicados según instrucciones del FABRICANTE.
- f) Verificaciones de que han transcurrido los plazos especificados entre etapas de hormigonado.

8. COLOCACION EN OBRA, ENSAYOS Y CURADO DEL HORMIGON

Ver NCh 170, Of. 85, Capítulo 10 "Colocación".

8.1 Transporte

El transporte deberá establecerse de manera que cumpla las siguientes condiciones básicas:

- a) Que ocupe el tiempo mínimo posible desde la planta de hormigón al sitio de colocación. Este tiempo no podrá exceder el 50% del tiempo de comienzo de fraguado del cemento en uso, ni deberá provocar pérdidas de asentamiento del hormigón que excedan de 3 cm.
 - i. El límite básico que se establece a continuación se aplicará en el caso de hormigones sin retardador de fraguado. Para los hormigones con retardador de fraguado estos límites podrán aumentar en lo que indique la ITO., de acuerdo a la dosificación de Retardador de fraguado y otros factores que intervengan. El tiempo límite básico (término del amasado en planta hasta su colocación en moldes) para hormigones debidamente agitados durante el transporte, será de 45 minutos y de 30 minutos para hormigones sin agitación posterior. Estos tiempos podrán ser aumentados si la ITO. establece que los aditivos empleados lo permiten sin afectar la calidad del hormigón.
- b) No se deberá producir segregación ni pérdida de los componentes del hormigón
- c) Deberá permitir el vaciado del hormigón con el asentamiento previsto en la dosificación sin adiciones de agua.
- d) Los medios que se empleen en el transporte de hormigón deberán ser capaces, a juicio de la ITO., de vaciar hormigones con asentamientos bajos o medianos sin producir segregación o separación importante.
- e) El estado de funcionamiento de los equipos deberá ser óptimo en el momento de su utilización en obra. La ITO. no autorizará ningún trabajo de hormigonado si considera que el CONTRATISTA no ha dispuesto suficientes equipos y que éstos no se encuentran en buenas condiciones de uso.
- f) Se indican a continuación las exigencias mínimas que deberán cumplir algunos de los equipos y elementos usados habitualmente para el transporte y la colocación del hormigón:

- **Camiones – Betoneras:**

- Deberán emplearse en las condiciones de capacidad de carga y velocidad de revoltura especificados por el fabricante.
- Durante el transporte, el camión - betonera deberá girar a su velocidad de agitación, la cual se aumentará a la de amasado durante un mínimo de cinco vueltas de la betonera antes de proceder a su vaciado.
- El uso de camiones -betonera como elemento de revoltura del hormigón estará condicionado a una verificación por parte de la ITO. de que ésta es suficientemente homogénea, para lo cual ésta determinará el procedimiento a seguir.

- **Capachos para hormigón:**

- Se podrá transportar el hormigón en capachos que puedan descargar hormigón de bajo asentamiento.

- **Canaletas (Ver párrafo 9.3.2. de NCh 170, Of. 85):**

- Su empleo deberá ser aprobado por la ITO. Deberán ser de metal o revestidas en planchas metálicas. La superficie de escurrimiento del hormigón deberá ser lisa y sin irregularidades.
- Su pendiente deberá ser adecuada para producir un escurrimiento continuo y sin segregación del hormigón, con el asentamiento de cono que haya sido especificado.
- En su extremo de descarga deberán estar provistas de un embudo con el objeto de disminuir al mínimo posible la segregación que normalmente se produce en este punto.

- **Cintas transportadoras:**

- Se podrán emplear cintas transportadoras siempre que se cumplan las condiciones siguientes:
 - Las cintas están provistas de una tolva de alimentación y un embudo de descarga.
 - La velocidad de alimentación sea tal que el escurrimiento del hormigón se realice en forma continua.
 - Su pendiente deberá determinarse de manera tal que permita transportar hormigón del asentamiento especificado sin que se produzca segregación.
- **Bombas para hormigón:**
 - Las bombas de hormigón y su equipo auxiliar deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento en el momento de su utilización. La capacidad de las bombas y las dimensiones de las tuberías deberán ser aprobadas por la ITO. antes de iniciar las obras. La aprobación se podrá basar, en parte, en registros de trabajos anteriores que muestren un funcionamiento satisfactorio.
 - Su uso deberá ajustarse a las indicaciones del fabricante en lo relativo a distancia y altura de bombeo y a las indicaciones de curvas en el trazado de la tubería.
 - El uso de tubería de Aluminio deberá ser aprobado expresamente por la ITO, en las condiciones que ésta determine.
 - Antes de iniciar el hormigonado, la ITO. deberá aprobar las ubicaciones del agitador de la bomba y de las tuberías con respecto a los moldajes. Se deberán planificar cuidadosamente las operaciones con el fin de evitar todo peligro de juntas de hormigonado. Deberá reducirse a un mínimo la pérdida de asentamiento del hormigón en la bomba y en las tuberías, protegiendo ésta última si es necesario contra el efecto del calor.

- Inmediatamente antes de la iniciación del hormigonado, se deberá cebar la bomba y las tuberías bombeando mortero del equipo. El mortero deberá dosificarse de acuerdo a las instrucciones del Fabricante, con presentación de antecedentes a la ITO.

8.2 Colocación del Hormigón

8.2.1 Disposiciones Generales

El CONTRATISTA deberá entregar por escrito a la ITO en forma oportuna, la programación de la colocación de hormigón que abarque un período de 7 días. Cualquier modificación a este programa deberá ser puesta en conocimiento de la ITO con la debida antelación.

Las comprobaciones finales para aprobar dicha colocación las hará la ITO. sólo una vez terminada la colocación de los moldajes, armaduras e insertos y después de haberse realizado la limpieza final de ellos.

La ITO podrá ordenar al CONTRATISTA la remoción y reconstrucción de los hormigones colocados sin la aprobación previa.

El hormigón se deberá depositar directamente tan cerca como sea posible de su posición definitiva. Si es necesario mover lateralmente el hormigón, éste podrá ser paleado pero no trasladado por vibración.

En general no se permitirá colocar el hormigón desde alturas mayores a 1,5 m. En caso de ser necesario, la operación se hará mediante embudos y conductos cilíndricos ajustables rígidos o flexibles, de bajada, evitando así que la caída libre provoque la segregación, adicionalmente se podrán utilizar hormigones de gran fluidez y conjuntamente con ello limitar el tamaño máximo de árido.

No se permitirá que el hormigón tenga que caer lateralmente más de 1,25 m desde el punto de vaciado.

La velocidad vertical de llenado del hormigón en los moldajes, no excederá en ningún caso a 1.5 m por hora.

En los elementos verticales tales como muros y columnas, el hormigón se vaciará hasta un nivel aproximadamente una pulgada por sobre el fondo de la viga, nervaduras, parte superior

de muros y otras estructuras superpuestas y llevadas hasta un nivel verdadero después que se haya producido el asentamiento.

El hormigonado de superficies con pendientes deberá efectuarse empezando la colocación desde el punto más bajo del elemento.

La colocación de hormigón en superficie libre, podrá hacerse hasta para pendientes 1/4 (V/H) siempre que se tenga la precaución de utilizar un hormigón con asentamiento de cono inferior a 5 cm.

Para pendientes más fuertes que la indicada, se deberá colocar moldaje fijo o deslizante, que permite asegurar que, al limitar el desplazamiento del hormigón, éste quede bien compactado.

En vigas y losas el hormigón empezará a colocarse en el centro de los paños, prosiguiéndose simultáneamente hacia ambos extremos.

Toda tubería e inserto que deban quedar incluidas en el hormigón tendrá dimensiones tales y estarán colocadas en forma que no reduzcan la resistencia ni la estabilidad de los elementos estructurales (Ver punto 6.3 de ACI 318-99).

No se permitirá el uso de coplas con hilo en tuberías embebidas en el hormigón.

Antes de proceder al hormigonado, deberá realizarse una prueba de presión de las tuberías por lo menos a 200 psi sobre la presión atmosférica. Toda tubería diseñada para presiones inferiores a 1 psi no será necesario someterla a prueba de presión.

Deberán observarse precauciones especiales para la colocación del hormigón en temperaturas ambientes extremas, ya sea excesivamente frías o calurosas. Se especifican las precauciones de mayor importancia que deberán observarse, las que se complementarán con las que defina la ITO. (Ver puntos 8.2.2 y 8.2.3 de estas ETG y Apéndices D y E de NCh 170, Of. 85).

8.2.2 Hormigonado en tiempo frío

Si se prevé que se producirán temperaturas medias diarias inferiores a 10°C durante tres días consecutivos, deberán tomarse precauciones que consideren la influencia de las bajas temperaturas sobre las propiedades del hormigón.

Estas precauciones incluirán como mínimo lo siguiente:

- No deberá hormigonarse en los días en que pueda preverse que la temperatura del hormigón pueda descender bajo 5 °C.
- La temperatura del hormigón al momento de su colocación se mantendrá a los valores de la Tabla 26, Anexo D de NCh 170, Of. 85.
- Esta condición podrá eximirse mediante la adición de agua caliente, bajo estricto control de la Inspección. La temperatura del hormigón al momento de su colocación se mantendrá sobre 5°C y se aislará o calefaccionará posteriormente el hormigón para mantener su temperatura sobre ese valor a lo menos los tres días siguientes al hormigonado.
- El plazo de descimbre de los elementos estructurales deberá fijarse tomando en cuenta el efecto retardador de resistencia provocado por las bajas temperaturas.
- El eventual empleo de acelerador de fraguado, para paliar este efecto, deberá ser aprobado por la ITO.

8.2.3 Hormigonado en tiempo caluroso y muy seco

El vaciado de hormigón en tiempo caluroso mayor de 35° a la sombra, deberá hacerse de acuerdo con la práctica recomendada para concretado en tiempo caluroso y las siguientes condiciones mínimas:

- La temperatura del hormigón no deberá exceder de 30°C en el momento de su colocación, salvo autorización expresa de la ITO.
- La colocación de hormigón deberá planearse tomando en cuenta el efecto acelerador del fraguado producido por el calor.
- El empleo eventual de un retardador de fraguado para paliar este efecto, deberá ser aprobado por la ITO.
- Se evitará el resecamiento superficial del hormigón, cubriéndolo o humedeciéndolo ligeramente, pero sin producir lavado de la superficie.

8.2.4 Hormigonado en días de lluvia

Podrá colocarse hormigón durante los días de lluvia, siempre que se prevea de una adecuada protección para evitar que el agua de lluvia aumente el contenido de agua de la mezcla o dañe las superficies recién concretadas.

El hormigón que acuse un principio de fraguado o haya sido contaminado con sustancias extrañas no será colocado en obra. La máxima pérdida de asentamiento del Cono de Abrams, entre el momento de mezclado y el de colocación, no será superior a 3 cm. No se permitirá agregar agua para su ablandamiento y lograr el asentamiento indicado.

8.2.5 Vibrado

El hormigón se vibrará en sitio mediante vibradores de inmersión, quedando excluido el empleo de pisones y proscrito en forma absoluta el procedimiento de golpear los moldes con mazos de madera u otro material. Se dispondrá en faena de vibradores de diámetro adecuado a los espesores de los elementos. Antes de comenzar una faena de hormigonado debe contarse con vibradores de repuesto suficientes, que permitan el reemplazo oportuno de los elementos que puedan presentar fallas durante dicha faena.

La vibración se hará con vibradores de inmersión con botella de un diámetro no inferior a 2" y de una frecuencia mínima de 6.000 RPM, excepto en aquellos elementos que por sus pequeñas dimensiones o densidad de armaduras, será necesario emplear un diámetro menor.

Cuando se utilice este tipo de vibrador, deberá tomarse las precauciones necesarias para que el espesor de las capas de hormigón colocadas sean como máximo 15 cm inferior al largo de la botella, de manera que al proceder a la compactación, el vibrador penetre en la capa inmediatamente inferior.

Para este mismo objeto, el vibrador de inmersión se usará colocándolo en forma totalmente vertical.

El CONTRATISTA deberá además, disponer de vibradores de diámetro 1" para la compactación de zonas difíciles, por estrechez del moldaje o por la densidad de armaduras.

Si se hormigonan elementos en Plantas de Prefabricación, podrá emplearse otros métodos de vibración, previa aprobación de la ITO.

La vibración del hormigón deberá efectuarse en forma ordenada y sistemática, distanciando los puntos de aplicación del vibrador en conformidad con su radio de acción, de manera que no queden zonas mal vibradas.

La separación entre los puntos de inmersión del vibrador deberá ser a lo más $2/3$ del radio de acción del vibrador en el hormigón que se esté compactando.

El tiempo de vibración en cada punto de inmersión se prolongará por el tiempo necesario hasta que se empiece a producir el afloramiento superficial de la lechada del hormigón.

En casos especiales, cuando se compacten capas de hormigón de espesor inferior a 20 cm, podrán utilizarse vibradores de superficie de una frecuencia mínima de 6.000 RPM. Su velocidad de avance deberá condicionarse a la obtención de una buena compactación en todo el espesor del elemento.

La terminación que deberá darse a las superficies del hormigón será la definida en el Cap. 10.3 y 10.4 de estas Especificaciones Técnicas Generales y en los planos del Proyecto o la que exija la ITO.

La excepción en el uso de los vibradores se autorizara solo en el caso de empleo de hormigones autocompactantes, los cuales serán diseñados y proveídos para ese uso en forma específica.

8.2.6 Juntas de hormigonado

Es aquella en que se unen hormigones de distinta edad; la unión deberá mantener las mismas condiciones estructurales de todo el hormigón, salvo que se indique en los planos o apruebe lo contrario y el espaciamiento de las juntas de construcción horizontales en losas y juntas de construcción verticales en muros, no excederán los 15 m.

Todas las armaduras serán continuas a través de las juntas de construcción, salvo que en los planos se indique lo contrario.

Los dowels de vigas y losas se ubicarán de preferencia dentro del tercio central del vano y en los puntos de mínimo esfuerzo de corte.

En general, tendrán una dirección comprendida entre la normal y un ángulo no mayor a 30° respecto a la normal del elemento.

En muros y pilares las juntas de hormigonado serán horizontales y ubicados 20 a 30 cm bajo las losas o vigas de piso o directamente sobre el nivel del piso.

En general, no podrán ejecutarse otras juntas de hormigonado que las indicadas en los planos de cálculo. Toda otra junta no consultada en los planos deberá llevar el Vº Bº del PROYECTISTA.

La preparación de la superficie del hormigón ya endurecido se realizará conforme al punto 7 a) de esta Especificación Técnica y la Norma NCh 170, Anexo H.

8.2.7 Juntas de expansión (dilatación)

Debe respetarse la ubicación y dimensiones de las juntas de dilatación o separaciones sísmicas entre los elementos estructurales o cuerpos de edificios indicados en los planos de cálculo.

Toda junta o separación debe permitir el libre desplazamiento entre elementos estructurales, no admitiéndose rellenos con materiales o elementos que al restringir las deformaciones, induzcan en los elementos estructurales esfuerzos no consultados en los cálculos.

Queda terminantemente prohibido el hormigonado directo contra moldajes de madera incluidos en las juntas o separaciones.

Todas las canalizaciones y tuberías que atraviesen juntas de dilatación o separación entre elementos estructurales, deberán consultar los dispositivos o disposiciones constructivas adecuadas para no rigidizar sus extremos.

8.3 Control de la Calidad de los Materiales y del Hormigón

La ITO controlará de acuerdo a un programa o protocolo preparado por ella, todas aquellas etapas de la ejecución de los hormigones que estime necesarias, que hayan sido estipuladas en los Documentos del Proyecto o en estas Especificaciones.

El plan de control a efectuar será establecido al comenzar la obra y comunicado al CONTRATISTA, quien dará las informaciones y facilidades necesarias para su ejecución, sin que ello implique modificaciones de costo y plazo de las obras.

Sin embargo, independientemente de los controles efectuados por la ITO, el CONTRATISTA deberá tener su propio control de calidad interno, que asegure un fiel cumplimiento de lo establecido en estas Especificaciones Técnicas, además de lo que indiquen los planos del Proyecto y las instrucciones de la ITO., la cual establecerá los criterios pertinentes en caso de no estar establecido en Especificaciones.

8.3.1 Control del cemento

La ITO. solicitará al CONTRATISTA controles periódicos del cemento con el objeto de verificar si éste cumple los requisitos especificados. Sus resultados prevalecerán sobre cualquier otro obtenido por un conducto diferente.

Estos deberán incluir como mínimo las siguientes determinaciones:

- a) Método de determinación del tiempo de fraguado (NCh 152 Of. 71).
- b) Ensayos de flexión y compresión de morteros de cemento.
Resistencia a 3 y 7 días (NCH 158, Of. 67)
- c) Extracción de muestras (Nch 162, Of. 77)

La ITO analizará los resultados obtenidos y definirá en cada caso las medidas que deberá tomar el CONTRATISTA.

8.3.2 Control de los áridos

La ITO solicitará al CONTRATISTA la toma de muestras de los agregados pétreos acopiados en las plantas para fabricación de hormigón, directamente desde el punto de carguío de las hormigoneras.

Esta toma de muestras incluirá las cantidades especificadas en la Norma Chilena NCH 164 E Of. 76 y se efectuará con una frecuencia mínima de una muestra de cada tipo de agregado por semana.

La ITO ordenará que se ensayen en laboratorio autorizado por ésta, las muestras así tomadas y los resultados obtenidos se utilizarán tanto para la calificación de los agregados como para la verificación de las dosificaciones de los hormigones.

La ITO podrá rechazar aquellos áridos que no cumplan con las condiciones impuestas por la Norma Chilena NCH Of. 79.

8.3.3 Control del hormigón de obra

El grado del hormigón y su resistencia a los 28 días deberá ser como se especifique en los planos de diseño y/o Especificaciones.

La ITO verificará que se controlen periódicamente las características del hormigón elaborado en obra y/o de aquellos que el CONTRATISTA adquiera a terceros, siendo responsabilidad del CONTRATISTA el cumplimiento de la calidad del hormigón, en ambos casos.

El CONTRATISTA deberá proporcionar a la ITO. toda la información que ésta le solicite, así como las facilidades necesarias para no entorpecer la ejecución de los controles.

Estos controles incluirán como mínimo:

- a) Medición del asentamiento de cono, según se indica en la NCh 1019 E Of. 74 "Hormigón. Determinación de la docilidad. Método del asentamiento del cono de Abrams".

Si el asentamiento de cono excede en más de 5 cm del previsto al efectuar la dosificación del hormigón, éste no podrá ser utilizado en obra.

Si el asentamiento de cono excede en más de 2 cm pero no más de 5 cm al previsto, en tres medidas sucesivas, la ITO. rechazará el hormigón.

- b) Determinación de la razón agua/cemento real

Si la razón agua/cemento excede en más de 0.05 a la teórica del hormigón, el CONTRATISTA deberá aumentar la dosis de cemento en la proporción necesaria para restablecer la razón agua/cemento teórica.

Adicionalmente, la ITO. podrá solicitar cuando lo estime necesario, la ejecución de los ensayos indicados en la NCh 1564 Of. 79, "Determinación de la densidad aparente, del rendimiento del contenido de cemento y del contenido de aire del

hormigón fresco” y NCh 1565 Of. 79, “Hormigón. Determinación del índice esclerométrico”.

c) Control de resistencia del hormigón

Salvo que la ITO. lo determine de otra forma, se tomarán muestras para ensayo a compresión por cada 100 m³ o por cada tipo de hormigonado, cualquiera sea el más frecuente.

Se considerará como resistencia característica del hormigón colocado en obra la determinada mediante la expresión:

$$f_c = f_m - ks$$

En la cual:

f_c = Resistencia característica del hormigón colocado en obra (kg/cm²).

f_m = Resistencia media de las muestras tomadas (Kg/cm²).

k = Factor establecido en la Norma NCh 1998, Of. 89, función del porcentaje de muestras defectuosas. Para el hormigón de la infraestructura, con 95% de nivel de confianza (5% muestras defectuosas) $k = 1,64$.

s = Desviación típica de las muestras tomadas en obra (kg/cm²)

El valor "s" incluido en la expresión anterior deberá determinarse para un número de muestras no inferior a 10 y se calculará por la expresión:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f_m)^2}{N - 1}}$$

Siendo:

N = número de muestras consideradas ($N \geq 30$)

f_i = Resistencia de la muestra de orden i, determinada según NCh 1037, Of. 77. Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.

La evaluación de resultados de los ensayos a compresión y las dispersiones que ellos han presentado deberán ceñirse a lo estipulado por la norma NCh 1998, Of. 89. Los criterios de aceptación o rechazo de los hormigones se basarán en lo indicado en el Anexo A de la misma norma.

La norma considera dos criterios de evaluación:

- a) Grupos de muestras consecutivas ($N \geq 10$, N cantidad de muestras).
- b) Por total de muestras

Para el criterio a) cada parcialidad de lote es satisfactoria si, simultáneamente se cumple:

- El promedio de tres muestras $f_3 \geq f_c + k_1$ (Kg/cm²)
- La resistencia individual $f_i \geq f_o - k_2$

Con los valores que se indica en la tabla siguiente:

Kg/cm ²	%	Kg/cm ²			
f_c	NC	k_1	F_3	k_2	f_o
300	95	10	310	25	285

El criterio b) considera que la resistencia es satisfactoria si se cumplen las dos condiciones a la vez:

$$f_m \geq f_c + sk, \text{ resistencia media del lote}$$

$$f_i \geq f_o = f_c - k_2$$

Con los valores:

Kg/cm ²	%	Kg/cm ²
--------------------	---	--------------------

f_c	NC	k	f_3	k_2	f_0
300	95	1,64	$300+1,64.s$	25	285

Para la de aceptación o rechazo de hormigón en caso de cumplimiento o incumplimiento de los criterios a) o b) adoptados se basará en las recomendaciones que da la norma NCh 1998. Of 89 en el Anexo A.

- Tabla 7 para la evaluación de muestras consecutivas.
- Tabla 8 para la evaluación del total de muestras.

Para la investigación de los resultados defectuosos se adoptará el párrafo A4 de Anexo A de la referida norma.

Referente a la extracción de testigos, sólo se efectuarán con la aprobación de la ITO. con consulta previa al Proyectista. En caso eventual de aceptarse este recurso se aplicarán los criterios del párrafo A 4.3 “Testigos” del mencionado anexo.

Como se señaló la cantidad de muestras tomadas no deberá ser en ningún caso inferior a una por cada 100 m³ de hormigón fabricado, en caso de que la planta de hormigonado sea de propiedad del CONTRATISTA de la obra. En el caso de provenir de planta ajena se deberá tomar una muestra de cada camión mezclador.

En la eventualidad que no se cumpla los requisitos señalados por la Norma citada, se procederá como se indica:

- Si f_3 (media de tres muestras consecutivas) es menor que f_c (resistencia especificada) + k_1 (coeficiente a obtener de norma NCh 1998) y f_i (resistencia individual) mayor que la resistencia mínima individual, se procederá a realizar un descuento de acuerdo a lo indicado a continuación:
 - Si f_3 mayor o igual a $f_c + k_1 = 0\%$ descuento.
 - Si f_3 igual a $f_c - k_2$ siendo k_2 (coeficiente a determinar de norma NCh 1998) = 30% descuento

Para el caso de los hormigones H30 tenemos que se utilizarán en esta obra con 95% de nivel de confianza, se tiene:

- f_3 mayor o igual que $310 \text{ kg/cm}^2 = 0\%$ descuento
- f_3 igual a $275 \text{ kg/cm}^2 = 30\%$ descuento

Para determinar el porcentaje de descuento para resultados de f_3 que caigan dentro del rango (f_{c-k2} y f_{c+k1}) se deberá interpolar linealmente.

El descuento se deberá aplicar al volumen de hormigón asociado a las tres muestras cuyo f_3 resultó defectuoso. La valorización del descuento se realizará multiplicando el volumen de hormigón defectuoso por el valor neto de venta a Metro del hormigón (costo directo más gastos generales y utilidad).

El descuento se realizará por vía administrativa en el estado de pago siguiente a la detección del defecto. La valorización del descuento se realizará multiplicando el volumen de hormigón defectuoso por el valor neto de venta a Metro.

Para efectos de formar el listado de resistencias de un determinado tipo de hormigón, este se deberá preparar de acuerdo al número correlativo de los ensayos, no aceptándose modificar este orden para reducir los resultados defectuosos.

- Si f_i (resistencia individual) es menor que la resistencia mínima especificada f_{c-k2} , este valor se excluye del cálculo de f_3 y se procede como indica la norma NCh 1998 en su punto A.4 Investigación de los resultados defectuosos.

Si resulta posible extraer testigos y las resistencias de ellos cumplen las condiciones señaladas en el punto a.4.3 de la Norma NCh 1998, se calcula f_3 con el promedio de los testigos.

Si la resistencia de los testigos es insatisfactoria, no se paga el hormigón representado por f_i , pudiéndose ordenar la demolición y reposición, o el refuerzo del sector afectado, de cargo del CONTRATISTA.

Con cada muestra de hormigón que se vaya a colocar en obra se prepararán 4 probetas, para ensayar una a 7 días y tres a 28 días. En el caso de hormigón para prefabricación se tomará además una probeta a ensayar a 3 días.

La Especificación de que la cantidad de muestras tomadas no deberá ser en ningún caso inferior a una por cada 100 m³ de hormigón fabricado, rige para el caso de que la planta de hormigonado sea de propiedad del CONTRATISTA de la obra. En caso de provenir de planta ajena se deberá tomar una muestra de cada camión mezclador o lo que determine la ITO.

La toma y tratamiento de las muestras se ejecutará en las condiciones estipuladas en las NCH siguientes:

- NCh 171 E Of. 75 Extracción de muestras del hormigón fresco.
- NCh 1017 E Of. 75 Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.

d) Controles Especiales

En todos aquellos casos en que, a su criterio, la ITO. considere que se han infringido las disposiciones establecidas en estas Especificaciones, produciendo un daño que afecte la seguridad de la obra, éste podrá exigir o efectuar directamente, controles especiales del hormigón en sitio.

- Ejecución de ensayos no destructivos mediante los elementos pertinentes (esclerómetro Schmidt, aparato de ultrasonidos, rayos X, etc.).
- Extracción de testigos para la ejecución de ensayos adecuados a la situación en estudio (resistencia, adherencia, permeabilidad, etc.).
- Otros ensayos definidos por la ITO. de acuerdo a las circunstancias particulares de cada caso.

Los resultados correspondientes serán analizados e interpretados por la ITO., quien decidirá las medidas a tomar, las cuales podrán incluir la ejecución de refuerzos o incluso la demolición de las partes de obra afectadas.

Si los controles efectuados demostraren que la seguridad de la obra ha sido comprometida, tanto la ejecución de los ensayos como de las medidas a tomar serán de cargo del CONTRATISTA.

8.4 Curado del Hormigón

El curado y la protección del concreto fresco contra la pérdida de humedad se empezará inmediatamente después de terminado el vaciado, excepto cuando hayan sido modificadas por los requerimientos suplementarios o directivas siguientes:

- El comienzo del curado de las superficies libres deberá empezarse tan pronto como haya sido terminado el hormigonado del elemento. En los paramentos moldeados, el curado se empezará tan pronto hayan sido retirados los moldes y a condición de que si utilizan moldes de madera, éstos permanezcan húmedos durante el período que estén en sitio.
- El curado debe continuar por lo menos durante 7 días para hormigones preparados con cemento corriente, en todo caso la duración del período de curado estará sujeto a aprobación por la ITO.
- El curado podrá efectuarse aplicando alguno de los sistemas que se indican a continuación, en las condiciones que se detallan.

8.4.1 Curado húmedo

Deberá asegurar la mantención continua de humedad en las superficies libres. El sistema de riego periódico sólo podrá aplicarse en obras menores y con la aprobación de la ITO..

8.4.2 Curado mediante compuesto de sellado

Podrá ocuparse solamente en las superficies que no constituyan juntas de hormigonado, que no estén sometidas a tránsito o que se vean afectadas en su terminación arquitectónica.

Los compuestos de curado (membranas sellantes) podrán emplearse en pavimentos externos. Estarán excluidos en el caso de losas u otros elementos estructurales similares, que con posterioridad serán recubiertos por algún tipo de terminación de piso.

El compuesto sellante deberá ser provisto por un fabricante reconocido. Se deberá aplicar en el momento en que el hormigón se haya endurecido, de modo que ya no responda a un acabado con llana.

El compuesto deberá ser aplicado por aspersión. Al hacerlo, la mitad de la cantidad a aplicar en un área determinada se hará siguiendo el sentido definido por el movimiento del elemento aspersor. La otra mitad se aplicará en líneas perpendiculares a las anteriores. La cantidad a aplicar, dependerá de la textura de la superficie, pero deberá obtenerse una membrana continua de color.

La membrana deberá ser protegida de todo daño mecánico causado por tránsito y otro similar, por período mínimo de 28 días. En caso de dañarse deberá ser reparada. Se le podrá proteger por una capa de arena de al menos 3 cm de espesor. Esta no podrá ser colocada antes de las 24 horas después de haber sido aplicada la membrana.

La aplicación de un compuesto de sellado deberá ser aprobado por la ITO. y se efectuará conforme a las especificaciones del fabricante.

8.4.3 Curado mediante láminas impermeables.

Se aplicará sólo al curado de superficies horizontales.

Deberán aplicarse previo humedecimiento de la superficie del hormigón, de manera que queden adheridas en toda su extensión.

Para impedir su desprendimiento deberán asegurarse con una capa continua de arena, tierra u otro material. Se mantendrá en sitio durante un período mínimo de 28 días.

En prefabricación el curado por vapor a baja o alta presión deberá ser aprobado por la ITO., previa consulta al PROYECTISTA.

9. REPARACION DE DESPERFECTOS

Todas las imperfecciones que presente el hormigón y que, a juicio de la ITO., afecte su seguridad estructural, durabilidad o aspecto estético, deberán ser reparadas.

La ITO formulará sus observaciones confeccionando un catastro de imperfecciones, en el Libro de Obra y señalará, en cada caso, el procedimiento de eventual reparación de los desperfectos que presentan las obras de hormigones u ordenará su demolición y reconstrucción con cargo al CONTRATISTA, en el caso en que se estime que los desperfectos son inaceptables. No se permitirá de ninguna manera la reparación de desperfectos en los hormigones, como nidos de

piedras, discontinuidades, vacíos, sin la previa revisión de la ITO. y sin que exista indicación escrita ordenándolo.

Las zonas por reparar deberán ser limpiadas y picadas cuidadosamente, eliminando todo trazo de material dañado. Se mantendrán húmedas por lo menos doce horas antes de efectuar la reparación, excepto en el caso de utilizar resinas epóxicas.

Deberá cuidarse especialmente de efectuar un buen curado de las zonas reparadas, aplicándose de preferencia un curado húmedo por un lapso mínimo de 28 días.

La colocación se efectuará de manera de obtener un buen relleno de la zona reparada.

La compactación deberá ser adecuada al tipo y volumen de material de reparación empleado, usándose de preferencia la vibración, cuando ello sea posible.

a) Reparaciones por reemplazo de hormigón:

Se utilizarán para zonas dañadas que afecten a un volumen de hormigón superior a 30 x 30 cm x 10 cm.

En este caso se procederá a retirar el hormigón dañado y a efectuar una reposición por hormigonado de la zona afectada.

La forma de proceder en cada caso deberá ser aprobada por la ITO.

b) Reparaciones mediante mortero seco:

Se utilizará para reparación de perforaciones de una profundidad igual o mayor que el diámetro de ésta.

El mortero deberá tener una consistencia de tierra húmeda y se colocará en capas de 1 a 2 cm de espesor, las que se compactarán enérgicamente mediante maza y pisón de madera.

c) Mortero proyectado:

Se empleará para la ejecución de parches superficies que no superen más de 5 cm de profundidad.

Su ejecución deberá ser efectuada por personal especializado en este tipo de trabajos y con el equipo especial de aplicación del mortero proyectado.

d) Mortero epóxico:

En reemplazo del mortero proyectado podrá utilizarse mortero epóxico, de acuerdo a una formulación de un fabricante de prestigio reconocido y aprobado por la ITO..

Este mortero se aplicará en forma de estuco, en las condiciones de estado superficial, temperatura y plazo de colocación que indique el fabricante.

e) Inyecciones:

Se utilizarán para la reparación de grietas. El procedimiento se definirá en cada caso, debiendo ser aprobado previamente por la ITO.

Las reparaciones podrán efectuarse utilizando materiales de tipo epóxico, en cuyo caso la formulación de las resinas deberá ser apropiado al tipo de reparación y se aplicará conforme a las instrucciones del fabricante.

10. MOLDAJES

10.1 Diseño

Antes de iniciar la fabricación de los moldajes, el CONTRATISTA deberá presentar a la ITO. los detalles del diseño para su conocimiento y aprobación después de verificar que se cumple con las tolerancias y terminaciones de estas ETG.

Los moldajes se diseñarán de modo que soporten las presiones ejercidas por el concreto al ser colocado y vibrado y resistan las cargas debidas a operarios, pasadas, impacto, etc. y de modo que resulten superficies de concreto que cumplan con las tolerancias de construcción

especificadas en el punto 10.4 y con los tipos de terminaciones especificadas en el punto 10.3.

La aprobación del diseño por parte de la ITO. no exime al CONTRATISTA de su responsabilidad en el resultado de los trabajos.

Los moldajes podrán ser de madera, madera aglomerada, madera terciada, plástico reforzado con fibra de vidrio o acero. No se aceptarán moldajes recubiertos con hojalatería o lámina de polietileno.

Sólo se podrá emplear maderas cuya clase y calidad o cuyo tratamiento o recubrimiento garantice que no se producirán ataques químicos o cambio de colores en las superficies del concreto.

Los elementos de sujeción de los moldajes, que quedan embebidos en el concreto, se deberán diseñar de modo que no haya elementos metálicos a menos de 50 mm de la cara del moldaje.

Se deberá usar suficientes amarras y pernos para moldes, a unos pocos centímetros de las juntas de construcción, de forma tal que aseguren un buen ajuste con el concreto antiguo y que mantengan un contacto hermético durante la colocación del hormigón.

El empleo de alambre para la sujeción de moldajes está estrictamente prohibido. Su uso indebido dará lugar a la demolición del hormigón colocado en estas condiciones.

Los moldajes deberán ser suficientemente estancos para impedir pérdidas de mortero del hormigón.

Cuando se emplean moldes reusables, éstos deberán mantener a través de todos los usos su resistencia, rigidez, estanqueidad y superficie perfectamente lisa.

En el caso del diseño del moldaje destinado a cumplir tolerancias del tipo T1 se podrá usar madera en bruto. No obstante ello, el ajuste deberá ser adecuado para impedir la fuga de mortero durante el vibrado. Las superficies deberán tener una regularidad mínima que asegure la obtención de los recubrimientos exigidos a las armaduras.

Todos los moldajes se diseñarán y construirán con las contraflechas prescritas en los planos de detalle, o en su defecto con aquellos que aseguren el cumplimiento de las tolerancias de ejecución.

Se hace especial hincapié en la necesidad de controlar la existencia de las contraflechas y el comportamiento de alzaprimas, en especial en aquellos elementos horizontales cuya ubicación puede ser conflictiva con el paso del tren de Metro.

10.2 Ejecución

En los moldajes se dejarán insertados de acuerdo a los planos los elementos de anclaje o de instalaciones que deberán quedar incorporados o empotrados en la obra.

Las pasadas de conductores para la instalación eléctrica deberán cumplir con las exigencias que se señale en el capítulo respectivo de estas especificaciones.

Las planchas metálicas en contacto con el concreto deberán tener su superficie perfectamente lisa. No se permitirá el uso de planchas metálicas con abolladuras, o con zonas dobladas y otras imperfecciones.

Las cabezas de los pernos deberán ser avellanadas.

Deberá obtenerse un buen ajuste de los moldes contra el hormigón ya endurecido, de modo de obtener juntas suaves y regulares, que cumplan con las tolerancias establecidas para cada tipo de obra.

Los refuerzos, amarras, alzaprimas, arriostramientos, etc., deben ser indeformables.

Se deberá construir los moldes de vigas, nervios y dinteles, de manera que se pueda descimbrar los costados, sin afectar el fondo y sus soportes.

Los soportes deberán resistir el peso del concreto fresco y las otras cargas de construcción, sin deflexiones que sobrepasen las tolerancias que se especifican.

Los cantos vivos de vigas, losas, machones, muros y pilares, deberán achaflanarse, incorporando al moldaje, listones de madera cepillada de dimensión adecuada al caso.

10.3 Terminaciones de Superficies

El tipo de terminación salvo indicación contraria de los documentos antes citados, será definido de acuerdo a la nomenclatura que se indica a continuación, limitando las irregularidades progresivas y bruscas que presente la superficie, a los siguientes valores:

TIPO DE TERMINACION	TIPO DE IRREGULARIDAD SUPERFICIAL		CASOS TIPICOS DE APLICACION
	PROGRESIVAS (mm/1.50)	BRUSCAS (mm)	
T1	25	25	Paramentos ocultos por rellenos que no quedan a la vista
T2	15	6	Paramentos poco visibles
T3	6	3	Paramentos a la vista con buena terminación
T4	3	0	Superficies a la vista.

Las tolerancias progresivas corresponden a las irregularidades suaves presentes en la superficie. La tolerancia se establecerá midiendo con una regla de 1.50 m de longitud, aplicada sobre la superficie en cualquier dirección.

Las tolerancias bruscas corresponden a resaltos y escalones existentes en la superficie. La tolerancia se aplicará midiendo directamente la pared del escalón.

Se consideran irregularidades bruscas, las salientes y rebarbas causadas por desplazamientos, mala colocación o ajuste de los moldajes, nudos desprendidos y otros defectos similares.

El revestimiento de los moldajes deberán cumplir los siguientes requisitos, para cada terminación de la superficie que se indica.

- Terminación T1:

La terminación T 1 se usará en superficies moldeadas que serán cubiertas por material de relleno o concreto. La corrección de las irregularidades de superficies sólo será necesaria cuando sean mayores de 25 mm.

La madera en contacto con el hormigón podrá ser en bruto.

- Terminación T2:

La terminación T2 se usará en superficies que queden a la vista requiriendo una apariencia razonable atractiva.

Los moldes deberán estar constituidos por madera machiembreada o plancha metálica.

La madera deberá ser cepillada. Las planchas metálicas serán lisas y sin abolladuras. El tamaño de los elementos en contacto con el hormigón debe ser uniforme.

- Terminación T3 y T4:

Donde se especifique terminación T3 y T4 sólo podrán utilizarse moldajes cuya superficie de contacto sea plancha de madera terciada o metálica. Los moldajes no deben dejar nervios en las uniones entre ellos.

10.4 Tolerancias

Las dimensiones especificadas para elementos de hormigón deberán cumplir con tolerancias límites que se indican:

- a) Variación en la verticalidad
 - En 3 m de altura = 0.6 cm
 - En 6 m de altura = 1.0 cm
 - Sobre 12 m de altura = 2.0 cm
- b) Variación en la horizontalidad
 - Para vanos del orden de 6 m = 1.2 cm
- c) Variación en caras de vigas y pilares
 - Hacia adentro de la sección teórica = 0.6 cm
 - Hacia afuera de la sección teórica = 1.2 cm
- d) Variación de la sección en fundaciones
 - Hacia adentro = 1.5 cm
 - Hacia afuera = 3.0 cm

10.5 Moldajes deslizantes

Todo el diseño del moldaje, cantidad y ubicación de gatas hidráulicas, cantidad y ubicación de bombas de aceite, disposición de andamios colgantes, escaleras de acceso, barras de trepado, plataforma de trabajo, soportes de armaduras, iluminación, sistema de elevación,

distribución y vibrado del hormigón, velocidad de elevación, plataba del muro, corrección del plomo, etc., deberá ser presentado a la ITO. con la debida anticipación, ya que no se autorizará el empleo de ellos mientras el CONTRATISTA no cuente con la aprobación de éstos. Además el diseño de estos moldajes se hará en conformidad con las recomendaciones de ACI 347.

10.6 Varios

Deberán contemplarse ventanillas en las partes inferiores para facilitar la limpieza de las juntas de construcción.

Los cortes en tierra podrán ser usados como moldajes para superficies verticales cuando sean aprobados y siempre que se suministre un mínimo de 2.5 cm adicional de cobertura de concreto, la excavación cumpla con las leyes y reglamentaciones que las controlan y que la superficie resultante no quede expuesta a la vista.

Se deberá aplicar a los moldajes un compuesto que impida su adherencia al concreto. Este compuesto consistirá en un aceite mineral y otro líquido aprobado, que no manche y que evite que el concreto se pegue al moldaje. Este compuesto deberá aplicarse antes de colocar los moldajes.

Todos los materiales y trabajos cubiertos por la presente especificación estarán sujetos a revisión por parte de la ITO.

En particular, sin que ello signifique limitación, o releve de su responsabilidad al CONTRATISTA, la ITO deberá conocer y eventualmente aprobar:

- Diseño de los moldajes a usar
- Diseño de elementos de ajuste y desmoldaje
- Diseños de alzaprimas
- Diseño de cuñas y facilidades para su regulación
- Elementos de sujeción
- Contraflechas y su control
- Desmoldantes

11. RETIRO DE MOLDAJES

El retiro de los moldajes deberá efectuarse una vez que el hormigón esté suficientemente endurecido. En ningún caso se iniciará el retiro de moldajes hasta que la resistencia del

hormigón haya alcanzado como mínimo un valor doble del necesario para soportar las tensiones que aparecen en la estructura en el momento del descimbre.

Se recomiendan en general los siguientes plazos mínimos antes de descimbrar:

ELEMENTOS	CEMENTO NORMAL (días)	CEMENTO ALTA RESISTENCIA (días)
Muros	3	2
Pilares	8	4
Losas	15	7
Vigas		
a) Lado lateral	3	2
b) Lado inferior	28	15

Los valores anteriores deben ser aumentados en el número de días en que se haya producido temperaturas iguales o inferiores a $+4^{\circ}\text{C}$ durante y después del hormigonado.

Los pilares deberán descimbrarse antes que las losas y vigas.

Los apoyos de los moldes de vigas, losas, deberán retirarse por medio de dispositivos que eviten choques o fuertes vibraciones.

Deberá tomarse la precaución de rellenar con mortero seco todo el hueco dejado por pernos utilizados en la colocación de moldajes.

No se permitirá la eliminación de los moldes de madera por quemado de éstos.

Estas disposiciones generales podrán ser modificadas por la ITO. en cada caso particular, teniendo como base la Norma NCh 170.

12. INSERTOS

Los refuerzos e insertos estarán sujetos a aprobación en terreno, previamente a la colocación del concreto.

En el momento de vaciar el hormigón los refuerzos y las porciones de los insertos que irán embutidos en el concreto deberán estar libres de aceite, tierra, polvo, escamas sueltas, chapa de laminación, óxido y mortero suelto.

Los dobleces de la armadura que sobresalgan del hormigón ya fraguado, deberán ser sometidos a aprobación y cualquier daño causado a los refuerzos o a los concretos mismos, por ellos, será corregido de una manera aprobada por la ITO. de la obra.

Las intersecciones entre las barras de refuerzos deberán ser amarradas en forma segura y sostenidas en su lugar durante la operación de vaciado del hormigón.

Todos los insertos, incluyendo: pernos de anclaje, manguitos, desagües, ángulos de refuerzo, marcos de puerta, conductos y cajas de paso, unistruts, elementos para las juntas de expansión y sellos para agua, como se muestran en los planos de diseño, deberán ser ubicados con precisión y anclados con seguridad en sus lugares. Deberá disponerse suficiente tiempo para su inspección antes del vaciado del hormigón.

Los pernos de anclaje se asegurarán mediante una plantilla aprobada y ubicada a la elevación aproximada de la futura placa base.

Los items fabricados de aluminio no serán embebidos o encajados con ningún tipo de hormigón sin una capa protectora aprobada que se indicará en las Especificaciones Técnicas Especiales o en planos del Proyecto.

Las soldaduras de cualquier clase sobre las armaduras o partes embutidas deberán estar sujetas a aprobación. Cuando las soldaduras sean aprobadas se ejecutarán en concordancia con AWS D 1.4-79.

Las barras de refuerzo se deberán colocar en su posición en estricto cumplimiento con los planos y se deberán fijar adecuadamente mediante amarras con alambre de fierro recocido N° 18 y sujetarse por medio de separadores, mortero, soportes metálicos y otros dispositivos adecuados.

13. GROUTEADO DE BASES Y PLACAS DE APOYO

Las superficies de hormigón, bajo placas de apoyo, serán llevadas al nivel indicado y terminadas con una superficie rasguñada.

Antes de montar las bases o placas de apoyo, todo defecto o lechada superficial del concreto deberá ser removida mediante picado u otro medio aprobado. La superficie resultante deberá estar libre de aceite, grasa, polvo, partículas sueltas y presentará una superficie rugosa. Las caras de la unión entre bases de columnas y cáliz de fundaciones, entre las que irán grouteadas serán rugosas según se indica en los planos.

Las láminas y cuñas de nivelación temporales destinadas a ser retiradas después de que el grouting se haya endurecido, se cubrirán de una delgada capa de grasa para facilitar su remoción.

Antes de empezar el grouting, debe remojar la superficie del concreto con agua durante un mínimo de seis horas. Inmediatamente antes de empezar el relleno, toda el agua sobrante, que haya permanecido en la superficie, será removida, así como de las llaves, manguitos y otros que vayan a ser rellenados. En tiempo frío se tomarán precauciones para asegurar que el concreto permanezca libre de escarcha o hielo.

Los procedimientos de grouting empleados deberán asegurar su colocación en la totalidad de la superficie de la base o placa de apoyo, evitando la formación de bolsas de aire o vacíos mediante el empleo de una suficiente compactación. Los métodos de grouting estarán sujetos a aprobación previa.

El grout empleado será mortero estándar de cemento-arena o grout sin contracción según se indique en cada caso.

El mortero estándar empleado como grout estará compuesto de: una parte de cemento Portland y dos partes de arena para concreto bien graduada, en volumen, cuidadosamente revuelto con la justa cantidad de agua para producir una mezcla de suficiente consistencia para ser apisonada en su sitio por método de compactación en seco. El grout fresco recién colocado será protegido y fraguado de la misma manera que el concreto en concordancia con lo provisto en la Sección 8.4 mencionada antes en esta ETG.

El grout libre de contracción deberá ser un producto premezclado de fabricación estándar aprobado por la ITO. o un producto mezclado en obra que utilice algún agregado expandible de fabricación estándar. El grout será mezclado, colocado y fraguado en conformidad con las instrucciones del fabricante del grout o del agregado. El material de grout deberá ser un producto que no manche y apropiado para el propósito.

Especial cuidado se tendrá con la selección del grout entre las columnas y cáliz de las fundaciones, este grout deberá ser presentado a la ITO. para su aprobación.

14. INSPECCION DE HORMIGONES Y MOLDAJES

Sin que ello signifique limitación o relevo de su responsabilidad al CONTRATISTA, la ITO deberá aprobar:

1. Control de las proporciones de las mezclas para el hormigón.
2. Inspección de las plantas y equipos para confeccionar el hormigón.
3. Inspección, ensayos y aprobación de los materiales.
4. Inspección de los moldajes, lo que deberá incluir:
 - Diseño del moldaje
 - Diseño del alzaprimado
 - Elemento de sujeción
 - Compuestos desmoldantes
 - Composición y modulación de los tableros en caso de hormigones a la vista en los distintos ambientes con indicación expresa de los detalles de canterías que disimulen las juntas de tablero y construcción.
5. Inspección de la colocación de armaduras.
6. Inspección de los soportes y andamios.
7. Inspección de los equipos para colocar hormigón.
8. Inspección de la colocación del hormigón, consolidación, terminación y curado.
9. Inspección de las juntas de hormigonado y de trabajo.
10. Inspección de la reparación de hormigones defectuosos.
11. Inspección del retiro de moldajes.
12. Preparación de los ensayos de resistencia del hormigón.
13. Preparación de informes diarios y mensuales de todos los ítems.

15. HORMIGONES DE LA INFRAESTRUCTURA

La totalidad de los hormigones empleados en el proyecto (salvo que se indique lo contrario expresamente en casos particulares), será grado **H30** de 300 kg/cm² de resistencia cúbica a 28 días, equivalente a una resistencia cilíndrica **f' de 250 kg/cm²** a igual edad, con **90% de nivel de confianza**.

Hormigón de emplantillado y rellenos, de 170 Kg/Cem/m³.

16. ARMADURA DE REFUERZO

16.1 Alcance

En esta Especificación Técnica General se indica la calidad que deberán poseer las barras de refuerzo del hormigón armado del proyecto, así como las características de los anclajes, traslapos longitudinales, mecánicos y recubrimientos.

Los planos indican en cada caso el grado de acero a emplear. Se exige el uso de acero de origen conocido y controlado de acuerdo a la aplicación de las Normas INN correspondientes y de otras instituciones.

16.2 Normas

Con respecto a la fabricación y colocación de la armadura, serán aplicables en lo que corresponda las recomendaciones de las Normas:

- NCh 204, Of. 77 Acero barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 211, Of. 70 Acero barras con resaltes para hormigón armado.
- NCh 218, Of. 77 Acero-mallas de alta resistencia para hormigón armado.
- NCh 219, Of. 77 Construcción de mallas de alta resistencia condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 434, Of. 70 Barras de acero de alta resistencia en obras de hormigón armado.
- NCh 1173, Of. 77 Acero - Alambre de acero liso o con entalladuras, grado AT 56-50 H. Condiciones de uso en el hormigón armado.
- ACI 318-99 Código de diseño de Hormigón Armado.
- ACI 1170-90 Tolerances for Concrete Construction and Materials.
- ANSI/AWS D.14 Structural Welding Code-Reinforced Steel.

○ Planos de Armadura

La forma, dimensión y número de refuerzos de acero, se ejecutarán de acuerdo a los planos de armaduras de diseño. Cuando sea necesario, el CONTRATISTA deberá realizar planos de detalle partiendo de los planos de diseño que se le proporcionen. Estos planos deberán ser aprobados por la ITO., previa consulta al PROYECTISTA.

16.3 Calidad del Acero

Deberá respetarse fielmente el empleo de acero del grado indicado en los planos. No se podrá mezclar en un mismo elemento estructural aceros de diferentes grados sometidos a

condiciones similares de trabajo. El empleo de aceros de igual calidad, pero de distinto origen, deberá ser programado y autorizado por la ITO. con consulta al PROYECTISTA.

La calidad de los aceros para refuerzo de los hormigones debe cumplir con lo dispuesto en el capítulo 21.2.5 a) y b) del Código ACI 318-99.

Se ha considerado el empleo de barras calidad A63 – 42H con resaltes, de tensión de fluencia garantizada $f_y = 420$ MPa, y de acero A44 – 28H, de tensión de fluencia garantizada $f_y = 280$ MPa.

El cambio de diámetro de barras deberá ser aprobado por el PROYECTISTA o la SDO de terreno, previa solicitud hecha a través de la ITO.

16.4 Prescripciones Generales

- Los empalmes, ganchos, longitudes de anclaje y doblado de las barras se efectuarán según se indica en los planos de detalle de armadura o en su defecto regirán las prescripciones de las Normas ACI 318-99, Capítulo 12 y ACI 315-92 “Details and Detailing of Concrete Reinforcement.
- Las barras de acero se cortarán y doblarán en frío, a velocidad limitada. Las barras de $f_y \geq 420$ Mpa que han sido dobladas, no podrán ser enderezadas ni podrán volver a doblarse. Será fundamentalmente en los planos de armaduras donde se indicaran las condiciones de empalme, longitudes de anclajes, doblado y otros detalles constructivos de las armaduras.
- Antes del hormigonado se procederá a la limpieza de las barras de toda materia extraña adherida a ellos como óxido en escamas, aceite, grasa o tierra, para lo cual se podrá utilizar arpillera, escobilla de acero, chorro de arena, aire comprimido o agua a presión.
- Ninguna armadura se colocará en contacto con el terreno natural, debiendo colocarse en todos los casos posibles sobre emplantillado de hormigón y respetando siempre el recubrimiento especificado que se logrará con separadores de plástico o de mortero de resistencia equivalente a la del hormigón.
- Los refuerzos de resistencia deberán estar debidamente amarrados a los estribos y barras de repartición. Igualmente las mallas se amarrarán a los nudos de forma de asegurar que no se muevan durante el hormigonado y vibrado.

- Se evitará, en lo posible más de un empalme en una misma sección transversal y, en todo caso, deberán ir en barras alternadas.
- No podrán emplearse aceros de diferentes grados en un mismo elemento estructural, salvo indicación expresa en planos del proyecto.

16.5 Almacenamiento

Por un período corto se podrá almacenar las barras de acero a la intemperie, pero debidamente ordenadas y clasificadas por diámetro. En todo caso deberá evitarse que queden en contacto directo con el terreno.

16.6 Proteccion de las Armaduras

El CONTRATISTA deberá tomar las medidas de protección que sean necesarias para impedir la rotura de amarra después de la inspección final y durante el hormigonado e impedir cualquier efecto que pueda perjudicar la adherencia de las armaduras al concreto, durante o después de su colocación.

El CONTRATISTA, durante el vaciado del hormigón, deberá disponer a lo menos de un enfierrador. Si las barras son dobladas en una planta exterior, se deberá mantener en el sitio barras en stock, para cualquier eventualidad.

Se deberá colocar, en cantidad suficiente, pisaderas, escaleras, pasarelas, soportes y otras instalaciones provisionales, para que el personal no necesite trepar, caminar o colgarse de las armaduras. El CONTRATISTA deberá prevenir a todo su personal, de evitar los movimientos de las armaduras una vez instaladas.

En todos los casos posibles, se deberá amarrar a un atiesador los extremos libres de las armaduras, especialmente aquellas barras que salen sobre el nivel del hormigonado. Como atiesador se empleará un tablón o una barra de fierro adicional.

El desenrollado del acero en rollos se hará mediante el uso de estiradores manuales o mecánicos, prohibiéndose el empleo de tractores.

16.7 Colocación de las Armaduras

Las armaduras deben colocarse limpias, exentas de polvo, barro, escamas de óxido, grasas, aceites, pinturas y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con el hormigón.

Las armaduras que estuvieren cubiertas por mortero o pasta de cemento u hormigón endurecido se limpiarán hasta eliminar todo resto en contacto con las barras.

Durante la colocación y fraguado del hormigón las armaduras deberán mantenerse en las posiciones indicadas en los planos, evitando los desplazamientos o vibraciones enérgicas. Para esto deberán disponerse los elementos adecuados.

Se rectificará la posición de las armaduras en relación con el moldaje a fin de cumplir con las distancias protectoras especificadas, para lo cual se usará un número suficiente de separadores o fijadores de dimensiones adecuadas para cumplir con los recubrimientos previstos. Estos separadores serán hechos en mortero (pastillas), metálicos o de material plástico. No podrán emplearse trozos de ladrillos, piedras ni trozos de madera.

Las armaduras superiores en losas se apoyarán sobre horquillas de fierro de 10 mm y dimensiones tales que se cumplan los recubrimientos indicados en los planos. Tanto las armaduras superiores de losas como de vigas serán aseguradas en forma adecuada contra las pisadas.

Las amarras de armaduras se practicarán con alambre negro N° 18.

Los separadores de fierro de las mallas se colocarán de acuerdo a las indicaciones de los planos.

Se deberá evitar la deformación y deterioro de las armaduras durante la construcción mediante uso de pasarelas, banquetas, etc.

Todos los estribos deberán llevar ganchos en sus extremos, formando ángulo de 135°, ó 90° según se indique en planos.

Todas las barras dobladas deberán cumplir según indica la norma ACI 318-05 y el diámetro de doblado depende del diámetro de la barra y del tipo de refuerzo que se trate.

Recubrimientos

Prevalecerán sobre cualquier otra indicación los recubrimientos prescritos en los planos de armaduras respectivos.

Deberán consultarse los dispositivos (amarras) que aseguren el correcto control de los recubrimientos especificados, admitiéndose una tolerancia de ± 4 mm.

En los casos de ausencia de especificación, se podrán considerar los siguientes recubrimientos mínimos:

Elementos en condiciones normales

- Losas expuestas a la intemperie	30,0 mm
- Vigas y columnas expuestas a la intemperie	40,0 mm
- Hormigonado contra terreno	70,0 mm

Elementos en contacto con terreno, sobre emplantillado

- Barras diam 18 a 36 mm	50,0-70,0mm
- Barras diam 8 a 16 mm	40,0mm

Radieres

	50,0mm
- Pilares y cadenas de albañilería confinadas:	
- En condiciones normales	25,0mm
- Recubiertas con estuco	20,0mm
- Expuestas a la intemperie	30,0mm

Para los recubrimientos no especificados ver Código ACI 318-05, puntos. 7.7 y C.77.

16.8 Separación de la Armaduras

La distancia libre entre barras paralelas no deberá ser inferior al diámetro de las barras y, por lo menos igual a $1 \frac{1}{3}$ del tamaño del agregado grueso. En todo caso, deberá cumplirse que el hormigonado de los elementos estructurales se realice en forma de asegurar la debida compactación del elemento y el llenado completo de los vacíos entre barras, modificando el tamaño máximo de árido del hormigón a colocar si fuese necesario.

Cuando las armaduras en vigas sean colocadas en 2 o más capas, la distancia libre entre capas no será inferior a 2.5 cm y las barras de la capa superior deberán ser colocadas directamente encima de las barras de la capa inferior.

En pilares la distancia libre entre barras longitudinales no será inferior a $1 \frac{1}{2}$ veces el diámetro de la barra, $1 \frac{1}{2}$ veces el tamaño del agregado y no menor de 3.5 cm.

Las disposiciones anteriores no se aplicarán a los cruzamientos de las armaduras de distintas vigas, ni a la separación entre las armaduras y estribos.

16.9 Ganchos, anclajes y traslapos

Todas las barras deberán ser ancladas en sus extremos. Las barras cuyos anclajes no estén indicados expresamente en los planos deberán anclarse siguiendo las disposiciones contenidas en la presente especificación.

Según la posición de las barras se distinguen dos grupos:

- Grupo I

Barras con resaltes en posición vertical con excepción de bordes de muros y pilares o inclinadas hasta un máximo de 45° con la vertical y las barras horizontales ubicadas a no más de 25 cm del plano inferior del elemento.

- Grupo II

Todas las demás barras y en especial las horizontales ubicadas a más de 25 cm del plano inferior del elemento.

En barras con resalte los ganchos extremos estarán formados por 1/4 de círculo cuyo diámetro interior mínimo será:

GRADO DEL ACERO	d < 10 mm	d > 10 mm
A 63-42 H	5 d	7 d

Siendo d, el diámetro de la barra.

Las longitudes de anclaje “a” de una barra de acero sin ganchos en hormigón se indican en los planos y en la tabla siguiente:

	GRUPO I		GRUPO II	
	Grado H25	Grado H30	Grado H25	Grado H30

A 63-42 H	30 d	25 d	60 d	50 d
-----------	------	------	------	------

El traslapo "L" mínimo de barras resistentes con ganchos será $a(3) + 10$ cm, pero en ningún caso inferior a 30 cm

Si las barras se disponen con ganchos terminales según 8.14.2 se permite reducir la longitud de anclaje $a(3) + 10$ cm en $a(3)/3$.

Se clasifican en Grupo I las siguientes armaduras:

- Armaduras verticales de muros (mallas)
- Armaduras inferiores de vigas
- Armaduras inclinadas hasta un máximo de 45° con la vertical

Se clasifican en Grupo II las siguientes armaduras:

- Armaduras verticales de borde muros
- Armaduras verticales de pilares
- Armaduras superiores de vigas
- Armaduras horizontales de muros (mallas)

16.10 Unión de las Armaduras

En el proyecto, se consultan uniones de las barras por simple traslapo, y en las etapas de excavación de los piques, la unión de las barras se puede realizar mediante manguitos de conexión, o soldaduras (ver punto 16.12.1) según lo que indiquen los planos de diseño. Cualquier solución que se ejecute deberá ser, certificados, ensayados por laboratorios competentes, y aceptados por la inspección técnica.

- Las uniones por traslapo se harán en un largo "L" = $a3 + 10$ cm, conforme a las Normas
- La longitud de traslapos "L", en ningún caso será inferior a 30 cm
- En lo posible, en las barras que constituyen las armaduras no se realizarán empalmes. Lo dicho se tendrá especialmente en cuenta cuando se trata de barras sometidas a esfuerzos de tracción.
- Si lo establecido en 8.15.4 resultara imposible de cumplir, los empalmes se ubicarán en aquellos lugares en que las barras tengan las sollicitaciones mínimas.

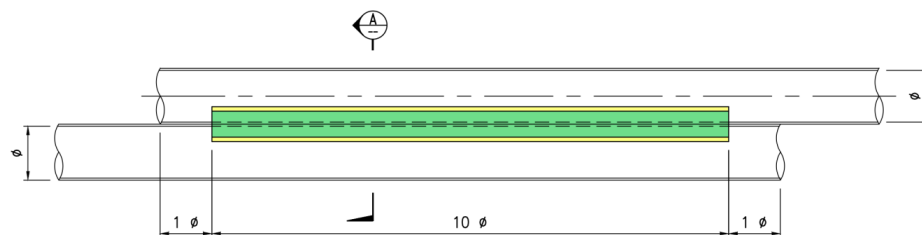
- En las armaduras superiores de vigas, los empalmes se harán dentro del 1/2 central de la luz de la viga
- En las armaduras inferiores de viga, los empalmes se harán dentro del 1/5 de la luz de la viga, medido desde los apoyos
- No se admitirán empalmes en las partes dobladas de las barras
- En una misma sección del elemento estructural sólo podrá haber un 50% de las barras empalmadas
- Los empalmes se distribuirán de manera alternada a lo largo del elemento estructural.
- Los extremos de las barras se colocarán en contacto directo en toda la longitud del empalme. Dichos extremos podrán disponerse uno sobre el otro, o en cualquier otra forma que facilite la ejecución de un buen hormigonado alrededor de la longitud de superposición
- El espesor del hormigón alrededor del empalme no será menor de $2d$ ó de $1d$ si el empalme está perfectamente zunchado con alambre de diámetro adecuado.

16.11 Dispositivos Mecánicos de Unión

16.11.1 Uniones Soldadas

Todo dispositivo mecánico a usar deberá ser certificado por la experiencia y deberá ser sometido a pruebas en un laboratorio reconocido y aceptado por la Inspección.

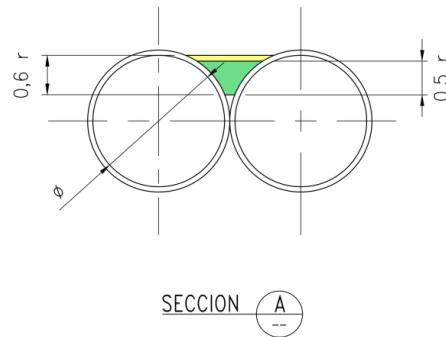
- Se aceptara el empleo de soldaduras utilizando acero soldable, el cual puede ser CAPSOL (o su equivalente técnico), éstas se efectuarán respetando la Norma ANS/AWS D1.4 "Structural Welding Code-Reinforced Steel" de la American Welding Society y lo indicado en ACI 318, punto C21.2.6.
- Las dimensiones mínimas de largo de filete y profundidad de la garganta del deberán ser los indicados en las fig. siguientes:



ELEVACION SOLDADURA ENTRE BARRAS

■ ALTURA TOTAL DE LA GARGANTA SEGÚN LA NORMA AWS D.1.4

■ ALTURA ASUMIDA CONSIDERANDO PENETRACIÓN "REAL" DE SOLDADURA.



- Las uniones soldadas serán de traslapo con filete, con un largo mínimo del traslapo de 12 veces el diámetro.
- La calidad de la soldadura se verificará por medio de pruebas representativas de resistencia y de dobladura en frío alrededor de un cilindro igual a 2 veces el diámetro de la barra, sin que aparezcan grietas para ángulos de dobleces inferiores a 60°.
- Las soldaduras resultantes deberán ser de un perfil homogéneo, sin discontinuidades ni en la cara ni en la raíz.
- Los ensayos de tracción deberán mostrar que la rotura se produce en el metal base y mostrar un comportamiento dúctil al producirse la falla.
- La resistencia a la tracción de probetas soldadas debe ser igual o superior al 125% de la resistencia a la fluencia del acero base soldado.
- Todas las soldaduras serán realizadas por soldadores especializados, debidamente calificados. (NCH 308, Of. 62).
- En sectores donde exista exposición al viento se deberá disponer de cobertores adecuados que impidan el enfriamiento violento de las

uniones soldadas, la ITO de terreno debera velar por la limpieza entre cordones de forma que no se produzcan intrusiones de escoria en las soldaduras finales.

- Durante la ejecución de los trabajos y con la frecuencia que estime la ITO., se controlará la calidad de la mano de obra, mediante exámenes y ensayos periódicos.

16.11.2 Uniones Mediante Manguitos de conexión

Definiciones

Se entiende como manguito de conexión al elemento que permite empalmar **en frío** una barra de acero para darle continuidad al elemento sin alterar sus características mecánicas.

Para todos los empalmes de armaduras de columnas en cada etapa de excavación de los piques circulares se emplearan manguitos de conexión, estos podrán ser de los siguientes tipos:

- Tipo roscado de LENTON.
- Tipo BARGRIP de BARSPLICE.
- Tipo GRIP-TWIST de BARSPLICE.
- Tipo ZAP SCREWLOK de BARSPLICE.
- Conectores Rolltec de Dextra.

Ensayos

Previamente al inicio de los ensayos, el contratista deberá presentar para aprobación de la ITO un procedimiento que detalle como se realizaran los ensayos de cada diámetro de los manguitos.

- Los ensayos se realizaran de acuerdo a las siguientes normas:
 - ASTM A 370 - 97

- ASTM E8 - 96
- ASTM E 9 - 89
- ASTM A 615
- ACI 318 (Según 21.2.6 Empalmes Mecánicos)

Del total de manguitos a emplear, se deberán ensayar las siguientes cantidades:

- Se ensayara el 5% del total de manguitos a emplear, para cada diámetro de manguito que se haya especificado.
- Si a juicio de la ITO los ensayos son considerados aceptados se aceptara el uso de la marca del manguito.
- Las probetas a ensayar deberán ser representativas de las uniones que se estén ejecutando en terreno, lo cual será dispuesto a través de la ITO quien escogerá las uniones que se deban ensayar.
- Los ensayos de laboratorio deben ser hechos por un laboratorio de materiales de reconocido prestigio en Chile, tanto el laboratorio como su personal deben ser aprobados por la ITO, lo anterior es válido tanto para los ensayos previo al inicio de las obras como para los ensayos de control durante la obra.
- Si los resultados de los ensayos no resultan aceptables según la ITO, esta podrá tomar las siguientes decisiones :
 - Aumentar el % de ensayos a un 10% y ver si se conservan o disminuyen las cantidades de ensayos rechazados, cambiar el tipo de manguito, o cambiar al proveedor de los manguitos.

16.12 Inspección

Sin que ello signifique limitación de la responsabilidad del CONTRATISTA, la ITO deberá aprobar por escrito:

- Sistema de almacenaje de las barras y rollos
- Sistema de clasificación e identificación de orígenes y calidad de los fierros
- Recepción de todas las armaduras previo al hormigonado

16.13 Mallas Electrosoldadas

Se usará sólo en los lugares especificados por el PROYECTISTA y deben cumplir con la Norma INN NCh 1173.

Las mallas con acero AT 56-50 no pueden utilizarse en elementos que soporten solicitaciones sísmicas (ver ACI 318,21.2.5).

Las mallas electrosoldadas, dependiendo del tipo de alambre que las forman, se deberán empalmar de conformidad con los puntos 12.8 ó 12.19 del código ACI 318-05.

16.14 Anclaje de Armaduras en Hormigón Endurecido

Previo a la instalación se limpiará cuidadosamente la perforación. Se empleará un producto epóxico de calidad reconocida, el cual puede ser **RE-500 SD de Hilti** o equivalente técnico, la instalación se efectuara de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se efectuará ensayos de extracción. La barra deberá fluir, antes que se efectúe la extracción de ella del hormigón. Se anclarán en el lapso de tiempo indicado por el fabricante de la resina y no una vez que ésta haya fraguado.