

CENTRO DE TECNOLOGÍA CEMENTO Y CONCRETO



MANUAL DEL USUARIO DE **CONCRETO PROFESIONAL^{MR}**

GERENCIA DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



ÍNDICE

1. Solicitando concreto premezclado

07

- La identificación del cliente con el proveedor
- La identificación de la obra
- La identificación de los elementos a colar
- Características del concreto a suministrar
- Características del servicio de suministro de concreto
- Otras condiciones generales
- Confirmación de los datos
- Lista de verificación
- Referencias

2. Planeación y preparación del sitio

11

- Seguridad
- Medición (cubicación)
- El nivel de acabado
- Excavación
- Sub base
- Cimbra
- Servicios
- Localización del refuerzo
- Accesos a la obra
- Colocación
- Juntas
- Desperdicio
- Referencias

3. Transportación y colocación del concreto

21

- Transportación
- Equipo y herramientas
- Herramientas para transportar y extender el concreto
- Herramientas para la compactación
- Herramientas para enrasar o perfilar
- Colocación (vaciado, colado)
- Información importante sobre seguridad
- Retrasos
- Segregación
- Para evitar la segregación
- Siempre coloque así
- Desperdicio
- Referencias

4. Compactando el concreto25

- ¿Qué es la compactación?
- ¿Cuándo compactar?
- ¿Por qué compactarlo?
- Vibración externa o vibrado interno
- Vibrado interno
 - Procedimiento
 - Precauciones
 - ¿Por cuánto tiempo compactar?
- Vibración externa
- Consecuencias de la vibración inadecuada
- Referencias

5. Acabado del concreto31

- ¿Qué es el acabado?
- Acabado inicial
- Aplanado
- Acabado final
- Allanado
- Bordeo y junteo
- Referencias

6. Curado del concreto35

- ¿Qué es el curado?
- ¿Cuándo curar?
- ¿Por qué curar el concreto?
- ¿Cómo curar el concreto?
- ¿Por cuánto tiempo hay que curar?
- Referencias

7. Juntas en el concreto39

- ¿Cuándo hacer las juntas?
- Tipos de Juntas
 - Juntas de control
 - Juntas de aislamiento
 - Juntas de construcción
- Referencias

8. Colado del concreto en clima caluroso y frío45

- Clima caluroso
- ¿Cuándo tomar precauciones?
- Efecto de las altas temperaturas en el concreto
- Enfriamiento de los materiales del concreto

- Curado y protección
- Clima frío
- Efecto de la congelación del concreto fresco
- Desarrollo de resistencia a bajas temperaturas
- Temperatura del concreto
 - Temperatura del concreto al mezclarse
- Recintos, materiales aislantes y calentadores
 - Recintos
 - Materiales aislantes
 - Calentadores
- Referencias

9. Defectos en el concreto55

- Variación de color
- Agrietamiento fino
- Formación de polvo en la superficie
- Daño por lluvias
- Astillamiento
- Eflorescencia
- Segregación
- Ampollas
- Delaminaciones
- Referencias
- Anexo fotográfico

10. Agrietamiento en el concreto63

- Tipos de grietas
- Grietas anteriores al fraguado
 - Grietas por asentamiento plástico
 - Grietas por contracción plástica
 - Movimiento de la cimbra
 - Choque térmico
- Grietas después del endurecimiento
- Referencias

11. Pruebas al concreto67

- Prueba de revenimiento
- Prueba de compresión
- Garantía de nuestro concreto

12. Normas del concreto y sus componentes71

- Cemento, agua, agregados, aditivos, concreto fresco y endurecido, calidad

01

SOLICITANDO CONCRETO PREMEZCLADO

Por lo general, las características del concreto a usar en la obra están establecidas en los catálogos de obra o en las especificaciones y planos de la misma, donde se describe usualmente al concreto por su resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

El pedido de concreto es la solicitud que el usuario hace al productor para que en una fecha determinada le suministre en un horario específico un volumen determinado de concreto con peculiaridades muy puntuales y claramente definidas.

Al solicitar un pedido de concreto es importante:

1. LA IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE CON EL PROVEEDOR

El proveedor debe saber claramente quién le solicita el concreto. Así mismo, deberá identificarse la persona responsable como personal autorizado por el cliente para solicitar al proveedor el concreto.

2. LA IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Cuando el productor tiene múltiples clientes y obras, muchas veces situadas en sitios cercanos o similares, es muy importante asegurarnos de que el proveedor entiende perfectamente de cuál obra se trata. Para ello requerirán la dirección con los detalles que precisan su ubicación, es decir, calle, número oficial, subnúmero o frente de la obra, colonia o barrio, etc. Es importante, sobre todo al inicio de la obra, entregar al proveedor detalles de la forma de acceso al lugar, en especial si ésta se encuentra en fraccionamientos nuevos o en proceso de construcción.

3. LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS A COLAR

El proveedor debe saber qué tipo de elementos estructurales se colarán ese día con el concreto que se le solicita. Por ejemplo: zapata, losa de cimentación, muro, trabe, columna, dala, losa de entrepiso, banqueteta, guarnición, etc.



CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO A SUMINISTRAR

Especifique claramente al proveedor lo siguiente:

- Volumen de concreto solicitado, suficiente para colar los elementos que se programan en el colado de referencia. El volumen de concreto se solicitará en metros cúbicos. Hay que considerar un sobre volumen normal al hacer el pedido, pues en las obras se tienen siempre en mayor o menor grado desperdicios de concreto.
- Resistencia a la compresión en kg/cm^2 . La resistencia a la compresión usualmente se especifica en múltiplos de 50 kg/cm^2 ,

siendo las más comunes las resistencias de 100, 150, 200, 250, 300 y 350 kg/cm^2 . Resistencia por encima de los 350 kg/cm^2 se consideran ya como altas o concretos de alto desempeño.

- Edad de especificación del concreto, por lo general 28 días o 14 para concretos rápidos.
- Esta edad de especificación significa a la que el concreto deberá haber adquirido la resistencia a compresión solicitada y puede ser comprobada mediante la evaluación técnica que marca la Norma Mexicana NMX respectiva.
- De igual manera se pueden solicitar concretos de resistencia acelerada a diferentes porcentajes y edades, dependiendo de las necesidades de la obra, como por ejemplo “80% de la resistencia a 3 días”, “100% de la resistencia a 7 días”, “80% de la resistencia a 1 día”, etc.
- Tamaño máximo de los agregados contenidos en el concreto. Usualmente son de 20 o 40 mm, salvo casos especiales en que se requieren agregados más pequeños o mayores.
- El tamaño máximo de los agregados está en función de las dimensiones de los elementos a colar y de la densidad de los armados, de modo que el agregado grueso pueda pasar entre las varillas de refuerzo y éstas y las cimbras o moldes sin obstrucción alguna.
- Revenimiento del concreto expresado en cm según la prueba del cono de revenimiento, además si el concreto será bombeado.
- Por lo general, para el caso de los concretos que se pueden colocar directo desde el camión revolvedor (a tiro directo), el revenimiento solicitado es de 10 a 14 cm, y aplica para colar elementos tales como cimentaciones, pisos, firmes y banquetas, por citar algunos ejemplos.
- Cuando es necesario el uso de una bomba para colocar el concreto en el elemento final, es necesario que el concreto tenga un revenimiento mínimo de 14 cm para ser colocado adecuadamente, como por ejemplo el caso de losas de entrepiso y azotea, trabes, columnas, o muros con espesor superior a 15 cm. Para el caso de elementos altos y delgados, el revenimiento mínimo recomendable será de 18 cm.
- Cuando se soliciten concretos con características especiales, éstas deben de especificarse claramente al hacer el pedido, como puede ser el caso de alguna normativa en particular tanto Mexicana como Internacional. Previamente deben aclararse con el proveedor todas las condiciones que habrán de cumplir para su aceptación en las obras.

4. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE SUMINISTRO DE CONCRETO

Hay que definir claramente la hora a la que deseamos que el camión con el concreto llegue a la obra para iniciar el colado, y los intervalos entre entregas, considerando la velocidad de colocación que en la obra se tendrá. Ésta deberá estar influenciada por el elemento a colar, su ubicación en la obra, los sistemas de elevación, transporte y colocación del concreto con que se cuente en la obra, la cantidad de mano de obra disponible para la colocación y acabado del concreto, etc. Así, usualmente, se solicita el concreto para las xx horas y las entregas subsecuentes a cada “tantos minutos” hasta completar el volumen total solicitado.



Cuando se cuenta con servicio de bombeo, es muy importante que el ritmo de colocación del concreto sea acorde con la capacidad de bombeo de las bombas y con la capacidad de suministro de concreto, de modo que se garantice que desde que se inicia el colado hasta que se termina, el flujo de concreto sea lo más constante posible.

OTRAS CONDICIONES GENERALES

En este punto se debe indicar al proveedor los detalles finos que tiene que saber para el suministro del concreto. Por ejemplo, pueden ser horarios especiales de colado: nocturnos, dominicales o también de días festivos, etc.

CONFIRMACIÓN DE LOS DATOS

Una vez terminado el proceso de pedido hay que asegurarnos de que el personal del proveedor haya tomado todos los datos de manera correcta, a fin de evitar problemas al momento del colado o cuando ya se tenga el producto en la obra.

LISTA DE VERIFICACIÓN

A efecto de que no se olvide ningún punto en el pedido, se debe asentar en una lista de verificación la información requerida para hacer el pedido de concreto.



REFERENCIAS

1. Guía para obtener un concreto durable ACI 201.2R
2. Bombeo de concreto ACI 304
3. Diseño y control de mezclas de concreto PCA (Portland Cement Association)

02

PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO

El paso más importante al colocar el concreto es la planeación. Planifique siempre cada paso antes de que se reciba el concreto.

La planeación apropiada evita segregación, retrasos, desperdicio y problemas que se desarrollan a partir de éstos.

Para eliminar los problemas de retraso, segregación y desperdicio: Véase CAPÍTULO 3 Transportación y colocación del concreto.



SEGURIDAD

Los trabajadores en la obra siempre deben llevar ropa protectora, botas resistentes o impermeables, guantes, casco, y si se requiere, protección para los ojos (lentes plásticos de seguridad).

Evite siempre el contacto directo con el cemento y el concreto. No manipule la mezcla con las manos.

Asegúrese de que toda persona que esté usando equipo pesado, tal como enrasadoras o vibradores, haya sido apropiadamente entrenada.

Deben darse los siguientes pasos antes de colocar el concreto:

-Considere de qué espesor debe ser la losa o el elemento a colar-

MEDICIÓN (cubicación)

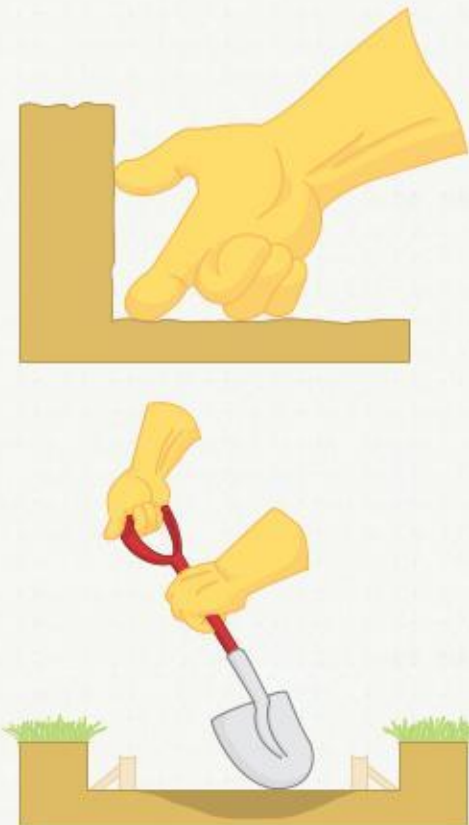
Mida el área donde ha de vaciarse el concreto y considere, por ejemplo, de qué espesor será la losa de un piso. El espesor dependerá del peso que deba soportar el concreto (por ejemplo, un camino que deba soportar el peso de un coche, necesita ser más grueso que una banqueta o un andador).

EL NIVEL DE ACABADO

Una vez establecido el espesor del concreto, trabaje el área donde se le dará el acabado al concreto. No puede terminarse arriba de los escalones si hay una escalera, y no debe cubrir ninguna preparación para el drenaje si se hace contra un muro. El nivel de acabado determina el tamaño de la excavación que debe hacerse. Los pavimentos deben tener una pendiente desde la construcción hacia los bordes para ayudar al drenaje del agua en caso de lluvia.

EXCAVACIÓN

El terreno debe excavarse tan hondo como lo requiera el nivel de acabado. Debe arrancarse toda raíz o hierba hasta encontrar un suelo firme para la colocación. Siempre excave un área más grande que la necesaria para permitir la colocación de las cimbras. Trate de mantener las orillas y las esquinas perpendiculares.



SUB BASE

El suelo sobre el cual descansa un pavimento o piso de concreto se llama sub base. Si el suelo es suave o varía en su consistencia, debe usarse una capa de roca triturada. Si se encuentran algunas áreas pobres, éstas deben excavarse, luego rellenarse y compactarse. Es importante que el suelo soporte de manera uniforme al concreto. Pueden evitarse muchos problemas posteriores preparando adecuadamente la sub base. Arranque toda clase de raíces o hierbas, considere un espacio para la cimbra.

CIMBRA

Éstas dan al concreto su forma. La cimbra debe ser apropiadamente apuntalada de modo que sea resistente. No debe doblarse o moverse.

La cimbra debe resistir la presión del concreto fresco que se vacíe en ella.

La cimbra proporciona un molde, dentro del cual es colado el concreto. Cuando el concreto se ha endurecido puede removerse la cimbra. Las cimbras dan al concreto su forma.

Podemos definir a la cimbra como el sistema total de soporte para el concreto fresco, incluyendo los moldes o forros que se colocan en contacto con el concreto, así como todos los elementos de soporte, accesorios y contravientos necesarios.

La cimbra debe ser:

- *Lo más hermética posible*
- *Fuerte y resistente*
- *Bien hecha con los materiales adecuados*

La cimbra que no esté hecha según lo anterior tendrá fugas desde las juntas por lo que puede pandearse, abultarse o moverse, y especialmente, en grandes construcciones, no será segura.

La superficie de las cimbras en contacto con el concreto afectará la manera en que se verá el concreto. Si es importante la apariencia final del concreto elija un material que deje en la superficie la textura deseada.



La cimbra se debe diseñar de modo que las losas de concreto, los muros y otros elementos tengan las dimensiones, formas, alineamientos, elevaciones y posiciones, dentro de las tolerancias establecidas. Igualmente, la cimbra se debe diseñar de modo que proporcione un soporte seguro a todas las cargas verticales y laterales que puedan aplicarse hasta el momento en que sean soportadas por la estructura de concreto.

COLADO

Asegúrese de que la cimbra sea colocada de modo que pueda removerse. Si la cimbra es colocada en una posición descuidada, inconveniente o en esquinas ajustadas puede ser difícil removerla cuando el concreto se haya endurecido.

Hay que asegurar que la cimbra sea: simple de construir, fácil de manejar y reutilizable.

Las secciones de las cimbras deben ser de un diseño simple, no demasiado grandes y de tamaño estándar si han de reusarla.

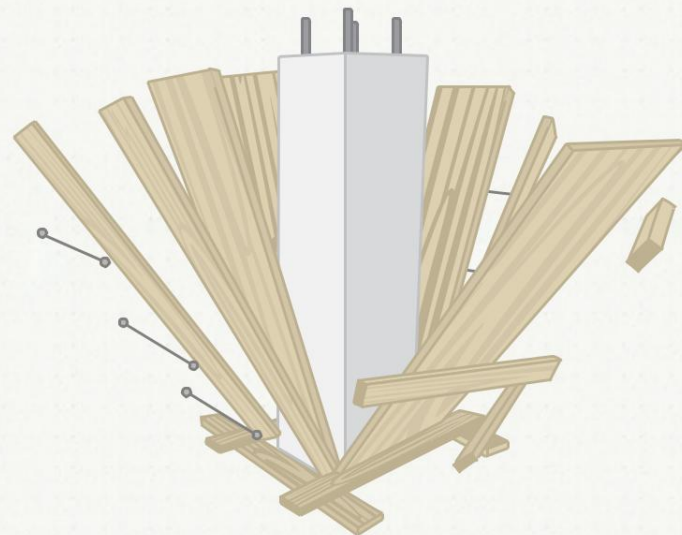
MATERIALES

La cimbra normalmente está hecha de acero o de madera. Es fácil construir cimbras de madera, mientras que el acero permitirá un mayor número de reusos. La cimbra puede ser hecha en el sitio o puede comprarse a los proveedores de cimbras. Pueden comprarse moldes especiales hechos de varios materiales para moldear losas encasetonadas (aligeradas), columnas circulares y otros perfiles especiales.



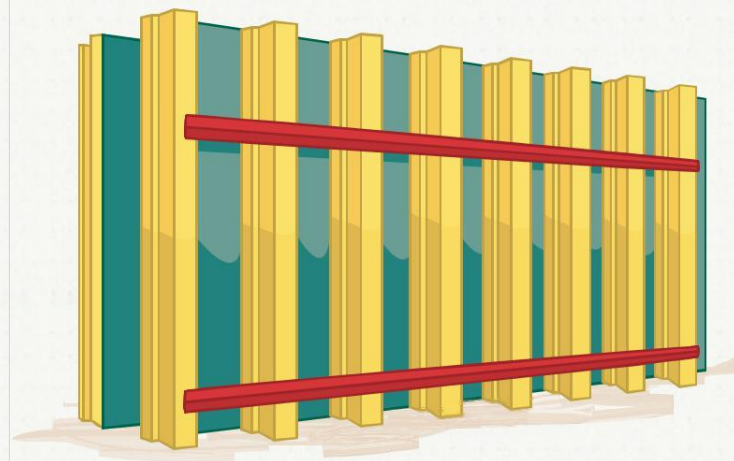
CIMENTOS PARA LA CIMBRA

Debe proporcionarse cimentación adecuada sobre el suelo, como arrastres, zapatas o pilastras. Si el terreno bajo los arrastres es incapaz de soportar las cargas superpuestas sin asentamiento apreciable, debe estabilizarse o deben utilizarse otros medios de soporte. Ningún concreto debe colocarse en cimbra apoyada sobre terrenos congelados.



TIEMPOS PARA LA REMOCIÓN

Debe aplicarse un desmoldante para cimbras a la parte interior de la cimbra para evitar que se pegue al concreto y así hacer más fácil su remoción, mismo que sirve para que los concretos con acabados aparentes conserven su textura.



Aplique una capa antes de que el refuerzo sea puesto en su lugar para evitar que el acero se recubra de este desmoldante y pierda su adherencia con el concreto.

La cimbra puede dejarse en su lugar para ayudar al curado. El tiempo de remoción puede variar de acuerdo con el clima.

En clima frío el concreto puede requerir de más tiempo para ganar resistencia que en clima más caliente, y por tanto, los tiempos de remoción serán más largos.

En condiciones normales (alrededor de 20 °C), siete días es un tiempo suficiente para dejar las cimbras en su lugar, a menos que el concreto tenga un tratamiento diferente al normal (aditivos acelerantes de fraguado, resistencia rápida, curado a vapor, etc.). En este caso se aplicarán otros tiempos de descimbrado.

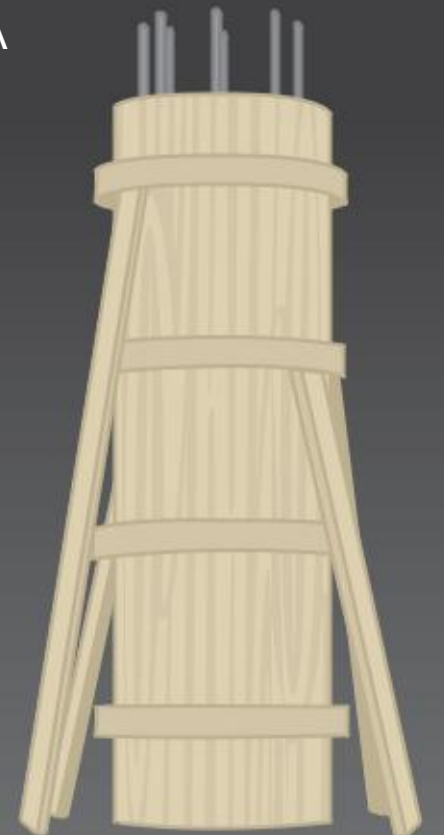
REAPUNTALAMIENTO

Son los puntales colocados firme y ajustadamente bajo una losa de concreto o de un elemento estructural después de que la cimbra y los puntales originales han sido removidos de un área pequeña al mismo tiempo sin permitir que la losa o el elemento estructural se flexione. Así pues, la losa o algún otro elemento todavía no soporta su propio peso o las cargas de construcción existentes.

DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO DE LA CIMBRA

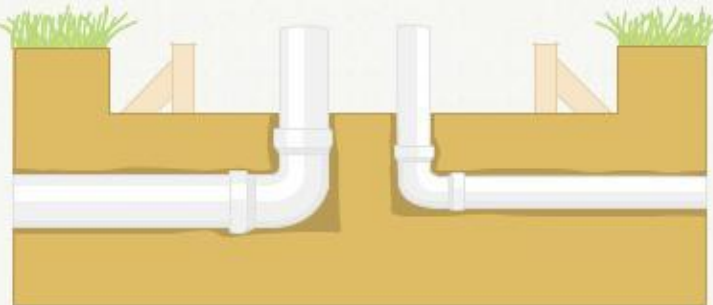
Algunas de las deficiencias más comunes en el diseño que podrían ocasionar fallas son:

- ❖ Falta de consideración en el diseño respecto a cargas como viento, carretillas, equipo de colocación y almacenaje temporal de materiales sobre ella
- ❖ Exceso de personal trabajando sobre la cimbra
- ❖ Apuntalamiento inadecuado
- ❖ Reapuntalamiento sobreesforzado
- ❖ Medidas inadecuadas para prevenir la rotación de las caras laterales de la cimbra
- ❖ Anclaje insuficiente contra el levantamiento
- ❖ Errores al proporcionar los contraventeos laterales o ligas horizontales de puntales
- ❖ Soportar los puntales de la cimbra sobre suelo inestable o sin compactación adecuada
- ❖ No considerar la presión lateral del concreto sobre la cimbra en elementos altos como muros, columnas o vigas de gran peralte



INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Cualquier tubería de servicio que corra a través del concreto debe estar en su lugar ANTES de que el concreto llegue a la obra.



SERVICIOS

Con frecuencia pasan a través de la losa los tubos para las instalaciones de plomería y alcantarillado.

Éstos deben estar en su lugar antes del colado del concreto. Pegue cinta adhesiva alrededor de los tubos de drenaje o los servicios que pasen verticalmente a través de la losa de concreto.

Después de que se coloquen los tubos de servicio, ponga una tapa de plástico con una cinta alrededor de los extremos de los mismos para evitar que el concreto fresco entre en ellos y provoque taponamientos posteriores.



LOCALIZACIÓN DEL REFUERZO

Puede usarse refuerzo para incrementar la resistencia a flexión del concreto y/o para ayudar a controlar el agrietamiento.

Para los pisos habitacionales que descansan sobre el suelo, se coloca en el tercio superior de las losas y en el fondo sin tocar el terreno. El refuerzo debe ser cubierto por una cantidad determinada de concreto que proteja el acero contra la corrosión. A esto se le llama recubrimiento.

El espesor del recubrimiento depende de si está en el interior o en el exterior, y se mide desde la parte superior o inferior de la superficie externa.

El refuerzo debe mantenerse perfectamente fijo para una losa que se construye sobre el suelo.

Es de vital importancia que el acero de refuerzo quede debidamente calzado y separado del suelo o de las paredes de la cimbra para que éste funcione adecuadamente, ya que de lo contrario se pueden presentar fisuras en la superficie del concreto directamente sobre el acero de refuerzo o incluso quedar expuesto.



ACCESOS A LA OBRA

Debe procurarse un acceso libre para transportar el concreto. Si el concreto es entregado por camiones, asegúrese de que tengan un ingreso accesible al sitio en cualquier condición de clima. No olvide verificar los accesos complicados, así como las pendientes, los taludes o cualquier condición del terreno en donde a simple vista se podría complicar el acceso del camión revolvedor, incluyendo las condiciones de seguridad aplicables propias de la obra.

A continuación se presentan las dimensiones del camión revolvedor:

Altura: 4.0 m
Largo: 9.5 m
Ancho: 3.0 m Peso sin concreto: 12,500 kg (aproximado)
Peso con concreto: 29,500 kg (con una carga de 7 m³)



Cuando sea requerido el uso de bomba pluma para la colocación del concreto hay que verificar adicionalmente los siguientes aspectos en la obra:

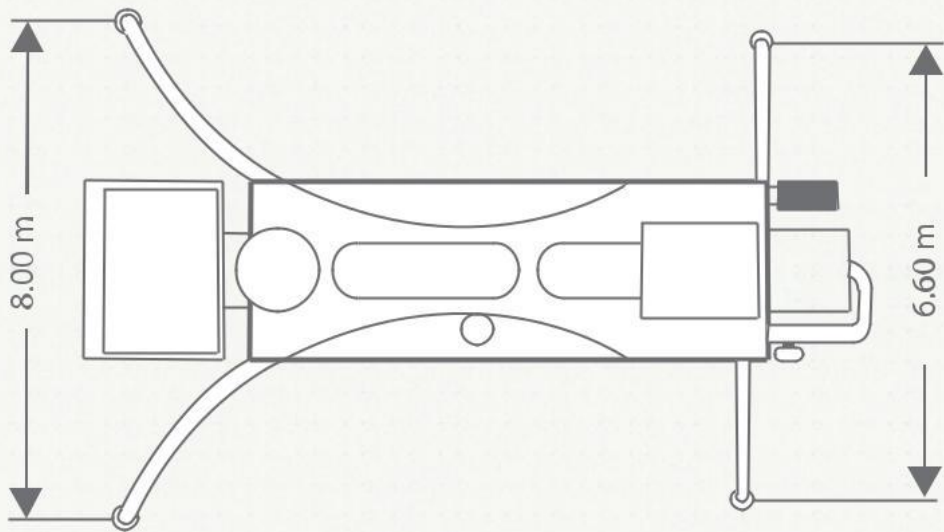
- Existencia de cables de teléfonos o televisión
- Cables eléctricos de baja y alta tensión (distancia mínima 5 metros)
- Espacio destinado para la instalación de la bomba y para el despliegue de la pluma
- Espacios en vialidades para la circulación y maniobras de la bomba
- Verificar si es necesario contar con permisos especiales de tránsito o para la obstrucción de carriles para la instalación de la bomba. En caso de que se requiera alguno de estos permisos, el cliente es el responsable de tramitarlos ante la autoridad correspondiente y entregar la papelería original al personal de CEMEX Concretos antes de la fecha del colado

Las dimensiones generales de la bomba pluma son las siguientes:



Alcance: desde 28 hasta 42 m
Número de secciones de la pluma: 3 y 4
Peso: 26,700 kg
Alto: 4.10 m
Largo: 12.40 m
Ancho: 3.0 m.

Adicional a estos 3 m de ancho del camión, es necesario considerar 2.5 m hacia cada lado de la bomba para permitir la extensión de sus gatos hidráulicos.



COLOCACIÓN

Asegúrese de que toda la planeación y la preparación del sitio tome en cuenta cómo será colocado, procurando que haya espacio para los camiones, rampas para las carretillas, espacio para una bomba, etc.

JUNTAS

La posición, el tipo y el número de juntas deben ser planeadas con bastante anticipación a la colocación del concreto.

DESPERDICIO

La buena planeación y la preparación del sitio reduce el desperdicio. Al disminuir el desperdicio se pueden bajar los costos, ya que puede perderse hasta 15% del concreto por descuido. Con una correcta planeación, cubicación y colocación del concreto, el desperdicio puede reducirse al mínimo.

Para minimizar el desperdicio transporte y coloque el concreto cuidadosamente. Asegúrese de que la cimbra esté perfectamente colocada y reforzada.

REUNIÓN ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN

La construcción de cualquier tipo de obra de concreto comprende los esfuerzos coordinados entre subcontratistas y el proveedor de concreto, por lo que es altamente recomendable celebrar una reunión antes de la construcción para establecer y coordinar los procedimientos que permitirán a los participantes obtener el mejor producto posible en las condiciones de campo anticipadas.

A esta reunión deberán asistir las personas representantes de las organizaciones involucradas en el proyecto, tales como: el proveedor del concreto premezclado, el constructor, colocadores del concreto, la administración del proyecto, la supervisión de obra y el dueño del proyecto.

En esta reunión se deberán confirmar y documentar las responsabilidades y la acción recíproca anticipada de los participantes clave comprometidos en la construcción de la obra.

A continuación se presenta una lista no limitativa de los aspectos relevantes que deben de tratarse en esta reunión:

1. Preparación del sitio
2. Pendientes para drenaje, si las hay
3. Trabajo asociado con la instalación de materiales auxiliares, tales como barreras de vapor, aislamiento de bordes, tubos de conducción eléctrica, conductos mecánicos, drenes y placas empotradas
4. Acero de refuerzo, si se requiere
5. Tolerancias de construcción: terracerías, cimbras, espesores de los elementos, configuración de la superficie, y requerimientos generales
6. Modulación de los elementos de concreto
7. Material e instalación de relleno de juntas
8. Materiales a utilizar: tipo de cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos
9. Agregados especiales, aditivos o tratamientos de superficie monolítica, en donde sea aplicable
10. Especificaciones de concreto que incluyan lo siguiente:
 - a) Resistencia a la compresión y/o flexión y facilidad para obtener los acabados
 - b) Contenido mínimo de material cementante por m^3 , si es aplicable
 - c) Tamaño máximo, granulometría y tipo de agregado grueso
 - d) Granulometría y tipo de agregado fino
 - e) Contenido máximo o mínimo de aire del concreto, si es aplicable
 - f) Revenimiento del concreto
 - g) Relación agua/cemento o relación agua/material cementante
11. Procedimientos de medición, mezclado y colocación
(usualmente con referencia a especificaciones prácticas recomendadas)
12. Método para enrasar
13. Métodos y herramientas recomendados para acabados, cuando se requiera
14. Coordinación de los requerimientos de acabado de piso con los estipulados para cubiertas de piso tales como vinilo, azulejo de cerámica o madera que se van a aplicar directamente al piso
15. Procedimiento de curado, que incluyen longitud de curado y tiempo antes de abrir la losa al tránsito
16. Requerimientos de pruebas e inspección
17. Criterios de aceptación y rechazo del concreto en la obra



La correcta cubicación de los elementos; el diseño, calidad, hermeticidad y seguridad de la cimbra, así como los accesos seguros al sitio del colado, son responsabilidad del CLIENTE.
CEMEX Concretos no se hace responsable por ninguno de los puntos anteriores.

REFERENCIAS

1. Guía para la medición, mezclado, transporte y colocación del concreto. ACI 304-00
2. Guía para el diseño, construcción y materiales de cimbras para concreto. ACI-347-04

03

TRANSPORTACIÓN Y COLOCACIÓN DEL CONCRETO



Al transportar el concreto dentro de la obra y colocarlo, se deben evitar:
RETRASOS, SEGREGACIÓN y DESPERDICIO.

TRANSPORTACIÓN

El método usado para transportar el concreto depende de cuál es el menor costo y el más fácil para el tamaño de la obra.

Algunas formas de transportar el concreto incluyen: un camión de concreto, una bomba de concreto, una grúa y botes, una canaleta, una banda transportadora y un malacate o un montacargas. En trabajos pequeños, una carretilla es la manera más fácil para transportar el concreto.

Siempre transporte el concreto en una cantidad tan pequeña como sea posible para reducir los problemas de segregación y desperdicio.

En CEMEX Concretos contamos con equipo especializado para el transporte del concreto, así como para su colocación dentro de la obra como son camiones revolvedores, bombas plumas de diferentes alcances, bombas estacionarias y la tubería necesaria de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Como en cualquier otra actividad, es muy importante contar con el equipo y las herramientas necesarias para el correcto transporte y colocación

del concreto, ya que de lo contrario podemos provocar su segregación y afectar su durabilidad. Todo equipo utilizado para colocar el concreto debe estar limpio y en buenas condiciones de uso. Además, equipos de reserva deben estar disponibles en caso que ocurra alguna falla.

Herramientas para transportar y extender el concreto

- Carretilla en buen estado sin orificios o fugas
- Pala cuadrada
- Azadón con hoja metálica de 10 cm de alto y 51 cm de ancho

Herramientas para la compactación

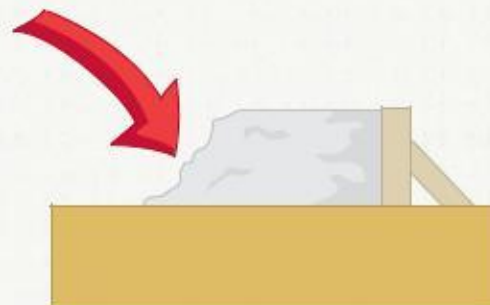
- Regla vibratoria
- Rodillo vibratorio
- Vibradores de inmersión

Herramientas para enrasar o perfilar

- Flotas tipo canal y flotas de mano
- Llanas tipo fresno y llanas de mano

COLOCACIÓN (VACIADO, COLADO)

Al colocar el concreto tenga mucho cuidado en no dañar o mover las cimbras y el acero de refuerzo.



Coloque el concreto en forma continua y tan cerca de su posición final como sea posible. Empiece colocando desde las esquinas de la cimbra o, en el caso de un sitio con pendiente, desde el nivel más bajo, y trabaje en la dirección de la fuente de abastecimiento (camión revolvedor o manguera de la bomba de concreto). La cimbra debe resistir la presión del concreto que se vacíe en ésta.

Extienda y nivele el concreto en toda la profundidad de la cimbra.

Use palas con extremos cuadrados o azadones especiales para concreto. No use los rastrillos o herramientas comunes para jardín, pues pueden causar segregación, una separación del agregado grueso del mortero.



Es importante mencionar lo que nos indica la Norma NMX-C-155 en su punto de responsabilidades:
"El responsable de la calidad del producto a pie de obra conforme a las especificaciones solicitadas por el usuario, es el productor del mismo."

El responsable de mantener la calidad del concreto entregado a pie de obra, del transporte dentro de la obra, se su colocación, acomodo, consolidación y curado, es el usuario"

En la construcción de losas de concreto, la colocación debe empezar a lo largo del perímetro en un extremo del trabajo, descargando cada lote o entrega de concreto fresco contra el concreto colocado anteriormente. No se debe verter

el concreto en pilas separadas para luego nivelarlo y trabajarlo simultáneamente, ni tampoco se debe colocar (colar) el concreto en pilas grandes y moverlo horizontalmente para su posición final. Tales prácticas resultan en segregación, pues el mortero tiende a fluir adelante del material grueso.

En general, se debe colocar el concreto en muros, losas de gran peralte o cimentaciones en capas horizontales de espesor uniforme y cada capa se debe consolidar (vibrar) totalmente antes de la colocación (colado) de la próxima capa. La velocidad de colocación debe ser suficientemente rápida para que el concreto colocado previamente no haya fraguado cuando se coloque la capa siguiente sobre él.

La colocación oportuna y la consolidación adecuada previenen la formación de juntas frías que resultan de la colocación de concreto fresco sobre el concreto ya fraguado.

Las capas deben tener un espesor de 15 cm a 50 cm en elementos reforzados y de 38 cm a 50 cm en concreto masivo. El espesor dependerá del ancho de las cimbras y de la cantidad de refuerzo.

Donde haya agua estancada, el concreto se debe colocar de manera que sustituya el agua delante de él, pero no permita que el agua se mezcle con el concreto, pues esto reduciría su calidad. En todos los casos, se debe prevenir que el agua se acumule en los extremos, rincones y a lo largo de las caras de las cimbras.

INFORMACIÓN IMPORTANTE SOBRE SEGURIDAD

Al manejar y usar cemento o concreto fresco, evite el contacto directo con la piel. Lleve ropa y el equipo protector adecuados. Se recomienda el uso de lentes de seguridad para proteger los ojos, así como guantes y calzado adecuado.



Los RETRASOS pueden causar que el concreto pierda revenimiento (se seque o pierda humedad) y se ponga rígido. Sobre todo en un día caluroso y/o con viento esto ocurre más rápidamente.

Para evitar retrasos planee con anticipación. Verifique que todos los trabajadores, las herramientas y los contenedores estén listos, y que todas las preparaciones para la colocación hayan sido hechas antes de que el concreto sea recibido.



NUNCA, NUNCA, agregue AGUA al concreto en la obra, ya que se debilita el concreto, disminuye su durabilidad y se puede provocar segregación.

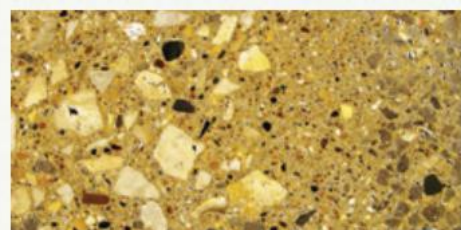
SEGREGACIÓN

La segregación ocurre cuando los agregados grueso y fino, y la pasta de cemento, llegan a separarse.

La segregación puede darse durante el mezclado, transportado, colocado o compactado del concreto. La segregación hace que el concreto sea: **MÁS DÉBIL, MENOS DURABLE**, y dejará **UN POBRE ACABADO DE LA SUPERFICIE**.

PARA EVITAR LA SEGREGACIÓN:

Verifique que el concreto no esté “demasiado húmedo” o “demasiado seco”, esto se realiza mediante la prueba de revenimiento.



Asegúrese que el concreto sea mezclado de manera apropiada.

Es importante que el concreto sea mezclado a la velocidad correcta en una mezcladora en tránsito por, al menos, dos minutos inmediatamente antes de la descarga. El concreto debe ser colocado tan pronto como sea posible. Al transportar la mezcla, por supuesto, cargue cuidadosamente.

SIEMPRE COLOQUE ASÍ

Si se coloca el concreto directo desde un camión, vierta verticalmente y nunca permita que el concreto caiga de una altura mayor a 1 1/2 m para evitar la segregación.

Siempre vierta el concreto nuevo sobre el concreto que ya está en su lugar. Al compactar con un vibrador, asegúrese de usarlo cuidadosamente.

Véase *CAPÍTULO 4* Compactando el concreto.



Nunca extienda el concreto hacia los lados con un vibrador, ya que esto puede causar segregación de la mezcla.

Asegúrese siempre de vibrar el concreto de manera uniforme.

REFERENCIAS

1. Guía para el diseño, construcción y materiales de cimbras para concreto. Comité ACI-347
2. Guía para la medición, mezclado, transporte y colocación del concreto. ACI 304
3. Compactación del Concreto. ACI 309R

04

COMPACTANDO EL CONCRETO

¿QUÉ ES LA COMPACTACIÓN?

La compactación se puede hacer sacudiendo o golpeando la cimbra o vibrando el concreto para que adquiera una consistencia plástica, permitiendo que el aire atrapado sea expulsado y no queden oquedades en la estructura.

El concreto se compacta, llenando todos los espacios en las cimbras. La consolidación se realiza a través de métodos manuales o mecánicos. El método escogido depende de la consistencia de la mezcla y de las condiciones de colocación, tales como la complejidad de las cimbras y la cantidad y espaciamiento del refuerzo. Normalmente, los métodos mecánicos que usan vibración interna o externa son los métodos preferidos de consolidación.

La consolidación mecánica adecuada posibilita la colocación de mezclas poco fluidas, con baja relación agua-material cementante y alto contenido de agregado grueso, características normalmente asociadas a concretos de alta calidad, aún en elementos altamente reforzados.



CUÁNDO COMPACTAR

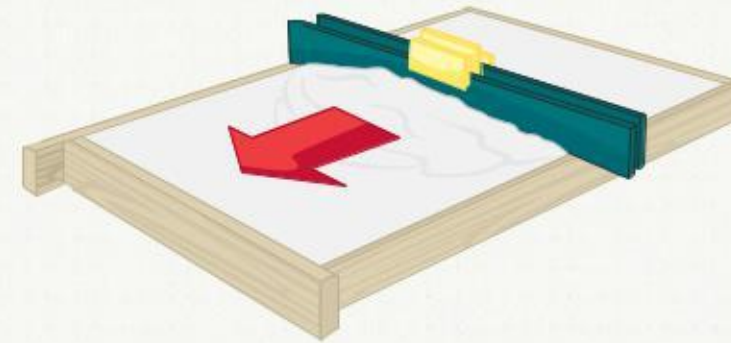
La compactación debe hacerse al momento en que se coloca el concreto, mientras se encuentra en estado plástico. Nunca permita que el concreto se seque y se ponga rígido, pues estará demasiado duro para compactarlo.

POR QUÉ COMPACTARLO

El concreto compactado en forma apropiada es más denso, resistente y durable. Los acabados al retirar las cimbras, también serán mejores.

VIBRACIÓN EXTERNA O VIBRADO EXTERNO

El regleado nivela y compacta losas delgadas de concreto y las capas superiores de las losas más gruesas. Una regla enrasadora no compactará el concreto muy bien. Se requiere de vibración mecánica o manual para proporcionar así una compactación adecuada. En el enrasado mecánico el concreto se reglea dos veces. El primer enrasado o regleado nivela el concreto burdo y lo compacta.



El segundo enrasado o regleado nivela y compacta más el concreto. La enrasadora o regleado se empuja desde la parte superior de las cimbras por medio de dos trabajadores. Mantenga siempre una pequeña cantidad, o sobrecarga de concreto enfrente de ambas reglas de la enrasadora para evitar que se formen huecos en la superficie. Si se presentara un hueco, la enrasadora no compactará el concreto. La enrasadora mecánica compacta el concreto al momento en que vibra.

VIBRADO INTERNO

Se hace con un vibrador mecánico o un vibrador de flecha flexible (o de chicote), el cual se pone dentro del concreto y lo vibra desde el interior.

PROCEDIMIENTO

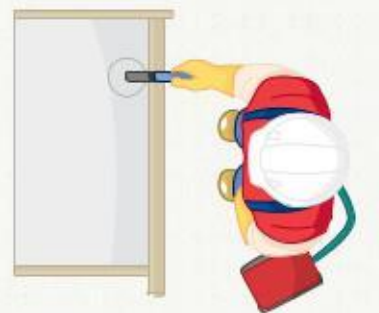
Asegúrese de que haya suficientes trabajadores, de modo que algunos puedan compactar o vibrar mientras que otros continúan colocando el concreto. Ponga el vibrador dentro del concreto **RÁPIDAMENTE**. Saque el vibrador **LENTAMENTE**, ya que si no se hace así pueden dejarse huecos o un punto débil mal compactado en el concreto.



El tamaño del vibrador determina cuánto concreto es vibrado cada vez. El área vibrada en cada ocasión se llama radio de acción. Esto puede verse observando cuál es el radio que forman las burbujas de aire que se expulsa a la superficie. El radio de acción será más grande con un vibrador más grande y se logra un concreto más trabajable.

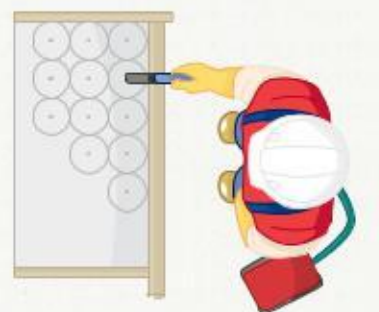
Siempre compacte en un patrón definido, de modo que el radio de acción se traslape y cubra toda el área del concreto. El vibrador debe ser lo suficientemente largo para alcanzar y entrar hasta las capas de concreto por debajo de la que se está compactando. El vibrador debe ser lo suficientemente largo para penetrar en la capa inferior. La altura de cada capa debe ser aproximadamente la longitud de la cabeza del vibrador o, generalmente, no superior a 50 cm en cimbras regulares.

En losas delgadas, se debe insertar el vibrador inclinado u horizontalmente, a fin de que se mantenga la cabeza del vibrador completamente inmersa.

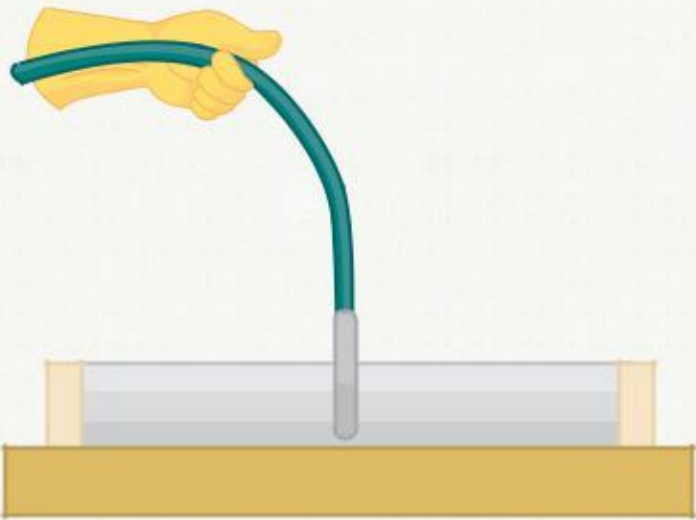


Sin embargo, no se debe arrastrar el vibrador aleatoriamente en la losa

En losas sobre el terreno, el vibrador no debe entrar en contacto con la subrasante.



La distancia entre las inserciones debe ser cerca de 1 1/2 veces el radio de acción, para que el área visiblemente afectada por el vibrador traslape en unos pocos centímetros (pulgadas) el área adyacente, previamente vibrada.



PRECAUCIONES.
Si se saca el vibrador demasiado rápido se dejará un hueco en el concreto. Para cerrar el hueco, vibre cerca del mismo y de este modo saque el vibrador lentamente.

El uso adecuado de los vibradores internos es importante para que se obtengan los mejores resultados. Los vibradores no se deben utilizar para mover el concreto horizontalmente, pues pueden causar segregación.

NUNCA toque la cara de la cimbra con el vibrador, ya que puede dañar la cimbra y el concreto.

NUNCA toque el acero de refuerzo con el vibrador.

NUNCA deje el vibrador trabajando cuando no está en uso, compactando el concreto. Permitir que el vibrador se quede inmerso en el concreto después que la pasta se haya acumulado sobre la cabeza es una mala práctica y puede resultar en falta de uniformidad.

POR CUÁNTO TIEMPO COMPACTAR

Para un concreto de trabajabilidad promedio, es decir, revenimiento de 10 cm, con un vibrador

de un tamaño de entre 2.5 a 7.5 cm, el concreto usualmente debe ser vibrado durante entre cinco y 15 segundos. Es peor vibrar insuficientemente que vibrar en exceso el concreto.

VIBRACION EXTERNA

La vibración externa consiste en vibradores de cimbras, mesas vibratorias o vibradores de superficie, tales como las plantillas vibratorias, vibradores de placa, plantillas de rodillos vibratorios o llanas manuales vibratorias.

Los vibradores de cimbras, diseñados para que se fijen con seguridad en la parte de fuera de la cimbra, son especialmente útiles: (1) para consolidar concreto en miembros que son muy delgados o congestionados con refuerzo, (2) para suplementar la vibración interna y (3) para mezclas rígidas, cuando los vibradores internos no se pueden utilizar.

Generalmente la fijación de un vibrador de cimbra directamente a la cimbra no es una práctica satisfactoria. Tal vez, se deba fijar el vibrador en una placa de acero, la cual se sujeta a una viga de acero o a canales que pasan a través de los atiesadores de la cimbra en tramos continuos.

Las fijaciones sueltas pueden resultar en pérdidas de energía de vibración considerables y en consolidación inadecuada.

Los vibradores de superficie, como las reglas vibratorias, se usan para consolidar concreto en pisos y superficies planas. La regla vibratoria provee un control eficiente de las operaciones de nivelación y ahorran una gran cantidad de trabajo.



CONSECUENCIAS DE LA VIBRACION INADECUADA.
A continuación se presentan los peores defectos causados por la falta de vibración:

- 1) agujero
- 2) cantidad excesiva de aire atrapado
- 3) rayado de arena
- 4) juntas frías
- 5) líneas de colocación
- 6) agrietamiento por sedimentación o asentamiento



Agujero

El agujero resulta cuando el espacio entre las partículas de agregado grueso no se llena con el mortero. A este efecto se le conoce también como “apanalamiento”. Sus causas pueden ser equipo defectuoso, procedimientos inadecuados de colocación, un concreto que contenga mucho agregado grueso o congestionamiento de refuerzo.

La cantidad excesiva de aire atrapado es similar al agujero, pero no tan severa. Los equipos vibratorios y los procedimientos de operación son sus causas principales, pero las otras causas de agujeros también se aplican.

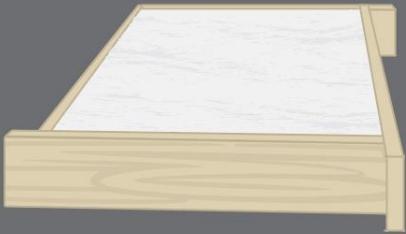
El rayado de arena ocurre cuando el sangrado (exudación) excesivo retira el mortero a lo largo de la cimbra. Una mezcla áspera con trabajabilidad deficiente por falta de mortero o de agregado fino puede causar el rayado de arena. Además, la segregación causada por el golpeo del refuerzo sin la vibración adecuada también puede contribuir para este tipo de defecto.



Juntas frías

Las juntas frías son discontinuidades resultantes del retraso en la colocación que permite que una capa se endurezca antes de la colocación de la capa adyacente. Esta discontinuidad puede reducir la integridad estructural del miembro de concreto si las capas sucesivas no se unen adecuadamente. Se puede mantener el concreto vivo a través de la revibración a cada 15 minutos o menos, dependiendo de las condiciones de la obra. Sin embargo, una vez que se aproxime el momento del inicio del fraguado, se debe interrumpir la vibración y la superficie se debe preparar apropiadamente para recibir el concreto.

Las líneas de colocación o las líneas de vertido son líneas oscuras entre la colocación de lotes o entregas de concreto adyacentes. Pueden ocurrir si, durante la vibración de la capa superior, el vibrador no penetra suficientemente en la capa inferior para que se entrelacen las capas.



Agrietamiento por sedimentación o asentamiento.

El agrietamiento (fisuración) por asentamiento puede ocurrir cerca del inicio del fraguado cuando el concreto se asienta o sedimenta sobre el acero de refuerzo, en elementos relativamente profundos que no hayan sido adecuadamente vibrados. En la revibración, al penetrar el vibrador en el concreto por su peso propio, por última vez, puede eliminar estas fisuras.

REFERENCIAS

- 1. Compactación del Concreto. ACI 309R

05

ACABADO DEL CONCRETO

¿QUÉ ES EL ACABADO?

El acabado consiste en enrasar, aplanar y allanar la superficie de concreto para hacerla más densa y compacta, así como para darle la apariencia deseada. El acabado tiene lugar en dos etapas: acabado inicial y final.

Las operaciones precedentes deben nivelar, moldear y alisar la superficie y trabajar una pequeña cantidad de pasta de cemento.

Aunque a veces no se necesita de acabado adicional, en la mayoría de las losas, el aplanado se complementa por una o más de las siguientes operaciones: bordeado, junteado, emparejado, alisado y cepillado.

El concreto debe endurecerse ligeramente antes del inicio de cualquiera de estas operaciones.

Cuando el brillo del agua de sangrado haya desaparecido y el concreto pueda soportar la presión provocada por los pies con un hundimiento de solamente 6 mm, la superficie está lista para las operaciones de acabado.

ACABADO INICIAL

El concreto primero es enrasado al nivel de la cimbra, luego es trabaja con la llana de mango largo y se le deja fraguar.

En algunos casos el enrasado deja un acabado suficientemente bueno, especialmente si ha de usarse un recubrimiento de piso sobre el concreto.

Después aparece agua sobre la superficie de concreto. Esta agua se llama agua de sangrado.

No puede empezarse el acabado final hasta que el agua de sangrado se haya secado. Si se mezcla el agua de sangrado con la pasta de la superficie, ésta se debilitará, dando como resultado posiblemente una superficie polvosa.

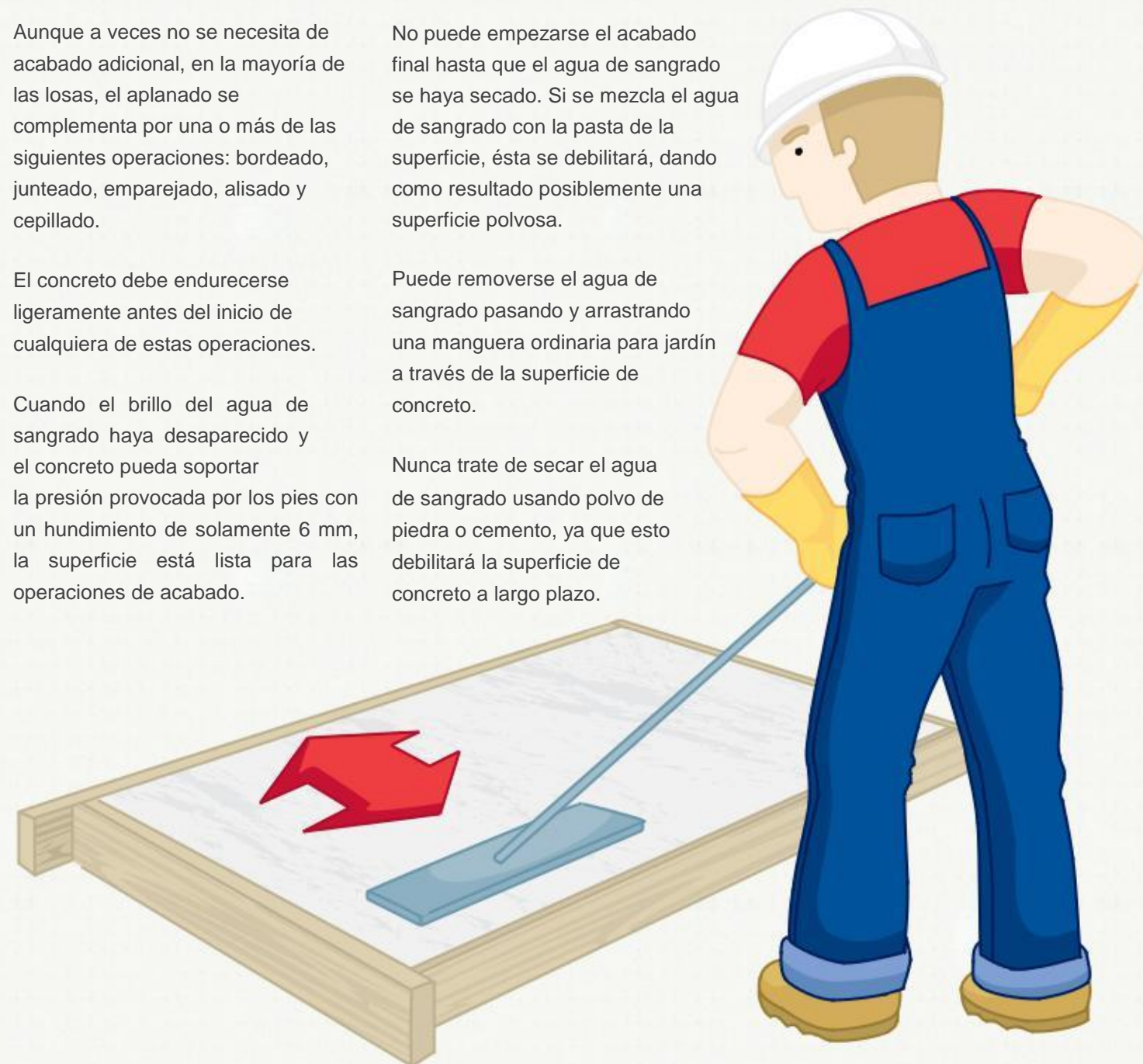
Puede removerse el agua de sangrado pasando y arrastrando una manguera ordinaria para jardín a través de la superficie de concreto.

Nunca trate de secar el agua de sangrado usando polvo de piedra o cemento, ya que esto debilitará la superficie de concreto a largo plazo.

Una vez que el agua de sangrado se haya secado y el concreto

pueda soportar el peso de una persona dejando solo una ligera marca en la superficie, puede empezar el acabado final.

Se debe tener precaución para que no se trabaje en exceso el concreto, pues puede resultar en una superficie con menor durabilidad.



APLANADO

Puede haber dos etapas en el aplanado:

- EI APLANADO CON LLANA DE MANGO LARGO, que es parte del aplanado inicial
- EI APLANADO MECANICO o MANUAL, que es parte del aplanado final

El aplanado ayuda a compactar y nivelar la superficie y a cerrar las pequeñas grietas. Véase *CAPITULO 10, Agrietamiento del Concreto*.

El aplanado puede hacerse a mano o con una aplanadora mecánica. El aplanado mecánico deja un mejor acabado que el aplanado manual.



ACABADO FINAL

Esto abarca el aplanado, allanado, canteo, junteo o la formación de patrones en el concreto. Pueden aplicarse a la superficie acabados especiales tales como escobillado, coloreado o formación de patrones.

REFERENCIAS

1. Construcción de losas y pisos de concreto. ACI- 302
2. Defectos Superficiales en losas: causas, prevención y reparación. Portland Cement Association

ALLANADO

El allanado deja una superficie densa, dura, lisa y durable. La superficie debe ser allanada dos veces. Una superficie bien allanada quedará muy lisa y puede ser resbalosa al secarse. El allanado puede hacerse a mano o con una llana mecánica.

BORDEO Y JUNTEO

Todas las orillas de una losa deben ser acabadas con una herramienta especial para trabajar los bordes u orillas. Esto proporciona una orilla mejor formada y más resistente, menos propensa a despostillarse. Las juntas deben planearse antes de la colocación y generalmente son formadas en el concreto durante el acabado. Véase *CAPITULO 7 Juntas en el Concreto*.

Una vez que la superficie ha recibido el acabado, debe ser curada para evitar agrietamientos y proporcionar al concreto una correcta hidratación. Véase *CAPITULO 6 Curado del Concreto*.



Nota importante:

Una de las causas principales de defectos en losas de concreto es la aplicación del acabado antes de la evaporación del agua de sangrado (exudación).

Si se trabaja el agua hacia adentro de la superficie, se aumenta considerablemente la relación agua-cemento, reduciéndose la resistencia, el contenido de aire incluido y la impermeabilidad de la superficie. Cualquier operación de acabado realizada cuando aún existe agua de sangrado sobre la superficie de la losa de concreto puede causar fisuración (una red de fisuras finas, "viboritas", acocodrilamiento, piel de cocodrilo), polvo y descascaramiento (desportilladura, astilladura, engalletamiento).

06

CURADO DEL CONCRETO

¿QUÉ ES EL CURADO?

Curar significa cubrir el concreto de modo que permanezca húmedo. Al mantener húmedo el concreto se hace más fuerte la adherencia entre la pasta y los agregados. El concreto no se endurece apropiadamente si se le deja secar.



El curado es la manutención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios, por un periodo de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas en el concreto. Siempre se debe enfatizar la necesidad de curado pues tiene una fuerte influencia sobre las propiedades del concreto endurecido. Es decir, el curado adecuado hace que el concreto tenga mayor durabilidad, resistencia, impermeabilidad, resistencia a abrasión, estabilidad dimensional, resistencia a congelación-deshielo y a descongelantes.

Las losas expuestas son especialmente sensibles al curado, pues se puede reducir significativamente el desarrollo de la resistencia mecánica y la resistencia a la congelación y deshielo en su superficie, cuando el curado no es apropiado.

¿CUÁNDO CURAR?

El curado debe iniciarse inmediatamente después de aplicar un acabado a la superficie de concreto, tan pronto como sea posible sin dañarlo.

Se necesita del curado para garantizar la continuación de la hidratación y del desarrollo de la resistencia y la mínima contracción por secado.



PRECAUCIONES:

Al hacer el curado deje las cimbras en su lugar para ayudar a reducir la pérdida de agua. En clima caliente (por encima de 30°C), o cuando hay mucho viento y poca humedad, el concreto puede secarse fácilmente. En estas condiciones procure tener un cuidado especial al hacer el curado.

Véase CAPÍTULO 8 Colado del concreto en clima caliente y frío.

¿POR QUÉ CURAR EL CONCRETO?

El concreto curado tiene una superficie que resiste mejor el desgaste, dura más y protege mejor el acero de refuerzo. Tiene menos probabilidades de agrietarse y lo hace más durable. Asimismo favorece al incremento de su resistencia a compresión.



La superficie es particularmente susceptible a la hidratación insuficiente porque se seca primero. Si la temperatura es favorable, la hidratación es relativamente rápida en los primeros días después de la colocación del concreto. Por lo tanto, es importante que se retenga agua en el concreto durante este período. Se debe evitar la evaporación o reducirla considerablemente.

Con el curado adecuado, el concreto se vuelve más impermeable y más resistente a esfuerzos, a abrasión y a congelación-deshielo. El desarrollo de las propiedades es muy rápido en los primeros días, pero después continúa más lentamente por un periodo de tiempo indefinido.

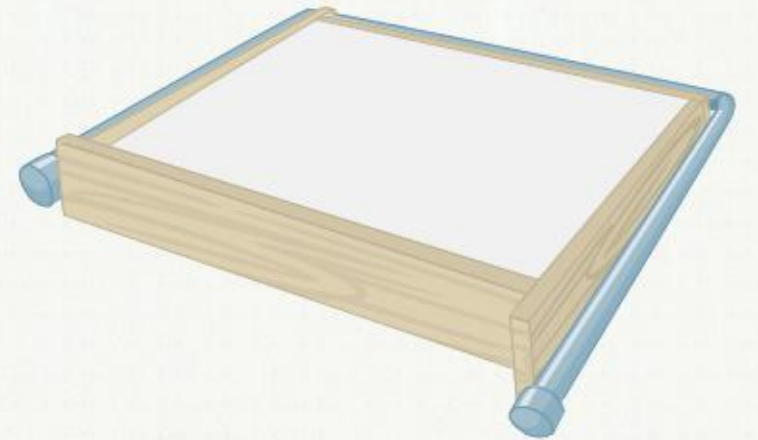
¿CÓMO CURAR EL CONCRETO?

Aplicando agua extra a la superficie del concreto, o deteniendo la pérdida de agua del concreto.

MÉTODOS

Los métodos más comunes de curado se explican a continuación. El método más simple de aplicar agua consiste en poner un rociado de agua continuo, fino y neblinoso sobre el concreto.

ADVERTENCIA: El rociado debe ser una niebla muy fina, pues de otro modo dañará la superficie de concreto.



El concreto se secará más rápidamente en clima caliente. Mantenga el concreto continuamente húmedo. Lo más importante en el curado es mantener húmedo el concreto en todo momento. No es bueno regar con manguera en la mañana y después otra vez en la tarde mientras se permite que seque en el tiempo intermedio. Un rociado de fina niebla es muy útil para un curado fácil y efectivo.

Otra manera de curar el concreto consiste en cubrirlo con hojas de plástico para hacer más lenta la pérdida de agua. Este método es fácil y económico.



El único problema es que las hojas pueden causar que el concreto sea más oscuro en algunos lugares. Para evitar esto mantenga el concreto uniformemente húmedo.

Las hojas deben sujetarse para evitar que se vuelen y que la superficie del concreto se seque. Las hojas pueden traslaparse y pegarse y/o mantenerse abajo con arena, madera o ladrillos. Siempre verifique por debajo del plástico de vez en cuando para asegurarse de que el concreto esté uniformemente húmedo. Si se siente seco, rocíelo con agua y vuelva a poner cuidadosamente las hojas de plástico. La condensación por el lado interior del plástico es un buen signo.

El concreto también puede curarse aplicando una membrana de curado que disminuye la pérdida de agua. Esta debe aplicarse luego del acabado. Siempre siga cuidadosamente las instrucciones del fabricante. Las membranas de curado pueden aplicarse como un rociador o con brocha.

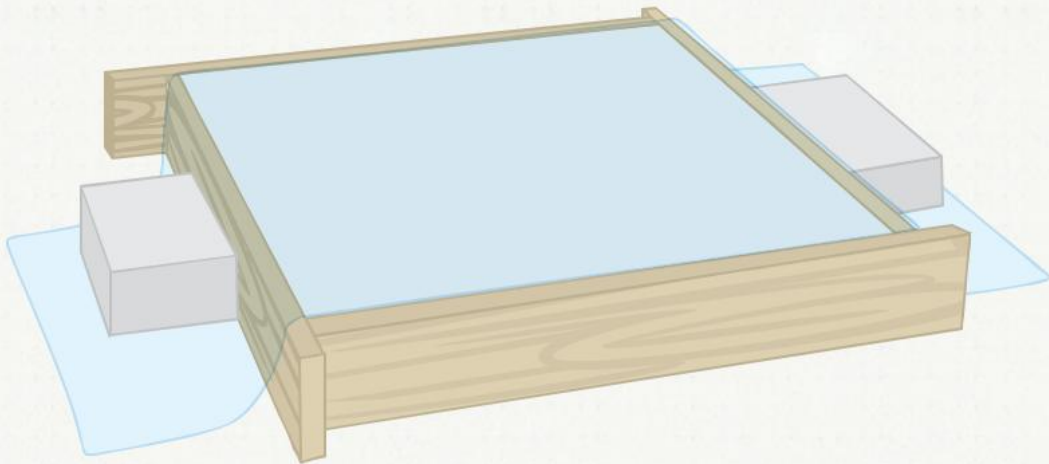
ADVERTENCIA: Algunos tipos de membranas de curado pueden hacer que después sea difícil o imposible aplicar un acabado de superficie al concreto tal como pintura o el pegado de recubrimientos de piso. Al usar esta clase de compuestos de curado, verifique con el proveedor para asegurarse de su compatibilidad

con los recubrimientos de superficie o los adhesivos para futuros acabados superpuestos tales como vinilo o losetas.

En condiciones de secado rápido (es decir, mucho viento, aire seco y/o aire caliente) el uso de un retardador de evaporación minimiza la pérdida rápida de la humedad superficial y así reduce la incidencia de agrietamiento temprano por contracción plástica.

Estos productos contienen un tinte pasajero y se aplican después del enrasado y aplanado iniciales, y se vuelven aplicar después de cada trabajo sucesivo sobre la superficie hasta que queda terminada. En condiciones severas se requerirá la aplicación de retardadores.

Los retardadores de evaporación no son compuestos de curado; su efecto es temporal, de modo que una vez que queda terminado el concreto, deben usarse inmediatamente las técnicas normales de curado.



¿POR CUÁNTO TIEMPO HAY QUE CURAR?

El concreto continúa haciéndose más duro y más resistente a través del tiempo.

Los trabajos de concreto caseros deben ser curados por al menos tres días. Para obtener mejor resistencia y durabilidad, cure el concreto durante siete días.

Mientras más tiempo se cura el concreto, más cerca se está de llegar a su mejor resistencia y durabilidad posibles.

REFERENCIAS

- 1.Práctica estándar para el curado del concreto. ACI-308.
- 2. Elaboración, colocación y protección del concreto en clima caluroso y frío. ACI 305 – ACI 306.

07

JUNTAS EN EL CONCRETO

Las juntas son fracturas planeadas en el concreto que le permiten moverse y evitar el agrietamiento al azar.

CUÁNDO HACER LAS JUNTAS

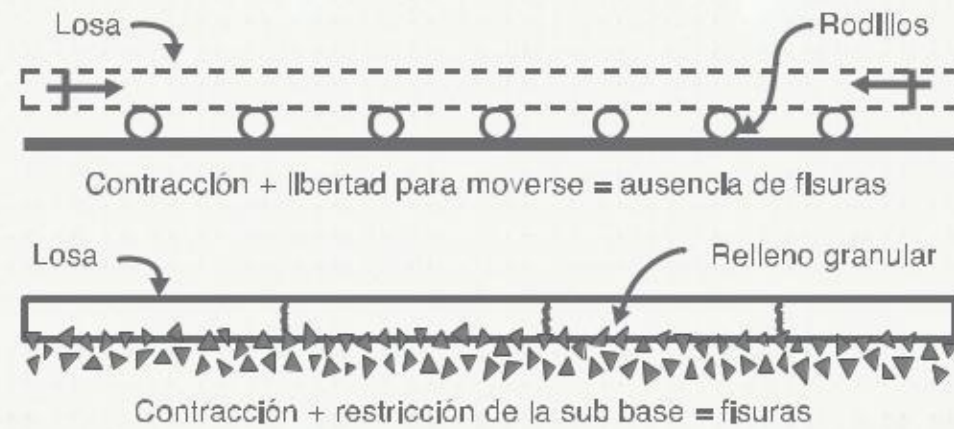
Las juntas pueden hacerse en dos momentos diferentes:



ANTES de que el concreto sea colado. Por ejemplo, para las juntas de construcción y las juntas de aislamiento.

DESPUÉS de que el concreto ha sido colado y compactado, por ejemplo, las juntas de control. Las juntas se usan para controlar el agrietamiento en el concreto. El agrietamiento al azar puede debilitar el concreto y echar a perder su apariencia.

Contracción y agrietamiento



TIPOS DE JUNTAS

Juntas de control. Las juntas moldeadas húmedas se insertan mediante el uso de un ranurador para crear un plano de debilidad que oculta el lugar donde ocurrirá la grieta por contracción. Para que sea efectiva, la junta debe ser ranurada a una profundidad mínima de $1/4$ a $1/3$ de la profundidad del concreto. Por ejemplo, para un concreto de 10 cm de espesor la junta debe ser de 2.5 cm a 3.5 cm como mínimo. Las juntas de control se pueden hacer mientras el concreto se está endureciendo haciendo un corte con una delgada pieza de metal. Los bordes de las juntas deben ser acabadas con una herramienta ranuradora o canteadora.



Alternativamente pueden hacerse en el colado o presionar en el concreto un inductor de grietas. Las juntas de control también pueden ser aserradas, pero es muy importante el tiempo oportuno. Si se hace demasiado temprano el corte con sierra puede desmoronar el concreto, y si se hace demasiado tarde, el concreto ya se habrá agrietado al azar.

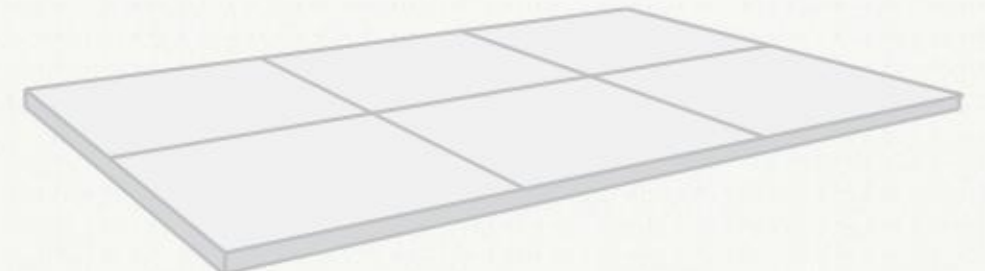
El aserrado se debe coordinar con el tiempo de fraguado del concreto. Se debe empezar tan pronto en cuanto el concreto se haya endurecido suficientemente para prevenir que los agregados se desplacen por la sierra (normalmente entre 4 y 12 horas después del endurecimiento del

concreto). El aserrado se debe completar antes que los esfuerzos debidos a contracción por secado se vuelvan suficientemente grandes para producir agrietamiento.

La sincronización depende de factores tales como las proporciones de la mezcla, condiciones ambientales y tipo y dureza de los agregados. Las nuevas técnicas de aserrado en seco permiten que se realice el corte de la sierra poco después de las operaciones de acabado final. Generalmente, la losa se debe cortar antes que el concreto se enfríe, cuando esté fraguada suficientemente, para prevenir el desmenuzamiento y la rotura durante el corte, y antes que las fisuras de retracción (contracción) por secado empiecen a aparecer. Todas las juntas deben de sellarse con un sellador flexible para evitar la entrada de agua y para evitar que se introduzcan piedras u otras partículas incompresibles, lo que más tarde puede causar astillamiento del concreto.

La posición y el número de juntas de control deben ser cuidadosamente planeados y claramente indicados en los planos de construcción.

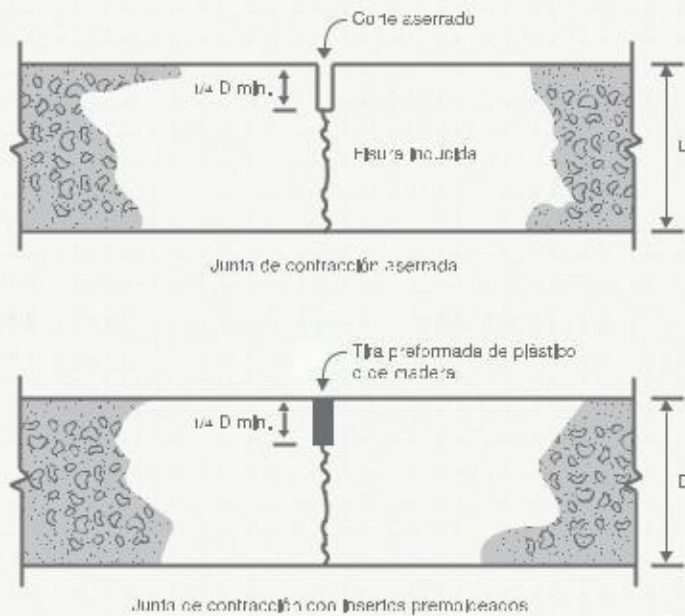
Las juntas de control en una losa de concreto no reforzado deben dividir la losa en áreas aproximadamente cuadradas.





Por ejemplo, una banqueta de un metro de ancho necesita una junta de control a cada metro, aproximadamente. Para losas y pisos de concreto simple sin refuerzo, la separación entre juntas debe de estar entre 24 a 36 veces el espesor de la losa (siendo deseable un valor de 30 veces el espesor), hasta un espaciamiento máximo de 5.5 m. Es decir una losa de 15 cm de espesor deben tener juntas a cada 3.6 m a 5.4 m. Mientras menor sea la separación entre juntas, menor será también la probabilidad de aparición de grietas.

Sin embargo, se deberá esperar algún agrietamiento; un nivel razonable podría ser la ocurrencia de grietas en 0.3% de los tableros de la losa de piso formado por juntas cortadas con sierra o de construcción.



En losas con acero de refuerzo, el espaciamiento de las juntas está controlado por el área del acero. Mientras más acero haya, las juntas pueden estar más separadas.

Las separaciones de las juntas se pueden aumentar ligeramente en losas reforzadas nominalmente (0.20% de acero o menos colocado no más allá de 5 cm. de la parte superior de la losa) pero la incidencia de agrietamiento y ondulación crecerá. El refuerzo NO impedirá el agrietamiento, sin embargo, si el refuerzo se dimensiona y se coloca adecuadamente, la abertura de la grieta se deberá mantener dentro de límites aceptables.

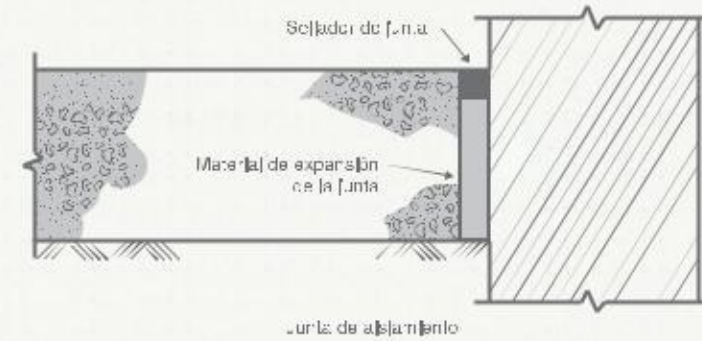
Las juntas de contracción transversal se pueden reducir o eliminar en losas reforzadas con 0.50% de acero de refuerzo continuo como mínimo, colocado no más allá de 5 cm de la parte superior de la

losa o en el tercio superior del espesor de la losa, cualquiera que esté más cercano a la superficie de la losa. Sin embargo, será posible esperar la aparición de numerosas grietas finas en toda la losa, muy próximas entre sí.

Las juntas en cualquier dirección se pueden reducir o eliminar completamente mediante el postensado de la losa, o mediante el uso de concreto de contracción compensada.

Una junta de aislamiento separa totalmente un elemento de concreto de otro, o de un objeto fijo tal como un muro o una columna, de modo que cada uno puede moverse sin afectar al otro.

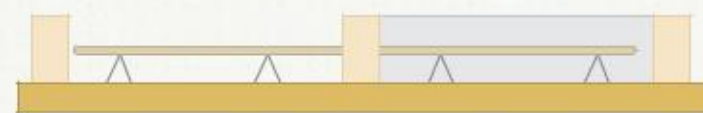
El relleno de las juntas debe ser suave y a toda profundidad. Puede hacerse de corcho, hule espuma, u otro material flexible.



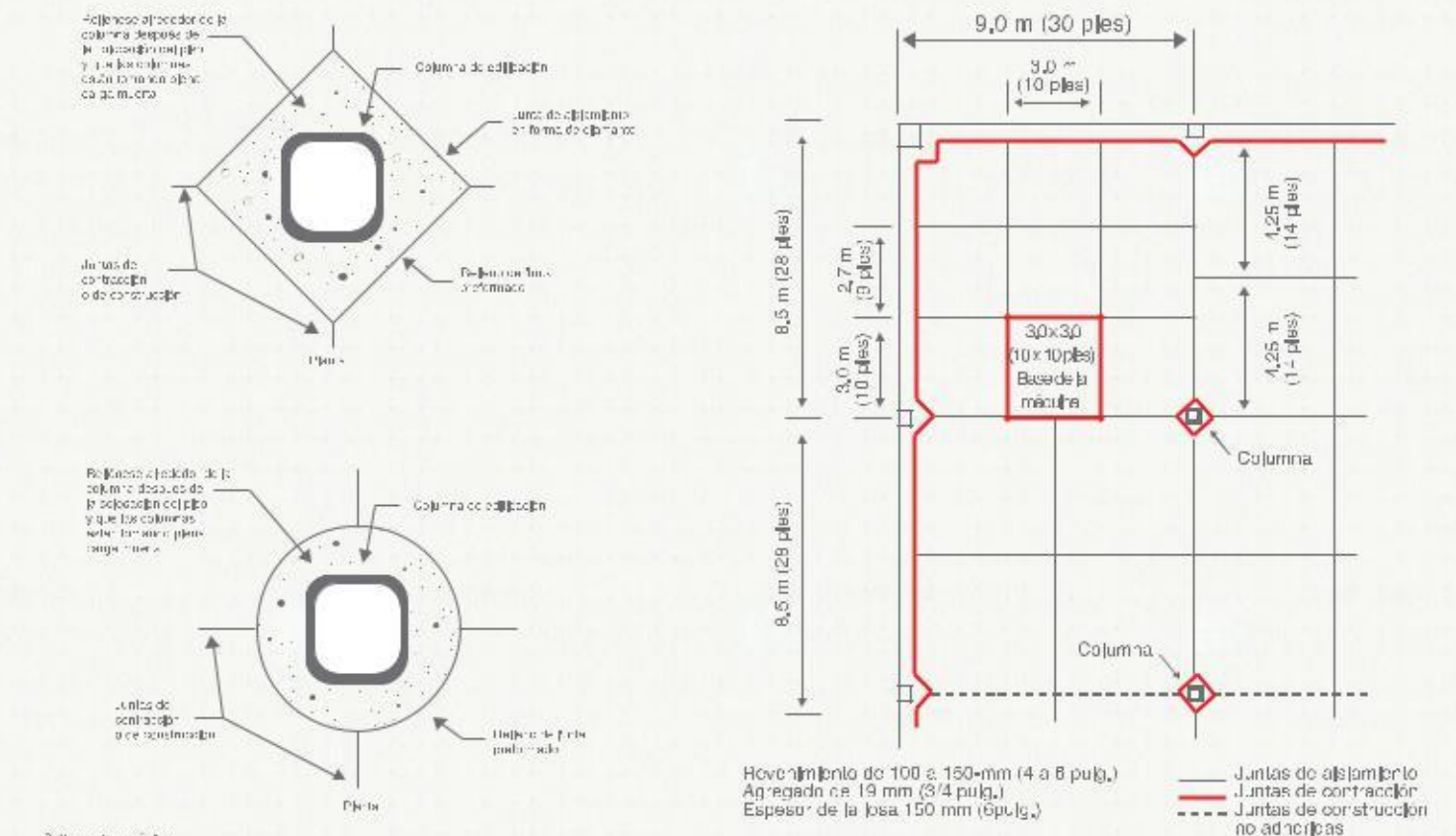
Una junta de construcción es un lugar donde el trabajo termina temporalmente. Se usa la cimbra para soportar el borde del concreto que ya está en su lugar, de modo que simplemente no se colapse. El concreto es acabado en escuadra y el refuerzo normalmente corre a través de la junta.

Cuando se reanude el colado: Remueva la cimbra y quite con una brocha cualquier material suelto de la superficie anterior. Procure dar aspereza a la superficie antigua para exponer el agregado grueso con el fin de ayudar a que el nuevo concreto se adhiera apropiadamente.

Vierta el nuevo concreto contra la superficie vieja. El concreto siempre debe ser terminado a escuadra.



JUNTAS DE AISLAMIENTO EN COLUMNAS:



REFERENCIAS

1. Construcción de losas y pisos de concreto. ACI 302
2. Juntas en las construcciones de concreto. ACI 224. 3R

08

COLADO DEL CONCRETO EN CLIMA CALUROSO Y FRÍO

En condiciones extremas de calor o frío, el concreto debe ser: manejado, colocado, compactado, acabado y curado cuidadosamente.

Las condiciones extremas de calor y frío principalmente causan problemas de agrietamiento.

Cuando se esperan condiciones de calor o frío algunas de las siguientes precauciones mejorarán la calidad de su concreto final.

CLIMA CALUROSO

Las condiciones del clima en la obra – caluroso o frío, ventoso o calmo, seco o húmedo – pueden ser muy distintas de las condiciones ideales, asumidas en el momento de especificar, diseñar o seleccionar una mezcla o pueden diferir de las condiciones de laboratorio en las cuales se almacenaron y se ensayaron los cilindros de concreto.

Las condiciones de clima caluroso influyen adversamente la calidad del concreto, principalmente acelerando la tasa de pérdida de humedad y la velocidad de hidratación del cemento.

Las condiciones perjudiciales del clima caluroso incluyen:

- Alta temperatura ambiente
- Alta temperatura del concreto
- Baja humedad relativa
- Alta velocidad del viento
- Radiación solar

Las condiciones del clima cálido pueden crear dificultades, tales como:

- Aumento de la demanda de agua
- Aceleración de la pérdida de revenimiento, llevando a la adición de agua en la obra
- Aumento de la tendencia de agrietamiento plástico
- Necesidad de curado temprano
- Aumento de la temperatura del concreto, resultando en pérdida de resistencia a lo largo del tiempo
- Aumento del potencial de fisuración térmica

- Formación de juntas frías en el colado debido a retrasos en el suministro

La adición de agua en la obra puede afectar negativamente las propiedades y las condiciones de servicio del concreto endurecido, resultando en:

- Disminución de la resistencia, por el aumento de la relación agua-cemento
- Disminución de la durabilidad, debido a la fisuración
- Aumento de la permeabilidad
- Apariencia no uniforme de la superficie
- Aumento de la tendencia de contracción por secado
- Disminución de la resistencia a abrasión, por la tendencia de rociar agua durante el acabado

Los aditivos “retardadores de fraguado” proporcionan al concreto tiempo de trabajabilidad más largo.

CUANDO TOMAR PRECAUCIONES

La temperatura más favorable para lograr una alta calidad del concreto fresco es normalmente más baja que aquella obtenida, durante el clima cálido, sin enfriamiento artificial.

Es deseable una temperatura del concreto de 10° C a 15° C para maximizar las propiedades de la mezcla, pero tal temperatura no siempre es posible. Muchas especificaciones requieren sólo que el concreto tenga una temperatura igual

o inferior de 29°C a 32°C durante su colocación.

Cuáles precauciones se deben emplear y cuándo emplearlas depende de: tipo de construcción, características de los materiales usados y experiencia del equipo en el colado y acabado del concreto bajo las condiciones atmosféricas de la obra.

La siguiente lista de precauciones reduce o evita los problemas potenciales de la colocación en clima caluroso:

- Enfriamiento del concreto o de uno o más ingredientes
- Uso de un concreto con una consistencia que permita su rápida colocación y consolidación
- Reducción al máximo del tiempo de transporte, colado y acabado
- Programación de la colocación del concreto para limitar la exposición a las condiciones atmosféricas, como por la noche o durante condiciones favorables de clima
- Consideración de métodos para limitar la pérdida de humedad durante el colado y el acabado, tales como sombrillas, parabrisas, niebla y rociado
- Aplicación, después del acabado, de películas que retienen la humedad (retardadores de evaporación)
- Organización de una reunión antes del inicio de la construcción para discutir las precauciones necesarias en el proyecto

EFFECTO DE LAS ALTAS TEMPERATURAS EN EL CONCRETO

A medida que la temperatura del concreto aumenta, hay una pérdida de revenimiento que normalmente se compensa inadvertidamente con la adición de agua al concreto en la obra. En temperaturas más elevadas, una mayor cantidad de agua se necesita para mantener el revenimiento constante.

La adición de agua sin la adición de cemento resulta en mayor relación agua-cemento, disminuyéndose la resistencia en todas las edades y afectando negativamente otras propiedades del concreto endurecido. A este efecto se suma el efecto adverso de las altas temperaturas sobre la resistencia a edades más avanzadas, aún cuando no hay adición de agua. La adición de cemento para compensar el aumento del agua de mezcla puede ser insuficiente para que se logren las propiedades deseadas, pues el aumento del cemento va a aumentar aún más la temperatura del concreto y la demanda de agua.

Si la temperatura del concreto fresco aumenta de 10° C para 38° C, se hacen necesarios cerca de 20 litros/m³ de agua adicional para mantener el revenimiento de 7.5 cm. Esta agua adicional podría disminuir la resistencia en 12% a 15% y producir concreto con resistencia a compresión que no cumpla con las especificaciones. La alta temperatura del concreto fresco aumenta la velocidad de fraguado y disminuye el tiempo

disponible para el transporte, colocación y acabado. Se puede reducir el tiempo de fraguado en 2 o más horas con el aumento de 10°C de la temperatura del concreto.

En clima caluroso, hay un aumento de la tendencia de formación de fisuras tanto antes como después del endurecimiento. La evaporación rápida del agua del concreto recién colocado puede causar agrietamiento por contracción plástica antes que la superficie endurezca.

Las fisuras también se pueden desarrollar en el concreto endurecido como resultado del aumento de la contracción por secado debido al aumento del contenido de agua o a los cambios de volumen debidos al efecto térmico a medida que el concreto se enfría.

ENFRIAMIENTO DE LOS MATERIALES DEL CONCRETO

El método usual para enfriamiento del concreto es la disminución de la temperatura de los materiales antes del mezclado. En el clima cálido, los agregados y el agua de mezcla se deben mantener lo más fríos posible, pues estos materiales tienen una mayor influencia sobre la temperatura del concreto que los otros materiales.

De todos los materiales en el concreto, el agua es el más fácil de enfriarse. Como se la usa en menos cantidad que los otros materiales, el agua fría va a producir una reducción moderada en la temperatura del concreto.

Se debe usar el agua de mezcla de una fuente fría. El agua se puede enfriar por refrigeración, nitrógeno líquido o hielo. Al enfriarse el agua cerca de 2.0°C a 2.2°C, se enfría el concreto cerca de 0.5°C. Sin embargo, como el agua de mezcla representa sólo un pequeño porcentaje de la mezcla, es difícil bajar la temperatura del concreto más de 4.5°C, a través del enfriamiento del agua.

El hielo se puede usar como parte del agua de mezcla, siempre que se derrita completamente durante el mezclado. Al usar hielo molido, se debe tener cuidado para almacenarlo en una temperatura que prevenga la formación de terrones.

El tiempo de mezclado debe ser suficiente para derretir completamente el hielo. El volumen de hielo no debe reemplazar más del 75% del agua total de la mezcla. La reducción máxima de la temperatura con el uso de hielo se limita a cerca de 11°C.

Los agregados tienen un efecto marcado sobre la temperatura del concreto fresco porque representan del 70% al 85% de la masa total del concreto. Para bajar la temperatura del concreto en 0.5°C se hace necesaria una reducción de la temperatura del agregado grueso de solamente 0.8°C a 1.1°C.

Hay muchos métodos sencillos para mantenerse el agregado frío. Las reservas de los agregados se deben proteger del sol y se deben mantener húmedas a través del rociado de agua fresca.



CURADO Y PROTECCIÓN

El curado y la protección son más importantes en clima calurosos que en periodos templados. El mantener las cimbras en su lugar no se puede considerar un sustituto satisfactorio del curado en clima cálido. Se las debe retirar tan pronto como posible sin causar daños al concreto. Entonces, se debe aplicar agua encima de la superficie expuesta, por ejemplo, con una manguera de regar suelo, permitiendo que se mueva hacia dentro de la cimbra.

En el concreto endurecido y sobre superficies planas, el agua de curado no debe estar mucho más fría que el concreto ya que se puede provocar fisuración causada por tensiones térmicas debidas a diferencias de temperatura entre el concreto y el agua.

La necesidad de curado húmedo es mayor durante las primeras horas después del acabado. Para prevenir el secado de las superficies expuestas, el curado húmedo debe comenzar tan pronto como se lo haya acabado y debe continuar por lo menos por 24 horas. En clima caluroso, es preferible el curado húmedo continuo durante todo el periodo de curado. Sin embargo,

si el curado húmedo no puede continuar por más de 24 horas, mientras la superficie aún está húmeda, se debe proteger el concreto del secado a través de papel para curado, lámina plástica que refleja el calor o compuestos de curado formadores de membrana.

Los compuestos de curado blancos se pueden usar sobre superficies horizontales.

La aplicación de compuestos de curado durante el clima cálido se debe preceder en 24 horas de curado húmedo. Si esto no es práctico, se debe aplicar el compuesto inmediatamente después del acabado final. Las superficies de concreto deben estar húmedas.

La fisuración por contracción plástica se asocia normalmente con la colocación en clima cálido, sin embargo puede ocurrir en cualquier ambiente que produzca evaporación rápida. Estas fisuras ocurren cuando el agua se evapora de la superficie más rápidamente que el apareamiento del agua de sangrado, pues crea un secado rápido y esfuerzos de tensión, resultando en fisuras cortas e irregulares.

A continuación se presentan las condiciones que aumentan la evaporación de la humedad y la posibilidad de agrietamiento por contracción plástica:

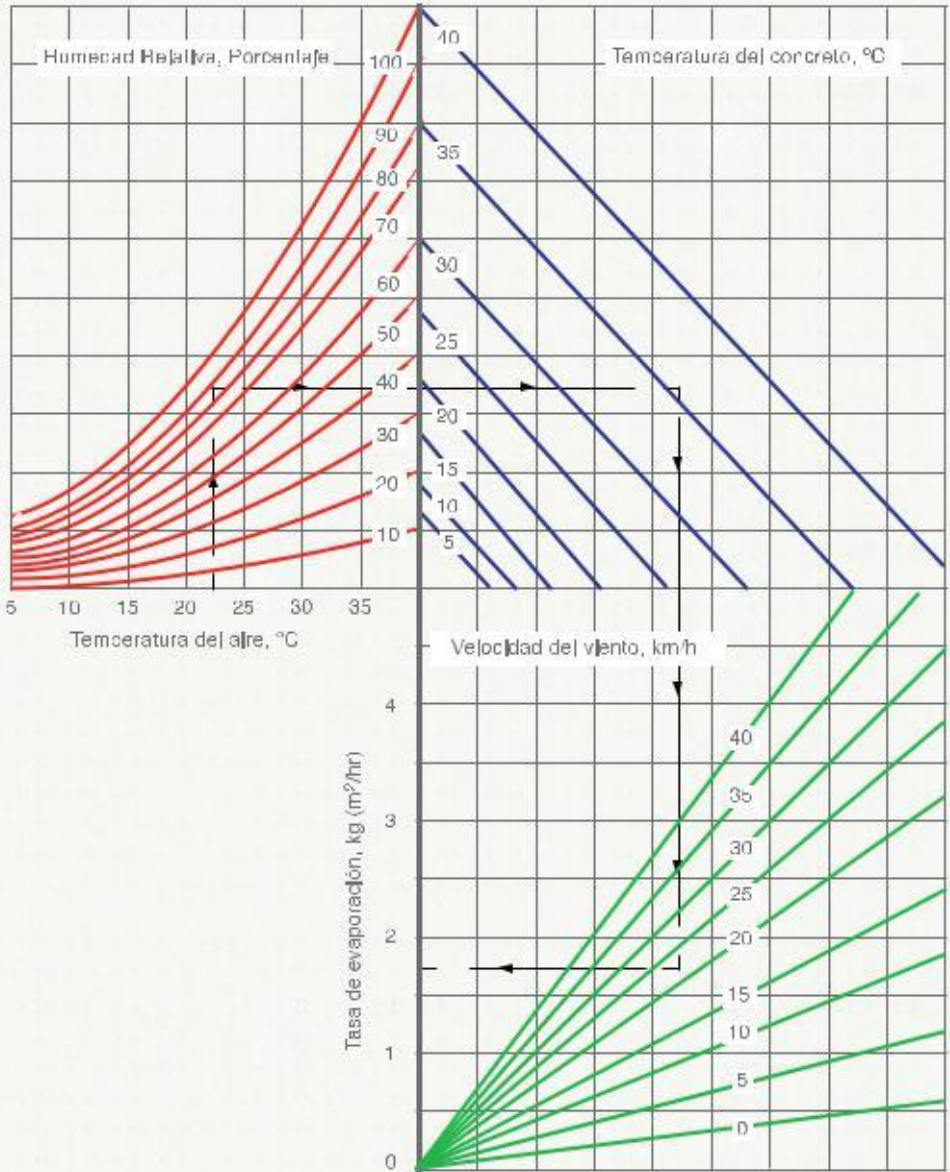
- Alta temperatura del aire
- Alta temperatura del concreto
- Baja humedad
- Alta velocidad del viento

La siguiente gráfica es útil para determinar la necesidad de tomar precauciones adicionales al momento del colado del concreto.

No hay manera de predecir con seguridad cuando la fisuración por contracción plástica va a ocurrir, por lo que es aconsejable tomar todas las precauciones posibles para evitar su aparición.

Para usar este gráfico:

- Entre con la temperatura del aire y muévase hacia la humedad relativa
- Muévase hacia la derecha para la temperatura del concreto
- Muévase hacia abajo para la velocidad del viento
- Muévase hacia la izquierda y lea la tasa de evaporación aproximada



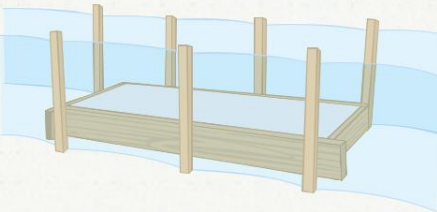
Cuando la tasa de evaporación excede 1 kg/m² por hora, medidas preventivas, tales como parabrisas, pantallas, rompevientos son obligatorias. En algunas mezclas de concreto, como aquellas que contienen puzolanas o cementos adicionados, la fisuración puede ocurrir cuando la tasa de evaporación excede 0.5 kg/m² por hora.

Otras medidas de protección pueden ser:

1. Humedecer la subrasante y las cimbras antes de la colocación del concreto.
2. Levantar los parabrisas o pantallas provisionales para reducir la velocidad del viento sobre la superficie del concreto.
3. Levantar sombrillas provisionales para reducir la temperatura sobre la superficie del concreto.
4. Proteger el concreto con cubiertas temporales, tales como lonas plásticas, durante cualquier retraso significativo entre la colocación y el acabado.
5. Rociar la losa inmediatamente después de la colocación y antes del acabado, tomando cuidado para prevenir la acumulación de agua que reduce la calidad de la pasta de cemento en la superficie de la losa.
6. Adicionar fibras de polipropileno a la mezcla de concreto para ayudar a disminuir la formación de fisuras plásticas.

Otros métodos para prevenir la pérdida rápida de humedad de la superficie del concreto incluyen:

- Aplicación de películas para retener la humedad (retardadores de evaporación). Estos compuestos se pueden aplicar inmediatamente después del aplanado



o enrasado para reducir la evaporación del agua antes de las operaciones finales de acabado y antes que el curado empiece. Estos materiales se aplanan y se alisan en la superficie durante el acabado y no deben presentar efectos adversos sobre el concreto o inhibir la adhesión de los compuestos formadores de membrana.



- Reducción del tiempo entre colocación e inicio del curado, eliminándose los retrasos durante la construcción.

Si las fisuras plásticas aparecen durante el acabado, alisar cada lado de la fisura con una llana y proceder el acabado nuevamente puede cerrar las fisuras.

Sin embargo, las fisuras pueden ocurrir nuevamente a menos que se corrijan las causas.

Rocío de agua para evitar la evaporación de agua del concreto:



CLIMA FRÍO

El concreto se puede colar de manera segura, sin daños debidos a la congelación, durante los meses de invierno, en climas fríos, si se toman ciertas precauciones.

El ACI comité 306 define clima frío como el periodo en que durante más de tres días consecutivos el promedio de la temperatura del aire sea menor de 4°C y permanezca bajo 10°C durante más de la mitad de cualquier periodo de 24 horas. Bajo estas circunstancias, todos los materiales y equipos necesarios para la protección y el curado adecuados deben estar disponibles y listos para su uso antes del inicio de la colocación del concreto. Se pueden recobrar las prácticas normales de colocación cuando la temperatura ambiente sea mayor que 10°C por más de medio día.

Se deben hacer preparativos para proteger el concreto. Los recintos, rompevientos, calentadores portátiles, cimbras aisladas y mantas deben estar listos para mantener la temperatura del concreto.

EFFECTO DE LA

CONGELACIÓN DEL CONCRETO FRESCO

El concreto desarrolla muy poca resistencia a bajas temperaturas. Por lo tanto, el concreto fresco se debe proteger contra los efectos perjudiciales de la congelación hasta que su grado de saturación se haya reducido suficientemente por el proceso de hidratación.

El momento en que se logra esta reducción corresponde aproximadamente al tiempo necesario para que el concreto desarrolle una resistencia de 35 kg/cm². Esto ocurre durante las primeras 24 horas después del colado, bajo temperaturas normales y relaciones agua- cemento menores que 0.60.

Reducciones significativas de la resistencia última, hasta cerca de 50%, pueden ocurrir si el concreto se congela pocas horas después del colado o antes que se desarrolle una resistencia de 35 kg/cm².

DESARROLLO DE RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS

La temperatura afecta la velocidad de hidratación del cemento, bajas temperaturas retardan la hidratación y, consecuentemente, retardan el fraguado y el desarrollo de la resistencia del concreto.

Si el concreto se congela y se mantiene congelado a una temperatura mayor que -10°C, va a desarrollar resistencia lentamente. Abajo de esta temperatura, la hidratación del cemento y el desarrollo de la resistencia se paralizan.

Se pueden lograr altas resistencias iniciales con el uso de cemento de alta resistencia inicial o con el uso de aditivos acelerantes de resistencia.

Así mismo, los concretos de Alta Resistencia resultan útiles durante el clima frío para obtener mayores resistencias a edades tempranas debido al calor de hidratación que presentan este tipo de concretos especiales.

Tabla 12.1

LÍNEA	CONDICIÓN		ESPESOR DE LA SECCIÓN, mm (pulg.)			
			Menos que 300 (12)	300 a 900 (12 a 36)	900 a 1800 (36 a 72)	Mas de 1800 (72)
1	Temperatura mínima del concreto fresco cuando es mezclado durante el clima indicado	Mayor que -1°C (30°F)	16°C (60°F)	13°C (55°F)	10°C (50°F)	7°C (45°F)
2		-18°C a -1°C (0°F a 30°F)	18°C (65°F)	16°C (60°F)	13°C (55°F)	10°C (50°F)
3		Menor que -18°C (0°F)	21°C (70°F)	18°C (65°F)	16°C (60°F)	13°C (55°F)
4	Temperatura mínima del concreto al colocarlo y para mantenerlo**		13°C (55°F)	10°C (50°F)	7°C (45°F)	5°C (40°F)

** Las temperaturas de colado listadas se usan en concreto de peso normal.

TEMPERATURA DEL CONCRETO

TEMPERATURA DEL CONCRETO AL MEZCLARSE:

La temperatura del concreto durante el mezclado no debe ser menor que las líneas 1, 2 o 3 de la *Tabla 12.1*, para los respectivos espesores de sección.

Observe que se recomiendan temperaturas de concreto más bajas para el concreto masivo porque el calor generado durante la hidratación se disipa más lentamente en secciones más gruesas. También observe que, en temperaturas ambientes más bajas, se pierde más calor del concreto durante el transporte y la colocación y, por lo tanto, las temperaturas de mezclado recomendadas son más altas en climas fríos.

RECINTOS, MATERIALES AISLANTES Y CALENTADORES

RECINTOS

Los recintos con calefacción son muy eficientes para proteger el concreto, pero son probablemente los más costosos.



Los recintos pueden ser de madera, de lona o de polietileno. También están disponibles los recintos prefabricados de plástico rígido. Los recintos plásticos, que admiten el pasaje de la luz del día, son los más populares, pero la calefacción temporal en estos recintos puede ser costosa.

Los rompevientos pueden ser más altos o más bajos, dependiendo de la velocidad del viento, la temperatura ambiente, la humedad relativa y la temperatura de colocación del concreto esperadas. Los recintos se pueden fabricar para que se muevan junto con las cimbras, aunque normalmente, deben ser removidos para que el viento no interfiera con el manejo de las cimbras hacia su posición. De la misma manera, los recintos se pueden construir en paneles largos, tales como cimbras con los rompevientos incluidos.

MATERIALES AISLANTES

El calor y la humedad se pueden retener en el concreto con las mantas aisladoras comercialmente disponibles. La eficiencia del aislamiento se puede



determinar con la colocación de un termómetro debajo de éste y en contacto con el concreto. Si la temperatura baja para menos que el mínimo requerido en la línea 4 de la *Tabla 12.1*, se debe aplicar un material aislante suplementario o un material con un valor de R mayor. Las esquinas y los bordes son más vulnerables a la congelación. En vista de esto, las temperaturas en estas áreas se deben verificar con frecuencia.

Los valores de la resistencia térmica (R) para los materiales de aislamiento comunes se presentan en la *Tabla 12.2*. Para que se logre una mayor eficiencia del material aislante, se le debe mantener seco y en contacto con el concreto o la cimbra.

Las cimbras construidas para el uso repetido se pueden aislar económicamente con mantas comercialmente disponibles o con materiales fibrosos aislantes.

Tabla 12.2

MATERIAL	DENSIDAD kg/m ³ (lb/pies ³)	RESISTENCIA TÉRMICA, R, para espesor de material de 10 mm (1 pulg.), * (m ² .k)/W ([°F · hr · ft ²]) / Btu)
Tableros y losas		
Poliuretano expandido	24 (1.5)	0.438 (6.25)
Poliestireno expandido, superficie extrudida suave	29 a 56 (1.8 a 3.5)	0.347 (5.0)
Poliestireno expandido, superficie extrudida de celdas cortadas	29 (1.8)	0.277 (4.0)
Fibras de vidrios, enlace orgánico	64 a 144 (4 a 9)	0.277 (4.0)
Poliestireno expandido, rebordes moldeados	16 (1)	0.247 (3.85)
Fibra mineral con aglomerante de resina	240 (15)	0.239 (3.45)
Lámina de fibra mineral, con fieltro húmedo	256 a 272 (16 a 17)	0.204 (2.94)
Revestimiento de lámina de fibra vegetal	288 (18)	0.182 (2.64)
Vidrio celular	136 (8.5)	0.201 (2.86)
Cartón de papel laminado	480 (30)	0.139 (2.00)
Lámina de partículas (baja densidad)	590 (37)	0.128 (1.85)
Madera Contrachapada	545 (34)	0.087 (1.24)
Relleno suelto		
Fibra de madera, maderas suaves	32 a 56 (2.0 a 3.5)	0.231 (3.33)
Perlita expandida	80 a 128 (5.0 a 8.0)	0.187 (2.70)
Vermiculita exfoliada	64 a 96 (4.0 a 6.0)	0.157 (2.27)
Vermiculita exfoliada	112 a 131 (7.0 a 8.2)	0.148 (2.13)
Aserrín o virutas	128 a 240 (8.0 a 15.0)	0.154 (2.22)

MATERIAL	ESPESOR mm (pulg.)	RESISTENCIA TÉRMICA, R, para espesor de material, * (m ² .k)/W ([°F · hr · ft ²]) / Btu)
Manta de fibra mineral, cimbras fibrosas (roca, escoria o vidrio) 5 a 32 kg/m ³ (0.3 a 2 lb/pies ³)	50 a 70 (2 a 2.75) 75 a 85 (3 a 3.5) 90 a 165 (5.5 a 6.5)	1.23 (7) 1.90 (11) 3.34 (19)
Relleno suelto de fibra mineral (roca, escoria o vidrio) 10 a 32 kg/m ³ (0.6 a 2 lb/pies ³)	95 a 125 (3.75 a 5) 165 a 220 (6.5 a 8.75) 190 a 250 (7.5 a 10) 260 a 350 (10.25 a 13.75)	1.90 (11) 3.34 (19) 3.87 (22) 5.28 (30)

CALENTADORES

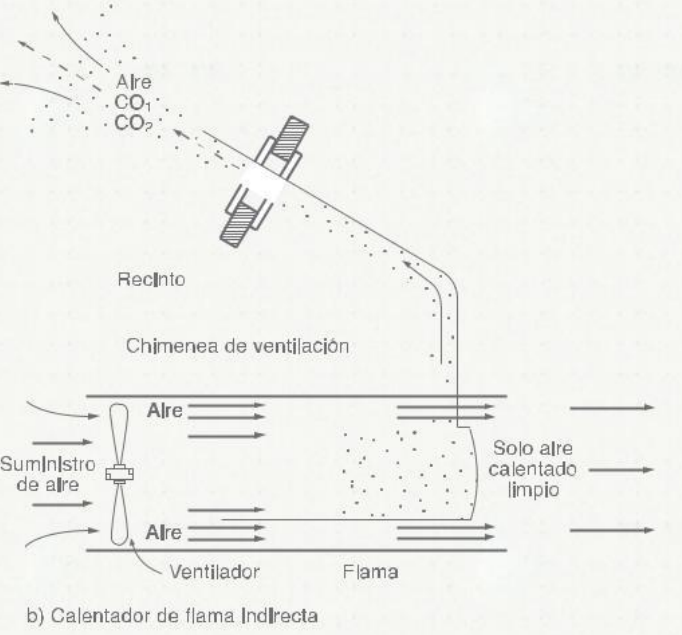
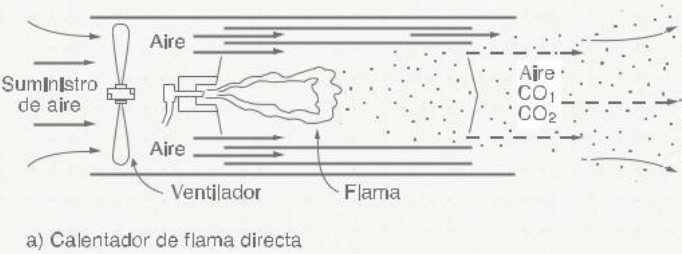
En la construcción de concreto en clima frío, se pueden emplear tres tipos de calentadores o calefactores: flama directa, flama indirecta y sistemas hidrónicos.

Los calefactores de flama indirecta poseen ventilación para remover los productos de la combustión. Donde se vaya a proveer calor a la parte superior del concreto fresco, como por ejemplo en una losa de piso, se requieren calentadores con ventilación. El dióxido de carbono (CO2) en el tubo de salida se debe transportar hacia afuera y se debe prevenir su reacción con el concreto fresco. Las unidades de flama directa se pueden utilizar para calentar los recintos encerrados debajo del concreto colocado en losas de piso y techo. Los sistemas hidrónicos transfieren calor a través de la circulación de una solución de glicol/agua en un sistema encerrado de tuberías y mangueras. Estos sistemas transfieren calor más eficientemente que los sistemas de aire forzado, sin los efectos negativos de los gases de escape y del secado del concreto por movimiento del aire.

Cualquier calentador que queme combustible fósil produce dióxido de carbono (CO2), el cual reacciona con el hidróxido de calcio en la superficie del concreto fresco para formar una capa frágil de carbonato de calcio, que interfiere en la hidratación del cemento, lo cual puede provocar una superficie débil con poca resistencia a la abrasión. A este fenómeno se le conoce como carbonatación. Para disminuir al mínimo este problema de carbonatación es necesario proveer al recinto calentado una correcta ventilación.

El vapor consiste en otra fuente de calor para el colado en el invierno. Se puede conducir el vapor vivo o directo por medio de una tubería hacia dentro del recinto o se lo puede proveer a través de unidades radiantes.

Al elegirse una fuente de calor, se debe tener en cuenta que el propio concreto suministra calor durante la hidratación del cemento y este calor frecuentemente es suficiente para las necesidades de curado, si se lo retiene en el concreto, a través de aislamiento.



REFERENCIAS

ACI Comité 305, Colado en Clima Caluroso ACI 305R
ACI Comité 308, Especificación de Norma para el Curado del Concreto ACI 308.1 ACI
Comité 306, Colado en Clima Frío ACI 306R
ACI Comité 347, Guía de las Cimbras para Concreto ACI 347R

09

DEFECTOS EN EL CONCRETO

Algunos defectos son evidentes únicamente para un ojo entrenado; otros, tales como el agrietamiento, son obvios para cualquiera. Algunos defectos comunes, sus causas y cómo prevenirlos y repararlos se explican a continuación.

Si persiste la duda, no dude en consultar a los expertos de CEMEX Concretos en donde con gusto lo asesoraremos de manera gratuita sobre éste y otros importantes temas del concreto.

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	PREVENCIÓN	REPARACIÓN
<p>VARIACIÓN DE COLOR DE LA SUPERFICIE DEL CONCRETO</p> <p>La diferencia del color sobre la superficie de concreto puede aparecer como efectos de luz y sombra.</p>	Curado inadecuado	Mantenga el concreto uniformemente húmedo durante el curado	<p>Muchas variaciones de color derivadas de la mano de obra serán permanentes. Para ocultar la variación puede aplicarse un recubrimiento superficial.</p> <p>La rectificación de la variación del color debido a manchas es una operación muy difícil y puede necesitar de tratamientos suaves repetidos con un ácido débil.</p>
	Aplicación de una marca diferente o un tipo diferente de cemento a la superficie como un ‘secador’	No espolvoree cemento seco sobre la superficie húmeda del concreto a manera de secador	
	Superficies allanadas con fuerza	Allane y acabe adecuadamente la superficie del concreto	
	Variación en la relación agua-cemento en la superficie	No agregue agua a la superficie para dar el acabado del concreto	
	Cambios en la mezcla de concreto	Utilice una mezcla uniforme de concreto al colar	
	Manchas atmosféricas u orgánicas, así como la acumulación de suciedad	Lave la superficie de concreto periódicamente con agua y jabón suave	
	Cambio en el color de la arena	En colados de concreto con acabado “aparente” es importante utilizar agregados de un mismo banco o frente, para evitar las variaciones de color de la arena o grava	
	Uso de desmoldantes inadecuados en la cimbra, como por ejemplo el aceite quemado	Utilice desmoldantes adecuados especialmente diseñados para este fin	
<p>AGRIETAMIENTO FINO</p> <p>Es una red de grietas finas a través de la superficie de concreto y que no penetran mucho por debajo de ella, causadas por la contracción no severa de ésta.</p>	Es causado por una pequeña contracción de la superficie en condiciones de secado rápido. Es decir, baja humedad y altas temperaturas o ciclos alternos de mojado y secado.	<p>Dé un acabado y cure el concreto correctamente, de preferencia cure con agua.</p> <p>Inicie el proceso de curado lo antes posible, a los pocos minutos después del acabado final.</p> <p>El concreto debe ser protegido contra cambios rápidos en la temperatura y la humedad.</p>	La reparación puede no ser necesaria, pues el agrietamiento menudo no debilitará el concreto. Si el agrietamiento menudo da una apariencia muy fea, entonces puede aplicarse un recubrimiento superficial con pintura o con algún otro sellador sobrepuesto para cubrir y/o minimizar el efecto de las grietas.

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	PREVENCIÓN	REPARACIÓN
Las pequeñas grietas por fisuras son muy finas y apenas visibles, excepto cuando el concreto se está secando, después de que la superficie ha sido mojada.	Una superficie en la cual se ha espolvoreado cemento seco para acelerar el secado y el acabado estará más sujeta a agrietamiento por fisuras.	No espolvoree cemento seco sobre la superficie húmeda del concreto a manera de secador.	
<p>FORMACIÓN DE POLVO EN LA SUPERFICIE</p> <p>La formación de polvo es el resultado de una capa delgada y débil llamada lechada, compuesta de agua y cemento y partículas finas.</p>	<p>Dar el acabado antes de que el agua de sangrado se haya secado.</p> <p>Dar el acabado durante la lluvia.</p> <p>No curar el concreto apropiadamente, o porque la superficie se está secando muy rápidamente.</p> <p>Agua aplicada a la superficie durante el acabado, espolvorear cemento seco sobre la superficie para acelerar el acabado</p> <p>Un bajo contenido de cemento</p> <p>Una mezcla demasiado aguada o fluida.</p> <p>Concreto está sujeto a abrasión severa o es de un grado de resistencia demasiado bajo para su uso final</p>	<p>Permita que toda el agua de sangrado se seque antes de dar un acabado con llana; o en condiciones frías, remover el agua.</p> <p>Cure adecuadamente y mantenga el concreto uniformemente húmedo por lo menos durante 7 días. Utilice compuestos retardadores de evaporación superficial antes de dar el acabado. No agregue agua a la superficie para dar el acabado del concreto. No espolvoree cemento seco sobre la superficie húmeda del concreto a manera de secador.</p> <p>Especifique un concreto de mayor resistencia.</p> <p>No agregue agua adicional al concreto en la obra.</p> <p>Aplique compuestos químicos para densificar la superficie del concreto sujeto a abrasión.</p> <p>Especifique un concreto de mayor resistencia.</p>	<p>Tal como se detalló previamente, las superficies de concreto polvorientas son el resultado de una atención inadecuada a las prácticas prescritas para el colado y acabado, es decir, la adición de agua en exceso, trabajar cuando hay agua de sangrado, así como la compactación y el curado inadecuado del concreto. En donde la aparición de polvo en la superficie es mínima puede ser útil la aplicación de un endurecedor de superficie y si ésta muestra significativos trastornos de desgaste es esencial remover todo el material suelto por medio de esmerilado o de raspado de la superficie hasta encontrar una base sana y luego aplicar una capa firme apropiada.</p>
<p>DAÑO POR LLUVIAS</p> <p>La superficie tiene pequeños pedazos que son deslavados o muchas pequeñas abolladuras.</p>	<p>Lluvia muy fuerte mientras el concreto está fraguando o por permitir que el agua de lluvia corra a través de la superficie de concreto</p>	<p>Cubra el concreto con plástico si está lloviendo o si parece que va a llover. No cuele el concreto si hay amenaza de lluvia.</p>	<p>Si el concreto no se ha endurecido y el daño es mínimo la superficie puede ser nuevamente aplanada con plana o con llana, cuidando de no trabajar demasiado el exceso de agua en la superficie.</p>

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	PREVENCIÓN	REPARACIÓN
			Si el concreto se ha endurecido, puede ser posible esmerilar o raspar la cantidad mínima de la capa de la superficie y aplicar una capa firme de concreto nuevo o un compuesto de reparación. Esto probablemente no sea siempre posible y debe hacerse únicamente con el consejo de un experto.
ASTILLAMIENTO	Los bordes de las juntas se rompen debido a cargas pesadas o impacto con objetos duros.	Mantenga alejadas las cargas pesadas de las juntas y los bordes hasta que se hayan endurecido apropiadamente.	Para pequeñas áreas astilladas: raspe, cincele o esmerile las áreas débiles hasta que encuentre un concreto sano, asegurándose de limpiar con una brocha el concreto viejo para que quede libre de cualquier material suelto. Después, vuelva a llenar el área con concreto nuevo o mortero de reparación. Compacte, acabe y cure cuidadosamente el nuevo resane. Debe tenerse cuidado de que todas las juntas se conserven sin que se llenen de material que obstruya la junta. Para grandes áreas astilladas: busque el consejo de un experto.
	Cuando el concreto se expande y se contrae, los bordes débiles pueden agrietarse y romperse.	Diseñe las juntas cuidadosamente.	
	La entrada de objetos duros, por ejemplo piedras en las juntas, puede causar astillamiento cuando el concreto se expande.	Mantenga las juntas libres de escombros.	
	La pobre compactación del concreto en las juntas, así como una deficiente compactación de la terracería también son causa del astillamiento en el concreto.	Asegure una compactación apropiada.	
EFLORESCENCIA	El agua con sales minerales disueltas se acumula en la superficie de concreto, cuando el agua se evapora, deja depósitos de sal en la superficie	Utilice agua libre de sales y que sea limpia, así como arenas lavadas.	Remueva la eflorescencia por medio de un cepillado seco y un lavado con agua limpia. No utilice un cepillo de alambre. Si después de este cepillado persiste la eflorescencia, puede ser necesario lavar la superficie con una solución diluida de ácido muriático en el orden del 1 al 10%. Para concreto
	El agua de sangrado en exceso también puede dar como resultado eflorescencia.	Evite el sangrado excesivo no adicionando agua extra al concreto en la obra	

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	PREVENCIÓN	REPARACIÓN
La eflorescencia puede considerarse como un tipo de decoloración. Aunque es poco atractiva, por lo general la eflorescencia no es dañina.	Así mismo los suelos altamente salitrosos favorecen la aparición de eflorescencias en el concreto, sobre todo en áreas adyacentes a zonas húmedas, como pueden ser jardines y jardineras. La eflorescencia se ve particularmente afectada por la temperatura, la humedad y los vientos. En el verano, aun después de periodos largos de lluvia, la humedad se evapora tan rápidamente que cantidades comparativamente pequeñas de sal son llevadas a la superficie. La eflorescencia es más común en invierno, cuando una tasa más baja de evaporación permite la migración de sales a la superficie.	Cuando exista eflorescencia debe determinarse la fuente de humedad y tomarse las medidas correctivas para mantener el agua fuera de la estructura de concreto, estas medidas correctivas pueden incluir impermeabilización de las cimentaciones o el uso de barreras de vapor (películas plásticas) bajo las losas o firmes de concreto para evitar la migración de las sales del suelo a través del concreto	con color integrado, debe usarse únicamente de 1 a 2% de la solución para evitar que la superficie se pique y que pueda revelar el agregado, cambiando el color y la textura. Sin embargo es recomendable hacer siempre una prueba previa del tratamiento en un área pequeña donde no se note mucho, para asegurarse que no exista un efecto adverso. Antes de aplicar una solución ácida, humedezca siempre la superficie de concreto con agua limpia, para evitar que el ácido sea absorbido profundamente donde pueda ocurrir daño.
SEGREGACIÓN	La principal causa es una pobre o deficiente compactación, métodos o secuencias de colado inadecuados y fugas de la pasta a través de orificios en las cimbras.	Tenga cuidado durante el colado del concreto para evitar la segregación. Compacte el concreto apropiadamente. Logre una buena hermeticidad de la cimbra.	Si la segregación (huecos) aparece únicamente en la superficie, puede ser restituida aplicando una primera capa de cemento. Si persiste en todo el concreto, puede ser necesario removerla y repararla. La superficie puede requerir de restitución. La restitución significa cubrir la superficie con una capa de mortero. Si la segregación es muy severa u ocurre en elementos estructurales tales como columnas, trabes o muros de elementos de contención de agua, puede llegar a ser necesaria la demolición completa del elemento.

PROBLEMÁTICA	CAUSAS	PREVENCIÓN	REPARACIÓN
AMPOLLAS Las ampollas son huecos bajo la superficie de concreto, llenos de aire o de agua de sangrado. Estas ampollas de tamaño variado se dan en el momento en que las burbujas de aire atrapado o agua que se elevan a través del concreto plástico quedan atrapadas bajo una superficie ya sellada e impermeable al aire.	Son causadas cuando la superficie de concreto fresco es sellada por medio del allanado mientras queda aire atrapado o agua de sangrado por debajo de la superficie. Esto puede ocurrir particularmente en losas gruesas o en días calientes y con viento, cuando la superficie está propensa a un secado rápido.	Después del colado, el enrasado y el aplanado, deje el concreto tanto tiempo como sea posible antes de alisarlo con llana, que es lo que sella la superficie. Cure para evitar la evaporación. Si se están formando ampollas, retrase el allanado tanto tiempo como sea posible y tome los pasos necesarios para reducir la evaporación.	Esmerile la capa debilitada hasta obtener un acabado uniforme.
	La vibración insuficiente durante la compactación que no libera adecuadamente el aire atrapado.	Procure un vibrado adecuado al concreto.	
DELAMINACIÓN La delaminación es similar a las ampollas, en el sentido de que las áreas delaminadas del mortero superficial son el resultado del agua y el aire de sangrado que han quedado atrapados por debajo de la superficie de mortero, prematuramente cerrada.	Dar acabado a la superficie antes de que el concreto presente su sangrado. Ocurre con mayor probabilidad cuando los factores que extienden el tiempo de sangrado del concreto (por ejemplo, una terracería fría) se combinan con factores que aceleran el fraguado o secado anticipado de la superficie (alta temperatura ambiente, viento)	Es necesario esperar un periodo de tiempo después del colado del concreto para permitir que el aire y el agua escapen. El periodo de espera varía con la mezcla de concreto, el mezclado, los procedimientos de colocación y las condiciones climáticas. Para evitar las condiciones que pueden provocar delaminaciones, veánse las recomendaciones de las ampollas.	Las delaminaciones pueden repararse resanando o, si están muy extendidas, esmerilando o superponiendo una nueva superficie. La inyección de un epóxico puede ser benéfica en algunas aplicaciones. Antes de cualquier reparación es necesario retirar completamente todo material que se encuentre suelto o sin adherencia.

Ver anexo fotográfico para mayor claridad de estos defectos.

REFERENCIAS:

1. Defectos Superficiales en losas: causas, prevención y reparación. Portland Cement Association

ANEXO FOTOGRÁFICO DEFECTOS EN EL CONCRETO:

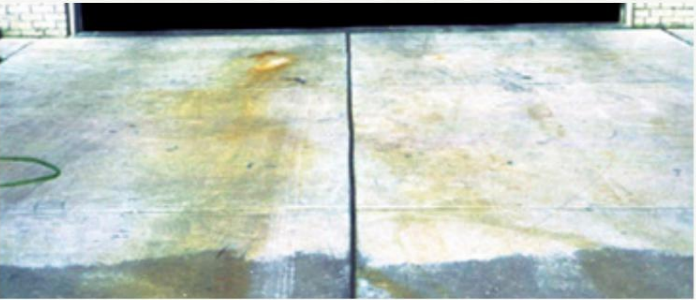


Foto 1 - Variación de color de la superficie de concreto



Foto 2 - Agrietamiento fino



Foto 3 - Polvo Superficial



Foto 4 - Astillamiento



Foto 5 - Eflorescencia



Foto 6 - Astillamiento



Foto 7 - Segregación

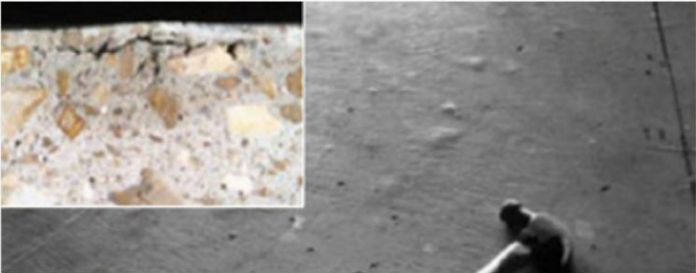


Foto 8 - Ampollas



Foto 9 - Delaminación



Foto 10 - Daño por lluvia

10

AGRIETAMIENTO EN EL CONCRETO

No es agradable el agrietamiento al azar en el concreto, pues puede hacer que parezca feo y generar debilidad estructural del mismo. Para minimizar el agrietamiento aleatorio se usan acero de refuerzo y juntas para controlarlo.

El agrietamiento severo deja el acero de refuerzo expuesto al aire y a la humedad, lo que puede causar oxidación y debilitamiento del concreto.

TIPOS DE GRIETAS

Ocurren dos tipos de grietas en el concreto reforzado de acuerdo al tiempo de su aparición:

GRIETAS DE ANTES DEL FRAGUADO:
Estas grietas aparecen ANTES de que el concreto se endurezca, mientras todavía es trabajable.



AGRIETAMIENTO POR ENDURECIMIENTO:
Son la grietas que ocurren DESPUÉS del endurecimiento o fraguado el concreto

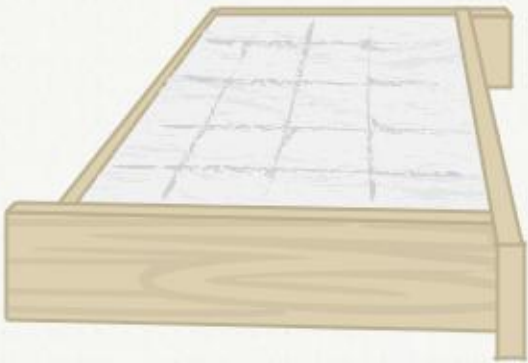
1. GRIETAS ANTES DEL FRAGUADO:

Las grietas anteriores al fraguado se forman durante el colado, la compactación y el acabado, causadas por el movimiento del concreto antes de que esté seco. Así como por la acelerada pérdida de humedad del concreto, principalmente derivada de un clima caluroso, radiación solar directa, alta velocidad del viento y baja humedad relativa del ambiente.

Estas grietas pueden evitarse tratando de localizarlas en la medida que ocurren, mientras que el concreto todavía está en estado fresco. Si se detectan a tiempo fácilmente pueden corregirse compactando, allanando o aplanando de nuevo la superficie de concreto.

Tenemos tres tipos de estas grietas:
Grietas por: ASENTAMIENTO PLÁSTICO
Grietas por: CONTRACCION PLÁSTICA
Grietas por: MOVIMIENTO DE LA CIMBRA

1.1 GRIETAS POR ASENTAMIENTO PLÁSTICO



¿CUÁNDO SE FORMAN?
Poco después de que el concreto es colado, mientras aún está plástico, pudiéndose deber a un exceso de sangrado en la superficie, a una compactación deficiente del concreto, un recubrimiento de concreto inadecuado sobre el acero de refuerzo o por el uso de varillas de gran diámetro. Se hacen más grandes en la medida que el concreto se seca y se contrae, y tiende a seguir las líneas del acero de refuerzo.

- PREVENCIÓN**
- Vuelva a allanar la superficie o vibre nuevamente el concreto
 - Localice las grietas mientras el concreto está fraguando, en esta etapa pueden ser fácilmente corregidas

1.2 GRIETAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

¿CUÁNDO SE FORMAN?
En días de mucho calor o poca humedad y vientos moderados. El agrietamiento es más común en el verano, pero también puede ocurrir durante el invierno.

El agrietamiento por contracción plástica a veces ocurre en la superficie del concreto fresco en seguida a la colocación, mientras se la está acabando o poco después de esto.

Estas fisuras que aparecen principalmente en superficies horizontales, como losas y pisos, se las puede eliminar considerablemente si se toman medidas preventivas.

Como ya se comentó la fisuración por contracción plástica se asocia normalmente con la colocación en clima cálido, sin embargo puede ocurrir en cualquier ambiente que produzca evaporación rápida. Estas fisuras ocurren cuando el agua se evapora de la superficie más rápidamente que el apareamiento del agua de sangrado, pues crea un secado rápido y esfuerzos de tensión, resultando en fisuras cortas e irregulares.

A continuación se presentan las condiciones que aumentan la evaporación de la humedad y la posibilidad de agrietamiento por contracción plástica:

1. Alta temperatura del aire
2. Alta temperatura del concreto
3. Baja humedad
4. Alta velocidad del viento



La longitud de las fisuras es generalmente de 5 a 100 cm y se espacian de manera irregular de 5 a 70 cm, y aparecen en línea, más o menos paralelas, regularmente en dirección perpendicular a la dirección del viento, y generalmente penetran solo algunos milímetros bajo la superficie del concreto, pudiendo llegar a penetrar hasta la mitad del espesor de la losa.

No hay manera de predecirse con seguridad cuando la fisuración por contracción plástica va a ocurrir, por lo que se recomienda siempre tomar las precauciones necesarias.

Véase **CAPÍTULO 8 Colado del concreto en climas caliente o frío**

- PREVENCIÓN**
- Humedezca la sub base y las cimbras y proteja el concreto contra el viento.



- Cuele, compacte y cure tan pronto como sea posible en días calurosos, de modo que el concreto no se seque.
- Una vez que el concreto sea compactado, enrasado y aplanado, aplique una película uniforme de rociado de un RETARDADOR DE EVAPORACIÓN para evitar la pérdida rápida de humedad en la superficie, y luego continúe con el acabado.
- Trate de colar en las horas más frías del día.
- Colocar una lámina de plástico (polietileno) sobre el concreto para evitar la pérdida acelerada de humedad. Este plástico debe ser colocado lo más pronto posible pero cuidando de no lastimar o deteriorar la superficie del concreto, sobre todo cuando se requieran acabados pulidos o con acabados especiales.
- Considere el uso de fibras sintéticas para ayudar a controlar las grietas por contracción plástica.

REPARACIÓN
Las grietas por contracción plástica pueden cerrarse trabajando nuevamente el concreto plástico.

1.3 MOVIMIENTO DE LA CIMBRA

Si la cimbra no es lo suficientemente resistente, puede doblarse o abultarse. El movimiento de la cimbra puede ocurrir en cualquier momento durante el colado y la compactación.

PREVENCIÓN
Asegúrese de que las cimbras sean resistentes. Si el concreto se colapsa, refuerce la cimbra y vuelva a vibrar el concreto.

CHOQUE TÉRMICO

Otra causa que propicia la aparición de grietas en el concreto es el choque térmico, el cual se provoca por la a aplicación de agua fría, como curado, sobre el concreto en un día caluroso, dando como resultado grietas causadas por la contracción súbita.

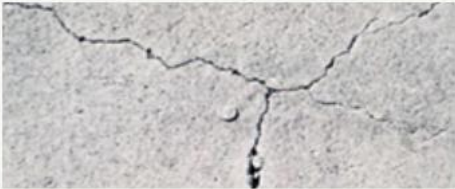
PREVENCIÓN

Use agua tibia para el curado del concreto en climas calurosos.

2. GRIETAS DESPUÉS DEL ENDURECIMIENTO

Las grietas después del endurecimiento pueden ser causadas por la contracción por secado, el movimiento o el asentamiento del suelo, o por colocar en el concreto cargas más pesadas que aquéllas diseñadas para ser soportadas. Poco puede hacerse con las grietas después del endurecimiento. El colado cuidadoso y correcto ayuda a prevenir el agrietamiento serio después del endurecimiento.

Las grietas no controladas son un posible problema. Las grietas en las juntas de control o controladas por el acero de refuerzo pueden ser algo esperado y aceptable.



Cuando el concreto endurecido se está secando, éste se contraerá aproximadamente 1.6 mm por cada 3 m de longitud. Para absorber adecuadamente esta contracción, y controlar la localización de las grietas, de deben de realizar cortes o juntas en el concreto a intervalos regulares, de acuerdo a lo visto en el *Capítulo 7 Juntas en el concreto*.

El factor más importante que influye en las propiedades de contracción por secado del concreto es su contenido total de agua. A medida que se incrementa el contenido de agua, la cantidad de la contracción aumenta proporcionalmente. Los incrementos grandes en el contenido de arena y las reducciones significativas en el tamaño del agregado grueso acrecentan la contracción debido al aumento del agua total y a que los agregados gruesos de menor tamaño proporcionan menos restricción interna a la contracción. Las subrasantes o bases insuficientemente compactadas y los suelos susceptibles a hincharse por la congelación pueden producir grietas en las losas.

La sobrecarga de las losas de concreto también provoca la formación de grietas por flexión y posiblemente fallas.

REFERENCIAS

- 1. Defectos Superficiales en losas: causas, prevención y reparación. Portland Cement Association
- 2. PCA Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi
- 3. ACI Comité 305, Colado en Clima Caluroso ACI 305R



El agrietamiento del concreto puede ser reducido significativamente, o eliminado, observando las siguientes prácticas:

1. Prepare y compacte adecuadamente la subrasante, incluyendo un apoyo uniforme y material apropiado en la sub-base, y un contenido adecuado de humedad.
2. Minimice el contenido de agua de mezclado, maximizando el tamaño y la cantidad del agregado grueso, de preferencia utilice agregado de baja contracción.
3. Use la cantidad más baja de agua de mezclado requerida para trabajar; no permita consistencias que sean demasiado fluidas, a menos que se hayan utilizado aditivos reductores de agua o superplastificantes.
4. Separe las juntas de contracción a intervalos razonables de acuerdo al espesor de la losa.
5. Proporcione juntas de aislamiento para evitar la restricción de los elementos adyacentes o ahogados de una estructura.
6. Evite cambios extremosos en la temperatura.
7. Para minimizar el agrietamiento y el alabeo en la superficie de las losas de concreto coladas directamente sobre una barrera de vapor, utilice una capa de 10 cm de espesor de relleno granular drenable, compactable y ligeramente humedecido entre la barrera de vapor y el concreto. Si el concreto debe ser colocado directamente sobre la hoja de plástico, utilice una mezcla con bajo contenido de agua y proporcione un curado con agua más prolongado.
8. Coloque, consolide, acabe y cure el concreto de una manera apropiada.
9. Asegure la correcta posición del acero de refuerzo en el tercio superior de la losa para proveer un recubrimiento adecuado.

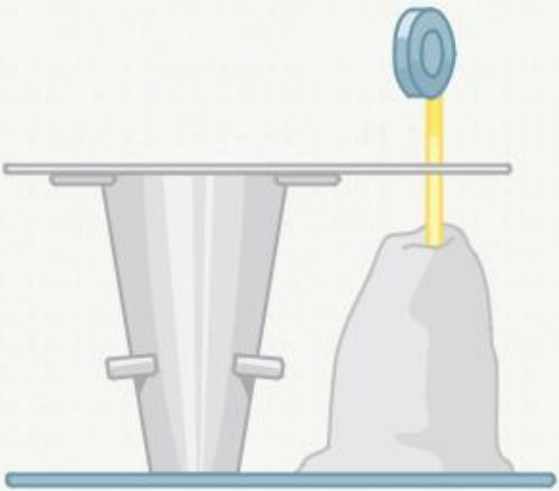
11

PRUEBAS AL CONCRETO

Existen dos pruebas principales que se deben de realizar al concreto: la prueba de revenimiento y la prueba de resistencia a compresión.

1. PRUEBA DE REVENIMIENTO

La prueba de revenimiento muestra la trabajabilidad del concreto. La trabajabilidad es una medición de qué tan fácil resulta colocar, manejar y compactar el concreto.



Empiece las pruebas de temperatura, revenimiento y contenido de aire dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la porción final de la muestra compuesta.

Inicie el moldeo de los especímenes dentro de los 15 minutos siguientes a la preparación de la muestra compuesta.

LA PRUEBA DE REVENIMIENTO se hace para asegurar que una mezcla de concreto sea trabajable. La muestra medida debe de estar dentro de un rango establecido, o tolerancia, del revenimiento pretendido. Estas tolerancias del revenimiento están definidas en la Norma NMX-C-155.

El revenimiento del concreto debe de estar dentro de los valores permisibles (tolerancias) durante los primeros 30 minutos medidos a partir de que éste llega a la obra. El período máximo de espera en el lugar de la obra es de 30 minutos a la velocidad de agitación del camión revolvedor (de 2 a 6 r.p.m.)

Si la muestra falla por estar fuera de la tolerancia, es decir, el revenimiento es demasiado alto, o bien el cono de concreto se rompe o desploma hacia un costado,

debe realizarse inmediatamente una segunda prueba con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega dentro de los siguientes 5 minutos. Si ésta también falla la cantidad restante de la mezcla debe ser rechazada.

En la siguiente tabla se especifican las tolerancias del revenimiento de acuerdo a su valor nominal especificado:

Revenimiento nominal (cm)	Tolerancia (cm)
Menor de 5	± 1,5
De 5 a 10	± 2,5
Mayor de 10	± 3,5

2. LA PRUEBA DE COMPRESIÓN

Esta prueba muestra la mayor resistencia posible que puede alcanzar el concreto en condiciones ideales. Esta prueba mide la resistencia del concreto en estado endurecido.

Las pruebas se hacen en un laboratorio fuera del lugar de la obra. El único trabajo a realizar en la obra es la adecuada elaboración de los cilindros de concreto de acuerdo a la norma NMX-C-160-ONNCCE-vigente – (Concreto - Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto), para su posterior ensaye a compresión. Se deberán elaborar por lo menos tres cilindros por cada muestra.

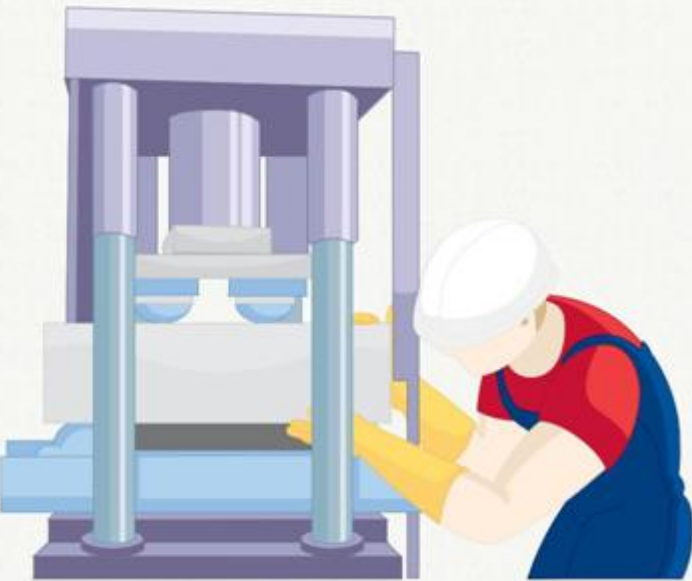
La resistencia se mide en kg/cm² o en Megapascuales (MPa) y comúnmente se especifica como una resistencia característica del concreto medido a los 28 días después del mezclado.



La resistencia a compresión es una medida de la capacidad del concreto para resistir cargas que tienden a aplastarlo.

3. LA PRUEBA DE FLEXIÓN DEL CONCRETO

La resistencia a flexión o el módulo de ruptura se usa en el diseño de pavimentos u otras losas (pisos, placas) sobre el terreno, y determina la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro conforme a la Norma Mexicana NMX-C-191-ONNCCE-2015.



Es importante mencionar que los Laboratorios de Control de Calidad que lleven a cabo estas pruebas al concreto en la obra deben de contar con el equipo adecuado y el personal especializado para realizarlas de acuerdo a las normas de referencia, siendo altamente deseable que se encuentren acreditados ante la entidad mexicana de acreditación, para acreditar que su personal se encuentra debidamente capacitado y cuenta con la capacidad técnica necesaria para llevar a cabo correctamente las pruebas antes mencionadas como una validación y aseguramiento de la calidad de los resultados.

GARANTÍA DE NUESTRO CONCRETO:

La principal propiedad del concreto es su resistencia a la compresión, la cual se ve afectada cuando se modifica la cantidad de cemento o agua que contiene. Si le agregas agua al concreto lo haces más fluido, aumentando así su revenimiento, pero disminuyendo su resistencia.



Si a pesar de estas recomendaciones decides adicionar agua extra al concreto en tu obra, por favor toma en cuenta que el operador del camión revolvedor hará esta anotación en la remisión del pedido, perdiendo tu garantía de calidad.

ES MUY IMPORTANTE indicar que el incumplimiento de cualquiera de estas recomendaciones indicadas en el presente manual podrá afectar de manera irreversible la calidad del concreto, por lo que es responsabilidad del usuario aplicarlas adecuadamente para evitar deterioros.

Asimismo CEMEX Concretos no es responsable de la calidad del concreto en caso de encontrar incumplimientos en dichas prácticas y/o recomendaciones.

12

NORMAS DEL CONCRETO Y SUS COMPONENTES

*A continuación se enlistan las principales Normas Mexicanas
aplicables al concreto premezclado y a sus demás componentes:*

CEMENTO

NMX-C-414-ONNCCE-2014 - Cementantes Hidráulicos - Especificaciones y métodos de ensayo.
NMX-C-061-ONNCCE-2015 - Cementos Hidráulicos - Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos.

AGUA

NMX-C-122-ONNCCE-2004 - Agua para Concreto - Especificaciones.
NMX-C-277-2010 - Agua para concreto - Muestreo.

AGREGADOS

NMX-C-030-ONNCCE-2004 - Agregados - Muestreo.
NMX-C-111-ONNCCE-2014 - Agregados para concreto hidráulico - Especificaciones y métodos de ensayo.

ADITIVOS

NMX-C-081-1981 - Aditivos para concreto curado compuestos líquidos que forman membrana.
NMX-C-199-1986 - Aditivos Para Concreto y Materiales Complementarios Terminología y Clasificación.
NMX-C-255-2006 - Especificaciones, muestreo y métodos de ensayo aditivo químicos concreto.

CONCRETO FRESCO Y ENDURECIDO

NOM-C-155-1987, NMX-C-155-ONNCCE-2004 y NMX-C-155-ONNCCE-2015 - Concreto Hidráulico - Especificaciones.
NMX-C-156-ONNCCE-2010 - Determinación del revenimiento en el concreto fresco.

NMX C-161-ONNCCE-2013 - Concreto Fresco - Muestreo.
NMX-C-162-ONNCCE-2014 - Concreto - Determinación de la Masa unitaria, rendimiento y contenido de aire del concreto fresco-método gravimétrico.
NMX-C-160-ONNCCE-2004 - Concreto - Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
NMX-C-148-ONNCCE-2010 - Gabinetes, cuartos húmedos y tanques de almacenamiento - Condiciones de diseño y operación.
NMX-C-109-ONNCCE-2013 - Concreto hidráulico - Cabeceo de especímenes.
NMX-C-083-ONNCCE-2014 - Concreto - Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes - Método de ensayo.
NMX-C-157-ONNCCE-2006 - Concreto - Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión.
NMX-C-191-ONNCCE-2015 - Concreto - Determinación de resistencia a la flexión usando una viga simple con carga en los tercios del claro.
NMX-C-435-ONNCCE-2010 - Industria de la construcción - Concreto hidráulico - Determinación de la temperatura del concreto fresco.

CALIDAD

NMX-CC-9001-IMNC-2015 (ISO 9001:2015) - Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.
NMX-EC-17025-IMNC-2006 - Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y de calibración.

Estas y otras normas mexicanas pueden ser adquiridas en el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE), o visita la página <http://www.onncce.org.mx/>