

3.5. Hormigonado

Para los fines de este manual el hormigonado incluye todas las operaciones necesarias para colocar el hormigón de acuerdo a planos y/o especificaciones.

Temas tratados	3.5.1. Preparación previa a la colocación
	3.5.2. Colocación del hormigón

3.5.1. PREPARACIÓN PREVIA A LA COLOCACIÓN

Comprende los trabajos que se realizan antes de la colocación del hormigón.

FACTORES A CONSIDERAR

- A Planificación del hormigonado**
 - A.1. Etapas de colocación
 - A.2. Recursos
- B Preparación de la superficie a recubrir**
 - B.1. Terreno natural o relleno
 - B.2. Hormigón colocado en etapas anteriores (juntas de hormigonado)
 - B.2.1. Generalidades
 - B.2.2. Tratamientos para eliminar la lechada superficial
 - B.2.3. Continuación del hormigonado
 - B.2.4. Precauciones
- C Colocación de moldajes, armaduras e insertos**
 - C.1. Recomendaciones de ejecución
 - C.2. Tolerancias recomendadas
- D Limpieza y acondicionamiento final de la superficie**

A Planificación del hormigonado

La planificación del hormigonado incluye la definición de las etapas de colocación y de los recursos.

A.1. Etapas de colocación

Definición de etapas

Las etapas quedan definidas por:

- Superficies de proyecto
 - Juntas de proyecto (separaciones entre secciones de una estructura para dilatación, contracción y otras)
 - Terreno natural
 - Superficies terminales
- Juntas de hormigonado (denominadas también de construcción).



Ubicación de las juntas de hormigonado

- Depende de la capacidad de hormigonado disponible
- Debe corresponder a la especificada en el proyecto o a buenas prácticas estructurales
- Se debe estudiar una secuencia posible.

A.2. Recursos

Mano de obra

Diseñar cuadrillas y cantidad de ellas.

Equipos

Deben ser adecuados y en cantidad suficiente.

Materiales

En cantidad suficiente (ingredientes del hormigón, protecciones, moldajes y otros).

B Preparación de la superficie a recubrir

B.1. Terreno natural o relleno

TIPO DE MATERIAL	PREPARACIÓN
SUELO O RELLENO GRANULAR	<ul style="list-style-type: none">• El terreno natural debe estar libre de vegetales y de material de origen orgánico en general• Se debe evitar la contaminación del hormigón con el terreno natural o relleno, producto de desprendimientos o derrumbes de las paredes de la fundación. Se recomienda el uso de tableros móviles. (En ocasiones se recurre a la colocación de láminas de polietileno, cuya función es impedir la pérdida de humedad de la mezcla por absorción del terreno, además de ayudar a la limpieza de la junta suelo - hormigón)• Ambos deben ser compactados hasta obtener la densidad establecida en el proyecto (el hormigón debe apoyarse sobre suelo denso).
SUPERFICIE ROCOSA	<ul style="list-style-type: none">• Se deben eliminar las zonas demasiado fracturadas y todas las partículas descompuestas o fracturadas. En caso de pequeñas grietas, se deben rellenar con lechada o mortero.
EN GENERAL	<ul style="list-style-type: none">• Se debe captar y drenar el agua que aflore o fluya hacia la zona donde se colocará el hormigón.

B.2. Hormigón colocado en etapas anteriores (juntas de hormigonado)

B.2.1. GENERALIDADES

Toda junta de construcción, prevista o imprevista, debe tratarse adecuadamente, ya que una ejecución inadecuada genera puntos débiles que rompen el monolitismo de la estructura, dejándola vulnerable a ataques químicos, filtraciones y especialmente esfuerzos sísmicos.

La efectividad de una junta depende principalmente del estado de la superficie de contacto (debe estar sin lechada superficial, ya que ésta genera una superficie porosa y débil, limpia, sin agregado suelto y con bordes o esquinas del hormigón no quebrados), de la forma de terminar y continuar el hormigonado, y del tiempo entre etapas, siendo mejor la adherencia mientras menor sea el tiempo.

B.2.2. TRATAMIENTOS PARA ELIMINAR LA LECHADA SUPERFICIAL

Sobre hormigón fresco

- Debe efectuarse en el tiempo adecuado, ni demasiado temprano (para no remover más material del necesario), ni demasiado tarde (no se puede sacar toda la lechada necesaria). Generalmente se efectúa entre 4 - 12 horas después de la colocación. (El tiempo varía si el hormigón tiene retardador). En todo caso no debe dañar el hormigón. Se puede realizar mediante:

1) Lavado (o cepillado) de la superficie:

Lavado del hormigón por medio de chorro de agua y aire a presión (o agua a alta presión), hasta eliminar la capa superficial de mortero en aproximadamente 0,5 cm, dejando a la vista partículas de unos 5 mm. El lavado se debe continuar hasta que el agua escurra limpia. (Se puede eliminar la capa superficial también mediante cepillo de alambre, seguido por un lavado).

La superficie debe mantenerse con un curado húmedo, previo eliminación de pozas de agua, hasta la aplicación de la nueva capa de hormigón.

Si el hormigonado se reiniciará después de finalizado el período de curado, la superficie debe mantenerse saturada hasta unas 12 horas antes de proseguir con éste.

2) Tratamiento mediante retardador superficial:

El retardador se aplica sobre el moldaje (si corresponde) o sobre la superficie de hormigón, mediante brocha, rodillo o pulverizado, en forma pareja en toda su extensión, apenas se termine la colocación. Luego se elimina, por medio de lavado de agua (y aire) a presión, todo el mortero superficial no endurecido por efecto del retardador. Se prosigue en forma similar al punto 1.

Este método es poco usado en superficies horizontales.

Sobre hormigón endurecido

1) Desbastado mecánico o manual:

Se demuele superficialmente el hormigón, eliminando una película de 1 - 2 cm, sin dañar el hormigón base. Se procede a limpiar con agua (y aire) a presión, para eliminar el material suelto. Después de la limpieza, la superficie se debe mantener saturada, hasta unas 12 horas antes de proseguir el hormigonado.

Método no recomendable (en general no abarca el total de la superficie y puede además dañar el hormigón).



2) Eliminación de una película superficial de aproximadamente 0,5 cm dejando a la vista partículas de tamaño cercano a 5 mm por medio de:

- 2.1) Arenado (preferentemente húmedo) con el consiguiente lavado superficial
- 2.2) Chorro de agua a alta presión.

En ambos métodos se prosigue en forma similar al desbastado mecánico.

3) Tratamiento mediante puentes de adherencia epóxicos (para lograr mayor monolitismo)

Se elimina la capa superficial, mediante cualquiera de los métodos indicados. Una vez que la superficie se seque, se realiza una espera de 2 - 3 horas, o secado mediante soplado de aire, y se procede a aplicar el adhesivo epóxico.

B.2.3. CONTINUACIÓN DEL HORMIGONADO

Posterior a la limpieza, se continúa el hormigonado previa verificación y colocación de:

- Es indispensable que la capa que da origen a la junta se encuentre limpia y en estado saturada superficialmente seca. (En el caso de uso de puentes de adherencia, ver recomendaciones del fabricante).
- Colocación de una capa de mortero de 1 - 2 cm (de la misma composición del hormigón en uso, sin el árido grueso). La primera capa del nuevo hormigón fresco (a la que se le puede añadir agua, manteniendo la razón agua/cemento), se coloca antes que el mortero endurezca. La compactación de esta capa debe incluir el mortero.

B.2.4. PRECAUCIONES

COLOCACIÓN

La capa de hormigón que da origen a una junta, debe ser colocada dentro de las posibilidades de la obra, con el mínimo de asentamiento de cono posible, para evitar que aflore exceso de lechada a la superficie durante la compactación.

COMPACTACIÓN

La capa debe ser adecuadamente compactada.

TERMINACIÓN SUPERFICIAL

Si se trata de una junta vertical, debe tener una cara de terminación lo más regular y vertical posible (para este efecto se utiliza un molde provisorio vertical).

Si en obra se produce una junta de hormigonado imprevista (por eventuales o insubsanables desperfectos en maquinarias, equipos o cambios no previsibles en el clima), se debe dar aviso al proyectista, registrar su ubicación y motivo de interrupción en el libro de obras, y seguir las recomendaciones expuestas.

C Colocación de moldajes, armaduras e insertos

C.1. Recomendaciones de ejecución (Ver Capítulo 4 para armaduras y Capítulo 5 para moldajes).

- Se debe verificar que sus posiciones, espaciamiento, formas, grado y dimensiones se ajusten estrictamente a los planos.
- Verificar ángulos de doblado y longitudes de empalmes o anclajes.
- Deben estar limpios, libres de aceite, óxidos y otros. Para verificar en forma práctica la tolerancia de oxidación en las armaduras, se procede a escobillarlas, si se observa desprendimiento de óxido hay que eliminarlo.
- Los moldajes se deben colocar una vez que tengan el desmoldante aplicado (para no contaminar al refuerzo, hormigón colocado previamente y otros).
- Para evitar interferencias en el tratamiento de las juntas de hormigonado, es preferible retirar los moldajes laterales que sobresalgan.

C.2. Tolerancias recomendadas

TABLA N° 4

PARA EL HORMIGÓN RECIÉN TERMINADO	
-Desviaciones y desplazamientos	
• Desviaciones con respecto a la vertical	: 6 mm / 3 m
• Desviaciones de nivel	: 6 mm / 3 m
• Desplazamientos de ejes en planta	: 12 mm / 6 m
-Variaciones de dimensiones	
• Vanos y aberturas	: ± 6 mm
• Espesores	: - 6 mm
DURANTE LA COLOCACIÓN	
-Recubrimientos de armaduras	: - 10 mm con un máximo de 1/3 del recubrimiento especificado.
-Posición de armaduras	: ± 5% de su distanciamiento teórico.

OBSERVACIONES:

Tolerancias para desviaciones de nivel y de la vertical serán reducidas a 6 mm en 6 m en todas las líneas y aristas muy visibles en la obra.

D Limpieza y acondicionamiento final de la superficie

LIMPIEZA FINAL
-Se debe efectuar una limpieza final con agua (y aire) a presión, hasta eliminar todas las suciedades acumuladas.

ACONDICIONAMIENTO FINAL
- Todas las superficies en contacto con el hormigón deben estar húmedas, sin agua apozada, para evitar que absorban el agua de amasado.
- Si tiene agua apozada, sáquela mediante: <ul style="list-style-type: none">• Soplado de aire a presión• Barrido



3.5.2. COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN

Comprende todas las acciones efectuadas desde la llegada al punto de recepción hasta el vaciado en el elemento a hormigonar.

FACTORES A CONSIDERAR

- A** Docilidad (trabajabilidad)
- B** Espesor de las capas
- C** Altura máxima de vaciado
- D** Temperaturas de colocación
- E** Procedimientos y recomendaciones de colocación

A Docilidad (trabajabilidad)

La docilidad, considerando las tolerancias normalizadas, debe definirse de acuerdo al sistema de colocación y a las características del elemento a hormigonar.

B Espesor de las capas

El hormigón se debe colocar en capas horizontales, tal que el vibrador de inmersión penetre la capa de hormigón subyacente, para lo cual se recomienda guardar la siguiente regla de espesor de capa.

ESPESOR MÁXIMO	OBSERVACIONES
Longitud de la botella menos 10 cm.	Según el tipo de vibrador de inmersión a usar.

C Altura máxima de vaciado

Debe ser la menor posible. Para elementos verticales (muros, pilares y otros) no debe exceder los valores indicados en NCh170.

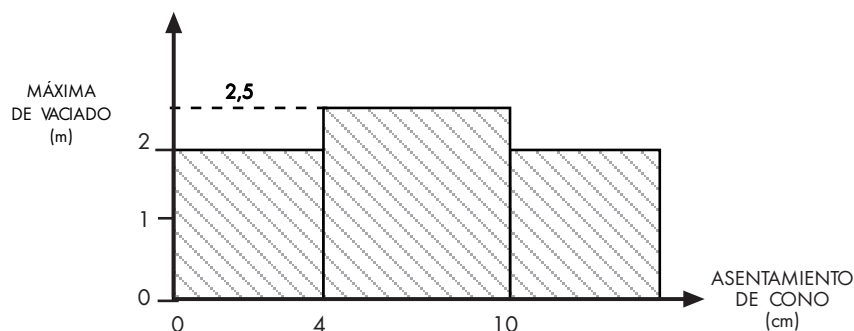


FIG.14

D Temperaturas de colocación

En el momento de colocación se deben cumplir las siguientes condiciones de temperatura según NCh170.

TIPO DE ELEMENTO DIMENSIÓN MÍNIMA	TEMPERATURA MÁXIMA DEL HORMIGÓN
< 0,8 m	35 °C
≥ 0,8 m (hormigón masivo)	16 °C

Temperatura ambiente > 5°C

OBSERVACIÓN:

Para temperatura ambiente promedio inferior a 5 °C, ver ítem 3.12, Temas especiales Hormigonado en tiempo frío.

E Procedimientos y recomendaciones de colocación

Un buen proceso de colocación debe evitar que se produzca SEGREGACIÓN.

MÉTODOS DE COLOCACIÓN

CORRECTO

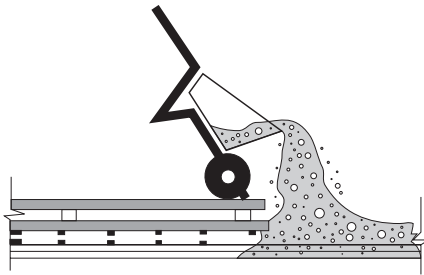


FIG. 15:
Descargar el hormigón sobre la cara del ya depositado en el sitio de colocación.

INCORRECTO

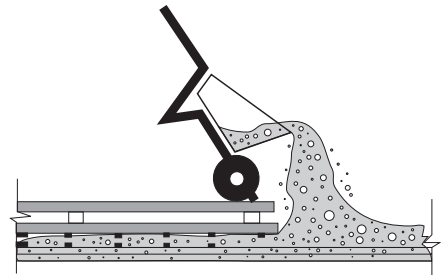


FIG. 16:
Descargar el hormigón alejándose del ya depositado en el sitio de colocación.

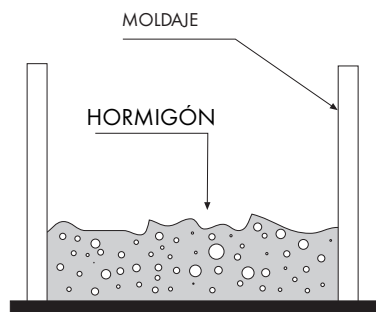


FIG. 17:
Capas horizontales en su ubicación final, de espesor compatible con el equipo de compactación, lo más niveladas posible, para que el vibrador de inmersión no desplace el hormigón. (Si fluye lateralmente tenderá a la segregación). Se pueden depositar en pequeños montones.

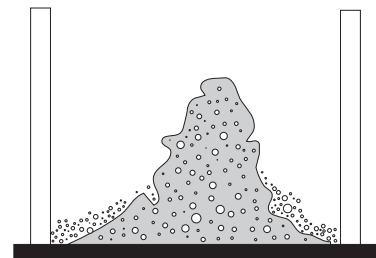


FIG. 18:
Los grandes montones favorecen la segregación.



VACIADO EN UNA PARED PROFUNDA O CURVA A TRAVÉS DE UNA ABERTURA EN EL MOLDAJE

CORRECTO

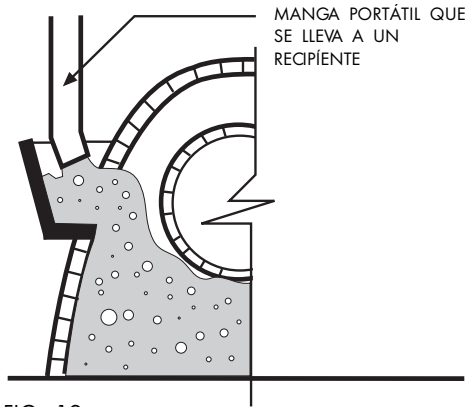


FIG. 19

INCORRECTO

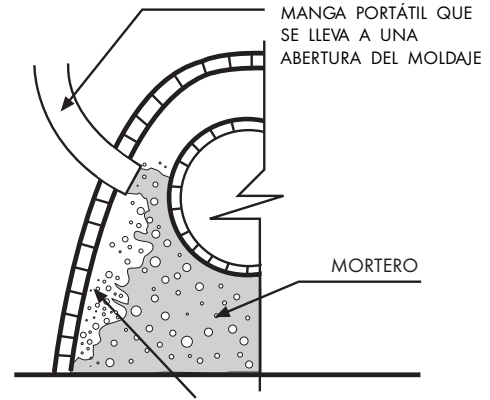


FIG. 20

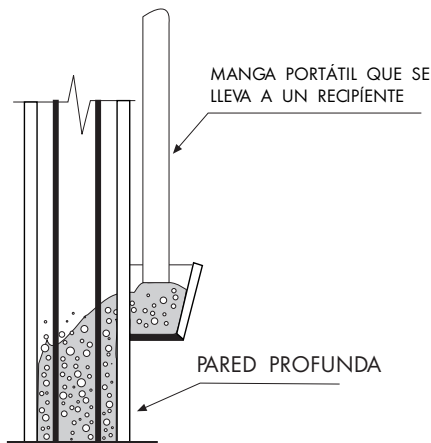


FIG. 21:
Depositar el hormigón verticalmente en el recipiente que cuelga de la abertura del moldaje, para permitir que se detenga, y por reflujo del recipiente, éste fluya con facilidad dentro del moldaje sin segregación.

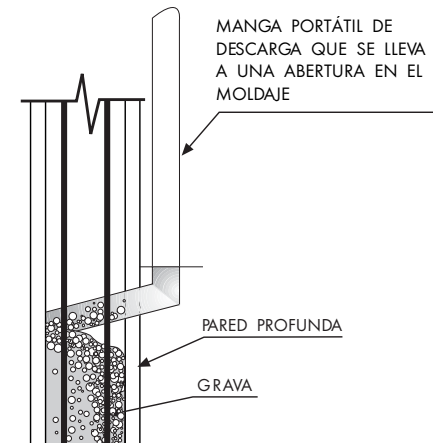


FIG. 22:
De esta forma se permite que una corriente de hormigón entre en el moldaje a alta velocidad, formando un ángulo de inclinación con la vertical. Esto produce segregación.

VACIADO DEL HORMIGÓN A GRAN ALTURA

CORRECTO

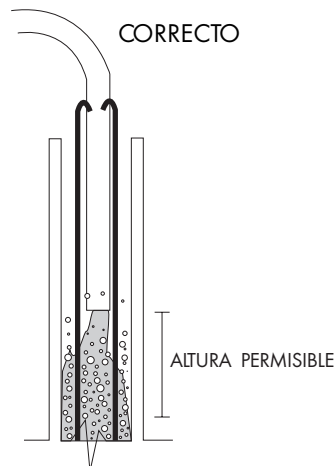


FIG. 23

INCORRECTO

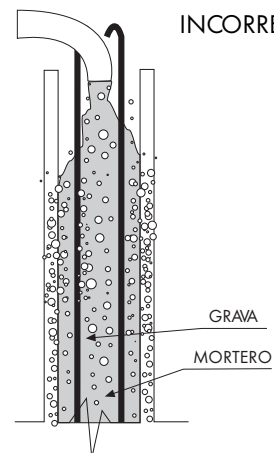


FIG. 24

VACIADO DEL HORMIGÓN EN LA PARTE SUPERIOR DE UN MOLDAJE ANGOSTO

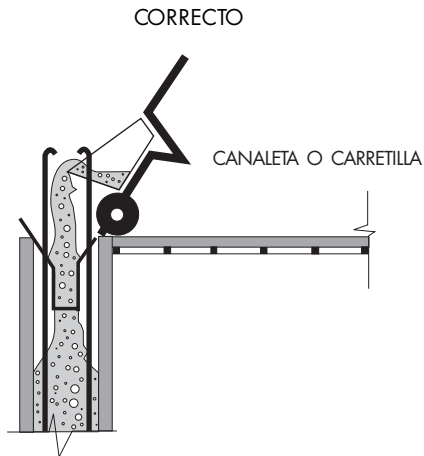


FIG. 25:
Se debe permitir una caída vertical sin restricciones. Para esto, el hormigón se descarga a través de embudos (tolvas) y mangas. Se evita la segregación y tanto el moldeaje como el acero se conservan limpios hasta quedar cubiertos por el hormigón.
El hormigón debe ser vaciado además en capas delgadas, no mayores a 30 cm, para reducir el aire atrapado y facilitar la compactación, de modo de evitar nidos de piedras.

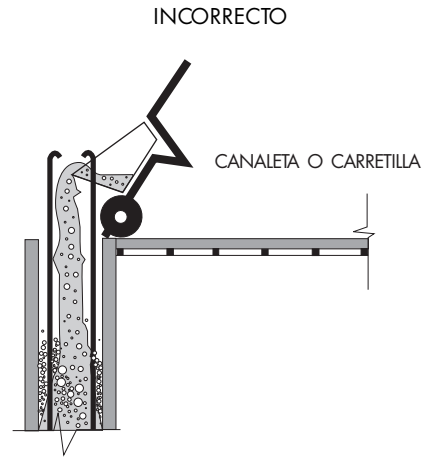


FIG. 26:
El hormigón golpea las paredes del moldeaje y el refuerzo, produciendo variaciones de colores del hormigón y textura superficial pobre. Lo más grave es que se produce segregación, con la formación de nidos de piedras en el fondo.

VACIADO SOBRE UNA SUPERFICIE INCLINADA

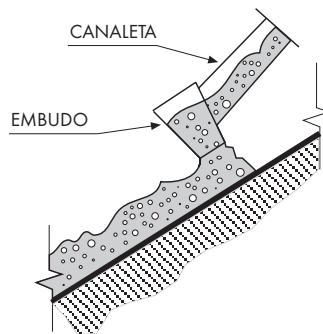


FIG. 27:
Un método apropiado es colocar un embudo en el extremo de la canaleta (caída vertical sobre el elemento). Se evita la segregación y se logra que el hormigón permanezca en la pendiente.

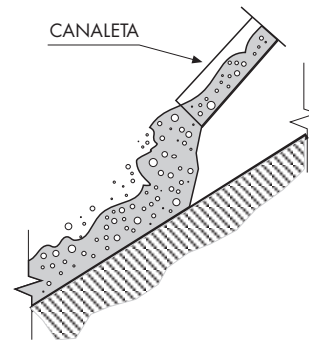


FIG. 28:
Descarga directa por el extremo libre de la canaleta. Hay segregación y la grava se deposita en la base de la pendiente. A causa de la velocidad, el hormigón trata de rodar pendiente abajo.

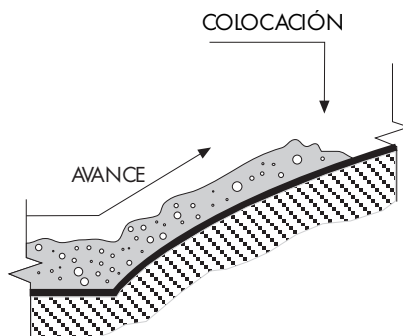


FIG. 29:
Tanto la colocación como la compactación deben iniciarse siempre en las zonas de menor cota, para evitar segregación y poder compactar sin que deslice.



COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN EN MASA

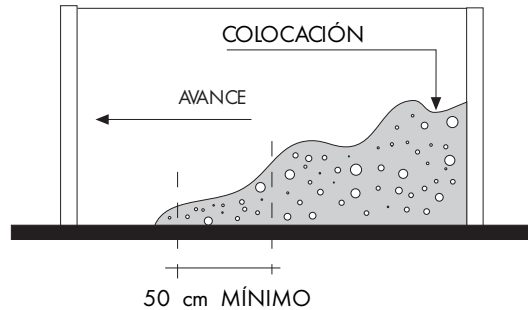


FIG. 30

En elementos de gran volumen y superficie, para evitar juntas frías (juntas de hormigonado), se puede recurrir al hormigonado en peldaños, avanzando en varias capas simultáneamente (capas de 30 - 50 cm).

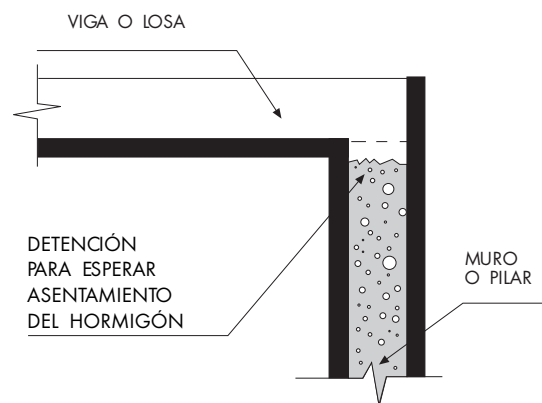


FIG. 31:

Si va a llenar elementos verticales (muros, pilares) y horizontales (vigas, losas) en forma simultánea, la capa de contacto entre ambos elementos debe tener el mínimo asentamiento posible. Además, antes de hormigonar los últimos se debe esperar el tiempo necesario (dependiendo de la temperatura y características de la mezcla) para que el hormigón del elemento vertical se asiente. Esta situación se logra cuando termina el proceso de exudación. En todo caso, el hormigón deberá poder compactarse, lo cual se verifica cuando el vibrador puede penetrar la capa de contacto por su propio peso.

NOTA:

- Se debe planificar la operación de hormigonado de modo que no se produzcan interrupciones excesivas en la faena, o acumulación de hormigón. Los equipos de compactación y la mano de obra se deben dimensionar de acuerdo al volumen de hormigón y velocidad de hormigonado
- Si la faena de hormigonado es nocturna, asegúrese que los sistemas de iluminación no sólo eviten un trabajo riesgoso, sino que también permitan ver todo el sitio de colocación.