



3.4. Transporte

Incluye las operaciones necesarias para llevar el hormigón desde la mezcla del agua con el cemento hasta la descarga en el punto de colocación.

Temas tratados	3.4.1. Selección del medio de transporte 3.4.2. Tiempo máximo de transporte 3.4.3. Tipos de equipos 3.4.4. Recomendaciones
-----------------------	---

3.4.1. SELECCIÓN DEL MEDIO DE TRANSPORTE

Los medios de transporte deben asegurar la calidad del hormigón, conservando la uniformidad, docilidad, razón A/C y otros, requeridas de éste.

Para su selección debe considerarse principalmente:

- Protección de las condiciones climáticas
- Distancia al punto de colocación
- Capacidad de entrega
- Accesibilidad al punto de colocación
- Características de la mezcla (docilidad o trabajabilidad y tamaño máximo).

3.4.2. TIEMPO MÁXIMO DE TRANSPORTE

Estos tiempos pueden aumentarse si se usan aditivos especiales.

LUGAR	TIEMPO
En obra	1/2 hora
Hormigón premezclado	1 hora

3.4.3. TIPOS DE EQUIPOS

FACTORES A CONSIDERAR

- A** Carretillas
- B** Capachos
- C** Cintas Transportadoras
- D** Bombas
- E** Canoas y canaletas
- F** Mangas
- G** Camión mixer
- H** Camión tolva

A Carretillas

OBSERVACIONES:

- Distancias no superiores a 7 m
- Terrenos con pendiente inferior a 15%
- Uso en general en obras menores y de poca altura
- Si la superficie es irregular, se les debe hacer circular sobre tablonés.

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO
50 - 90 L	0,5 m ³ /h

B Capachos

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
0,2 - 6 m ³	5 - 50 m ³ /h (dependiendo de la capacidad del capacho, de la grúa y de la distancia).	Con un diseño adecuado del embudo inferior y de la boca de descarga, se puede transportar hormigón de cualquier fluidez, no obstante que sea difícil la descarga para asentamiento < 3 cm.

OBSERVACIONES:

- Se emplean generalmente accionados por grúas
- Útil en sitios elevados y de difícil acceso
- La boca de descarga debe tener una abertura mínima de 5 veces el tamaño máximo del árido
- Las pendientes laterales no deben ser inferiores a 60° (medidas desde la horizontal)
- Alturas máximas de vaciado:
 - 1 m sobre superficie dura
 - 2 m sobre hormigón fresco
- Causa de segregación:
 - Descarga muy cerca de la capa y
 - Descarga mientras está en movimiento el capacho.
- Su disposición de descarga permitirá vaciado vertical, en caso contrario debe incluir un embudo troncocónico (MANGA) de longitud mínima 60 cm.

C Cintas transportadoras

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
—	30 - 70 m ³ /h	Entre 5 - 10 cm

OBSERVACIONES:

- La pendiente depende de la fluidez, siendo la máxima 20%
- Deben tener un embudo troncocónico de longitud mínima 60 cm en todos los puntos de traspaso o descarga del hormigón
- Apropriadadas para distancias cortas
- Deben tener un raspador en su extremo de vaciado (para evitar segregación) ya que el hormigón tiende a retornar.



D Bombas

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
—	Con presiones de 1,7 a 2,1 MPa se pueden obtener rendimientos entre 11- 23 m ³ /h. En unidades grandes con presiones sobre 7 MPa, los rendimientos son superiores.	Alta fluidez entre 8 y 12 cm

OBSERVACIONES:

- Granulometría del hormigón debe incluir un mínimo contenido de finos menores a 0,25 mm. Para tamaño máximo 40 mm de 410 kg/m³ y para tamaño máximo 20 mm de 480 kg/m³ (incluido el cemento), lo que puede variar dependiendo de otras características del hormigón (forma y textura de áridos, criterio de diseño, otros)
- Adecuadas para zonas estrechas
- Permiten transportes que dependen de su capacidad, pero normalmente:
 - Horizontal hasta 300 m
 - Vertical hasta 90 m.
- Es recomendable limitar el tamaño máximo de los áridos a:
 - 1/3 del diámetro interior de la tubería para áridos chancados
 - 40% del diámetro interior de la tubería para áridos rodados.

NOTA: Para obtener más antecedentes se puede comunicar con Hormigones Pétreos S.A.

E Canoas y canaletas

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
—	5 - 10 m ³ /h	6 - 10 cm

OBSERVACIONES:

- Longitud preferentemente no mayor a 7 m (Ref. NCh170)
- Deben terminar en un buzón de longitud mínima de 60 cm, tal que provoque caída vertical del hormigón en su lugar de colocación (para evitar segregaciones)
- Pendientes máximas:
 - Para asentamiento entre 3 - 8 cm : 1V/2H
 - Para asentamiento entre 8 -12 cm : 1V/3H(Se pueden aumentar las pendientes y longitudes si se colocan elementos que aseguren flujo continuo y velocidad uniforme)
- Son adecuadas como elemento complementario para la distribución del hormigón en la zona adyacente al punto de colocación.

F Mangas

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
_____	_____	Superior a 7 cm

OBSERVACIONES:

- Útil para transferir hormigones verticalmente, y para sitios estrechos y de gran altura como muros y pilares
- El escurrimiento debe ser a boca llena
- Trazado del tubo debe ser preferentemente vertical y continuo, sin cambios de dirección
- Diámetro del tubo debe ser aproximadamente:
 - 8 veces el tamaño máximo del árido en los 2 m superiores
 - 6 veces el tamaño máximo en la parte inferior.
- Materiales: plástico, caucho o PVC (hay que tener cuidado que éstos no se plieguen o enrosquen, especialmente los de plástico flexible).

G Camión mixer

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
3 - 10 m ³ (8 m ³ más frecuente)	20 - 25 m ³ /h en el vaciado	Superior a 3 cm (para facilitar el vaciado)

OBSERVACIONES:

- Útil para obras con volúmenes significativos (muy usados en plantas de hormigón premezclado)
- A veces se combina con otro medio de transporte para facilitar el vaciado en el punto de colocación.

NOTA: Para obtener más antecedentes se puede comunicar con Hormigones Pétreos S.A.

H Camión tolva

CAPACIDAD	RENDIMIENTO APROXIMADO	ASENTAMIENTO RECOMENDADO
3 a 7 m ³	_____	Igual o inferior a 4 cm (para evitar segregación y compactación)

OBSERVACIONES:

- Uso de velocidades no superiores a 20 km/h (excepto se verifique su uniformidad según NCh1789)
- Requiere de elementos adicionales para el traslado del hormigón al punto de colocación
- Debe tener protecciones contra las inclemencias del tiempo (viento, sol, lluvia)
- Debe considerarse un nivel de aire incorporado del orden de 2 a 3% para áridos de 40 mm de tamaño máximo.



3.4.4. RECOMENDACIONES

Debe tener presente que:

- La dirección de caída del hormigón debe ser vertical para evitar segregaciones
- Debe evitarse o disminuirse el traspaso de un medio a otro, o la carga y descarga repetidas, ya que esto conduce a segregación
- El tiempo de transporte debe ser el mínimo compatible con el uso
- El hormigón transportado debe protegerse del secado en tiempo caluroso, y del viento, lluvia o heladas en tiempo frío
- Los equipos de transporte deben ser limpios, no absorbentes y químicamente inertes con los componentes del hormigón. Además, no deben permitir escapes de lechada y/o pérdidas de otros ingredientes
- Los elementos de transporte deben ser sometidos a una limpieza después de su uso diario.

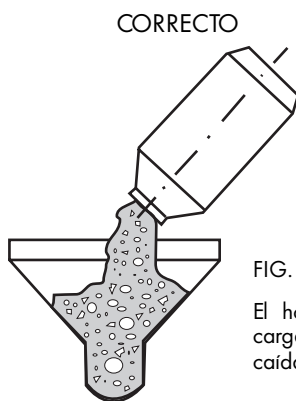


FIG. 3:
El hormigón debe descargarse en el centro, en caída vertical.

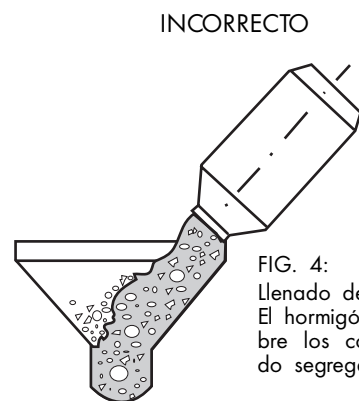


FIG. 4:
Llenado de tolva o capacho. El hormigón se deja caer sobre los costados, produciendo segregaciones.

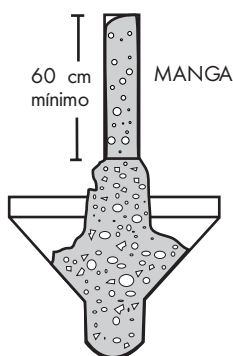


FIG. 5:
Método más satisfactorio para asegurar caída vertical (pasando el hormigón a través de una manga de longitud mínima de 60 cm). En general el uso de mangas disminuye fuertemente la segregación.

DESCARGA DE TOLVAS EN CARRETILLAS

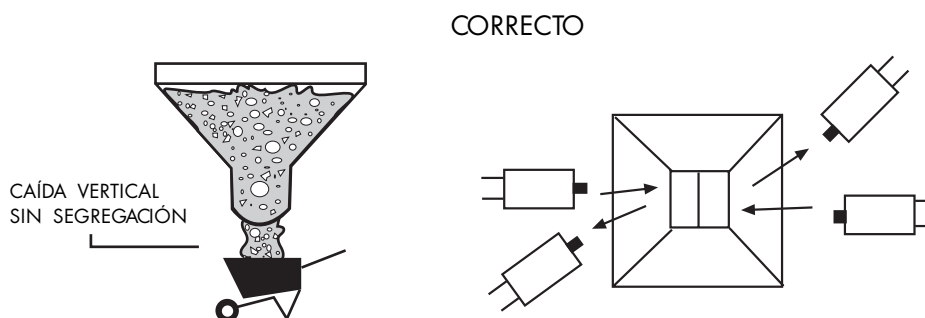


FIG. 6:
Descarga por una abertura central. El hormigón cae verticalmente en el centro de la carretilla. (Con un acceso alternado desde lados opuestos, se permite operaciones de carguío más rápidas).

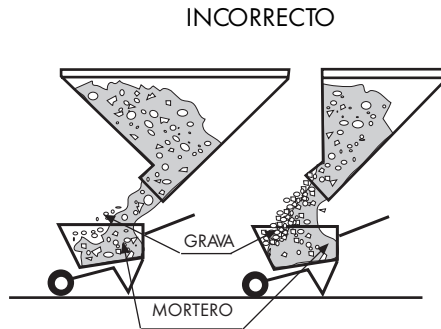


FIG. 7: Compuertas inclinadas de la tolva, que constituyen en realidad canaletas, sin control en el extremo, causan segregación al llenar las carretillas.

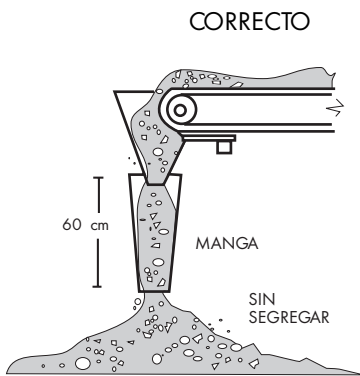


FIG. 8: Control de la segregación en el extremo de una cinta transportadora, cuando el hormigón es descargado en tolvas, capachos, camiones o moldajes.

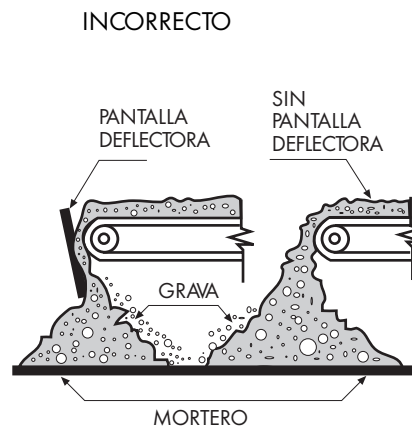


FIG. 9: Control inadecuado en el extremo. En general una pantalla deflectora sólo cambia la dirección de la segregación.

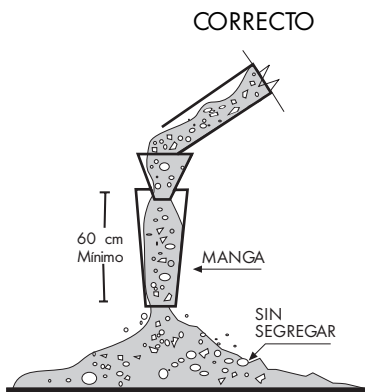


FIG. 10: Control de la segregación en el extremo de canaletas. Esta disposición impide la segregación, cuando el hormigón se deposita en tolvas, capachos, camiones y moldajes, independientemente que la canaleta sea corta.

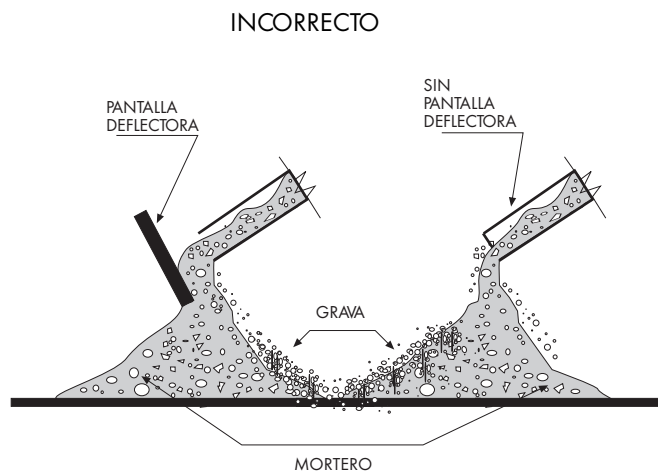


FIG. 11: Control inadecuado en el extremo de cualquier canaletas (no importa que ésta sea corta).

FIG. 10 y 11: Se aplican a descargas en pendientes desde hormigoneras y otras. También a canaletas más largas. No se aplican cuando el hormigón se deposita en otra canaletas o en una cinta transportadora.



CORRECTO

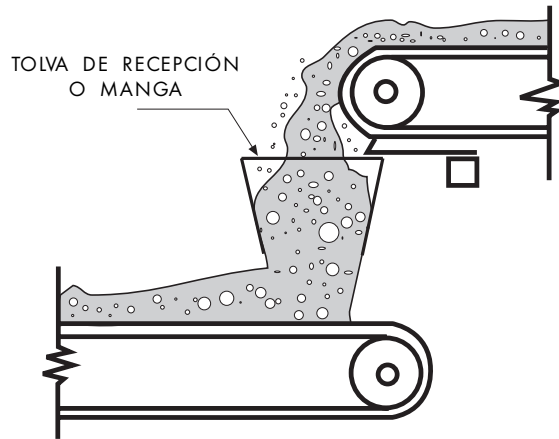


FIG. 12:
Control en el punto de transferencia de dos cintas transportadoras.

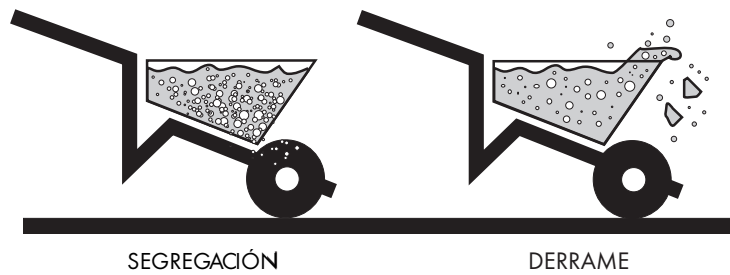


FIG. 13:
No se debe permitir ningún tipo de segregación y/o pérdidas de material.