

# Hormigon El Concreto en la Práctica

## ¿Qué, Por qué y cómo?



## CIP 17 - Relleno fluido

### ¿QUÉ es el relleno fluido?

El relleno fluido es una material auto-compactante de baja resistencia con una consistencia fluida, que es utilizado como un material de relleno económico, como alternativa al relleno granular compactado. El relleno fluido ni es concreto (*hormigón*) ni es utilizado para reemplazar el concreto. La terminología empleada por el Comité 229 del ACI es *Material de Baja Resistencia Controlada* (MBRC). Otros términos utilizados para este material son: Relleno sin retracción, Relleno de densidad controlada, mortero fluido o mezcla pobre de relleno.

En términos de su fluidez, el asentamiento (*revenimiento*), tal como se mide para el concreto, es generalmente superior a las 8 pulgadas (200 mm). Es un material auto-compactante y puede ser colocado con un esfuerzo mínimo, además no requiere de vibración o golpes. Endurece como un material fuerte con un asentamiento mínimo.

Mientras la definición más amplia incluye los materiales con resistencia a compresión menor que 1200 libras por pulgada cuadrada (8.3 MPa), la mayoría de las aplicaciones emplean mezclas con resistencias inferiores a las 300 libras por pulgada cuadrada (2.1 MPa). La resistencia a mayor edad de un MBRC removible debe estar en el rango de 30 a 200 libras por pulgada cuadrada (0.2 a 1.4 MPa) medida por la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas. Es importante que la expectativa de una futura excavación del relleno fluido sea previamente establecida cuando se especifica o se ordena el material.

### ¿POR QUÉ se utiliza el relleno fluido?

El relleno fluido es una alternativa económica al relleno granular compactado, considerando los ahorros en fuerza de trabajo, equipos y tiempo. Partiendo de que no necesita compactación manual, el ancho de la trinchera (*zanja*) o el tamaño de la excavación es significativamente menor. La colocación del relleno fluido no requiere de personas dentro de la excavación, lo que representa un significativo grado de seguridad. El MBRC es además una solución excelente para el relleno de áreas inaccesibles, tales como tanques subterráneos o soterrados, donde el relleno compactado no puede ser colocado.

#### Los usos del relleno Fluido incluyen:

1. RELLENOS SIMPLES. Zanjas o trincheras para alcantarillas, trincheras para instalaciones, estribos de puentes, recubrimiento de conductos, muros de contención y cortes de carreteras.
2. RELLENO ESTRUCTURAL. Sub-base de cimientos, bases para losas de piso, bases para pavimentos, cimientos de conductos y excavación de pilones.
3. OTROS USOS. Minas abandonadas, tanques de almacenamiento subterráneos, pozos, pozos de ventilación y alcantarillas de túneles abandonados. cimientos y estructuras subterráneas, o vacíos debajo de pavimentos, control de la erosión y aislamiento térmico con relleno fluido con elevado contenido de aire.



### ¿CÓMO se ordena el relleno fluido?

Solicitarlo para el uso deseado e indicar si se requerirá removerlo en el futuro. Los productores de concreto premezclado generalmente han desarrollado proporciones de mezclas para los productos de relleno fluido que hacen el mejor uso de agregados económicos, cenizas volantes y otros materiales. Frecuentemente los materiales excavados en el terreno (*sitio*) y los materiales que no cumplen las normas para ser empleados en el concreto, pueden ser incorporados en las mezclas de rellenos fluidos.

**Resistencia.** Para una posterior remoción la resistencia última del relleno fluido debe permanecer por debajo de las 200 libras por pulgada cuadrada (1.4 MPa) para permitir la excavación con equipos mecánicos, como las retroexcavadoras. Para la excavación manual la resistencia última debe ser menor que 50 libras por pulgada cuadrada (0.3 MPa). Las mezclas que contienen grandes cantidades de agregado grueso son más difíciles de excavar. Las mezclas con aire incorporado por encima de un 20% en volumen son utilizadas para mantener la resistencia baja.

Los rellenos estructurales de más alta resistencia pueden ser di-

señados para una resistencia específica requerida. La resistencia a compresión de 50 a 100 libras por pulgada cuadrada (0.3 a 0.7 MPa) dan una capacidad portante permisible similar a un suelo bien compactado.

**El fraguado y la resistencia temprana** pueden ser importantes en los lugares donde hay tráfico de equipos, o cargas de construcción, o donde serán planificadas construcciones en períodos subsecuentes. Evalúe las características del fraguado mediante la eliminación de agua y finos acumulados en la superficie y observe cuánta fuerza es necesaria para causar una huella en el material. Las normas ASTM C403 o la ASTM D6024 se pueden utilizar para estimar la capacidad portante de cargas del relleno fluido. Valores de penetración según la C403 entre 500 y 1500 libras por pulgada cuadrada son adecuados para un relleno fluido portante.

**La densidad en el lugar** usualmente está entre 115 a 145 libras por pie cúbico (7,2 a 9 kg/m<sup>3</sup>) para mezclas sin aire incorporado o mezclas convencionales con aire incorporado. Estas densidades son típicamente mayores que la mayoría de los rellenos compactados. Si se necesitan rellenos ligeros para reducir el peso o garantizar un mayor aislamiento térmico, pueden utilizarse mezclas con más de un 20% de aire incorporado, espumas preformadas o agregados ligeros.

**La fluidez** del relleno fluido es muy importante, pues la mezcla deberá fluir en el lugar y consolidarse debido a su propia consistencia, sin acción de la vibración o agitación. La consistencia puede variarse para adecuarse a los requerimientos de la colocación de la mayoría de las aplicaciones. La presión hidrostática y la flotación de las tuberías debe ser considerada para asegurar el anclaje apropiado de las mismas.

**El asentamiento** de algunas mezclas de rellenos fluidos con elevado contenido de agua está en el orden de 1/4 pulgadas por pie (20 mm por metro) de profundidad cuando el material sólido se asienta. Las mezclas con elevado contenido de aire emplean menos agua y no tienen ningún asentamiento o es muy pequeño.

**La Permeabilidad** de las mezclas de relleno fluido puede variar significativamente para ajustarse a su uso. La permeabilidad del re-

lleno puede ser similar o menor que la de un suelo compactado.

**Durabilidad.** Los rellenos fluidos no están diseñados para resistir la congelación y el deshielo, las acciones abrasivas o la mayoría de las erosivas, o simplemente el ataque de sustancias químicas. Si se requieren estas propiedades, utilice un concreto de alta calidad. Los materiales de relleno están usualmente enterrados en el suelo o confinados de alguna otra forma. Si el relleno fluido se deteriora en el lugar continuará actuando como un relleno granular.

## ¿CÓMO se entrega y coloca el relleno fluido?

El relleno fluido es entregado por los camiones mezcladores y se vierte fácilmente por los canalones (*canaletas*) en una condición fluida, directamente dentro de la cavidad a ser rellenada. La olla o tolva del camión deberá permanecer en agitación para evitar la segregación. El relleno fluido puede ser transportado por equipo de bombeo, canaleta o carretillas hasta su ubicación final. Para un eficiente bombeo, se necesitan algunos materiales granulares en la mezcla. Debido a su consistencia fluida puede fluir a largas distancias desde el punto de vaciado.

El relleno fluido no necesita ser curado como el concreto, pero debe ser protegido de la congelación hasta que haya endurecido.

### Referencias

1. *Controlled Low Strength Materials*, ACI 229R, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
2. *Recommended Guide Specification for CLSM (Flowable Fill)* NRMCA Publication 2PFFGS, National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, MD
3. *ASTM Book of Standards, Volumes 04.09 and 04.02*, American Society for testing and Materials, West Conshohocken, PA.
4. *Controlled Low Strength Materials*, ACI SP-150, ed. W.S. Adaska. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
5. *The Design and Application of Controlled Low-Strength Materials (Flowable Fill)*, ASTM STP 1331, ed. A.K. Howard and J.L. Hitch, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
6. *Controlled Low-Strength Materials*, W.S. Adaska, *Concrete International*, April 1997, pp. 41-43, American Concrete Institute. Farmington Hills, MI.

### ENSAYO DE LAS MEZCLAS DE RELLENO FLUIDO

No son necesarios los ensayos de aseguramiento de la calidad para las mezclas estandarizadas pre-ensayadas de relleno fluido. Es adecuado el chequeo visual de la consistencia de la mezcla y su desempeño. Los métodos de ensayo y el criterio de aceptación utilizados para el concreto no son generalmente aplicables. Los ensayos pueden ser apropiados con nuevas mezclas o si se emplean materiales no tipificados.

- Obtenga las muestras para el ensayo de las mezclas de relleno fluido de acuerdo con la ASTM D 5971
- Se mide la consistencia fluida de acuerdo con la ASTM D 6103. Un diámetro de dispersión uniforme de 8 pulgadas (20cm) como mínimo, sin segregación, es necesario para garantizar una buena fluidez. Otro método de medición de la fluidez es con un cono de fluidez, según la ASTM C 939. La mezcla ensayada no deberá contener agregado grueso retenido en el tamiz No. 4 (4.75 mm). Un tiempo de fluidez de 10 a 26 segundos es generalmente recomendado.
- El peso Unitario, el rendimiento y el contenido de aire del relleno fluido se miden por la ASTM D 6023.
- La preparación y ensayo de las probetas para la resistencia a compresión se describe en la ASTM D 4832. Utilice moldes cilíndricos plásticos de 3 x 6 pulgadas (75 x 150 mm), llénelos por encima de su borde y entonces golpee ligeramente sus laterales. Se pueden utilizar otras medidas y tipos de moldes siempre que la relación entre la longitud y el diámetro sea de 2 es a 1. Cure las probetas en sus moldes (cubiertos) hasta el momento del ensayo (como mínimo a los 14 días). Desmóldelas cuidadosamente utilizando un cuchillo para cortar el molde plástico. El refrentado (*cabezeo*) con compuestos de azufre puede dañar a estos especímenes de baja resistencia. Se ha utilizado un refrentado con neopreno, pero los morteros con yeso de alta resistencia parecen trabajar mejor.
- Los ensayos de resistencia a la penetración tales como los descritos en la ASTM C 403 se pueden usar para juzgar el desarrollo del fraguado y de las resistencias. Valores de resistencia a la penetración de 500 a 1500 indican un adecuado endurecimiento. Un valor de penetración de 4000, que es aproximadamente de 100 libras por pulgada cuadrada (0.7 MPa) de resistencia a compresión de una probeta cilíndrica, es mayor que la capacidad de carga de la mayoría de los suelos compactados. Otro método de ensayo para evaluar el endurecimiento adecuado después del vaciado es el ensayo de impacto, según la ASTM D 6024. Un diámetro de huella menor de 3 pulgadas (75 mm) se considera adecuado para la mayoría de las aplicaciones de cargas. Se puede desarrollar una relación entre la ganancia de resistencia del relleno fluido y la resistencia a la penetración para mezclas específicas.

### ADVERTENCIAS

1. El relleno fluido mientras está en estado fresco es un material pesado y durante el vaciado ejercerá una elevada presión contra los encofrados, diques, o muros que lo contengan.
2. La colocación del relleno fluido alrededor y por debajo de tanques, tuberías o grandes contenedores, tales como piscinas, puede provocar que estos elementos floten o se levanten.
3. El sitio de colocación del relleno fluido deberá ser cubierto o acordonado por razones de seguridad.



Información Técnica preparada por la National Ready Mixed Concrete Association, 900 Spring St., Silver Spring, MD 20910. [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org). Si existen dudas sobre la terminología utilizada en el presente documento, está disponible un glosario de términos en nuestra página web [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org) para su consulta. © National Ready Mixed Concrete Association. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma, incluyendo el fotocopiado u otro medio electrónico, sin el permiso por escrito de la National Ready Mixed Concrete Association.

Traducción en convenio con la



Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado