



Spinor®

El micro cemento diseñado para la cementación de pozos petroleros, consolidación de suelo y rocas, rehabilitación de estructuras dañadas y soluciones de alto desempeño.

Holcim Francia



Contenido

| | |
|-----------|--|
| 3 | Información |
| 4 | Spinor® de un vistazo |
| 7 | Principales aplicaciones de Spinor® |
| 7 | - Inyección de suelos y rocas |
| 12 | - Rehabilitación de estructuras dañadas |
| 14 | - Aplicaciones asociadas con pozos (Petróleo, gas, agua, captura de CO2) |
| 17 | Recomendaciones |
| 18 | Referencias |



Las «Necesidades Especiales» conllevan «Productos Especiales»

Holcim Francia es una compañía del grupo suizo Holcim Ltd., proveedor mundial líder de productos para la construcción. El Grupo está presente en 5 continentes con 90.000 empleados.

Holcim se posiciona a sí mismo como un generador de innovaciones y soluciones para enfrentar los nuevos retos de desarrollo sostenible, el cual está en el corazón de la estrategia de Holcim. Esta dinámica acarrea la innovación en nuestras técnicas, nuestro proceso y nuestras soluciones que cumplen con los requerimientos de la construcción sostenible.

En vez de proveer sólo cementos y ligantes convencionales, Holcim Francia tomó en consideración los nuevos retos de este mundo siempre cambiante y las nuevas expectativas de sus clientes. Holcim Francia ofrece soluciones a la medida para la construcción de vías e infraestructura, técnicas de cimentación especiales y tecnologías ambientales, con calidad y valor agregado consistentemente competente.

Nuestros Productos Especiales han sido probados en los proyectos más retadores, tales como puentes, túneles, carreteras y aeropuertos, en los cuales nuestras soluciones han contribuido a su éxito.

Producido y comercializado por Holcim Francia, el rango de productos de Spinor® está diseñado para varios campos de inyección (cimentación de pozos petroleros, construcciones subterráneas, reparación de estructuras dañadas, etc.) (Ref. 1)

Holcim, para construir los cimientos del mañana.

Spinor®

De un vistazo

Aplicaciones (Ref. 1)

| | Propósito | Material | Campo de Construcción | Segmento |
|------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|---------------------|
| Inyección | Consolidación y Estanqueidad | Arenas Finas | Trabajos Subterráneos ⁽¹⁾ | Suelo y rocas |
| | | Aluviones | Cimientos | |
| | | Rocas (esquistos, etc.) | Muros de corte | |
| | Rehabilitación | Mamposterías, concreto (microcavidades) | Monumentos históricos | Estructuras dañadas |
| | | | Viaductos, Acueductos | |
| | | | Puentes | |
| | | | Diques, terraplenes | |
| | | | Alcantarillado | |
| | | | Represas | |
| | Placas de energía ⁽²⁾ | | | |
| Consolidación y regeneración | Rocas, lodo (microgrietas) | Pozos (petróleo, gas, agua) | Pozos | |

Soluciones de alto desempeño

Productos listos para usar o listos para mezclar

Concretos, argamasas, lechadas, capas, pinturas⁽³⁾

(1) Incluyendo túneles o trincheras cubiertas, etc.

(2) Incluyendo reactores nucleares.

(3) Spinor® es usado como aditivo por sus propiedades hidráulicas.

Qué es Spinor®?

- Spinor® es un rango de productos de ligantes de escorias de alto horno finos a ultra-finos con una distribución máxima de tamaño de grano de 48 µm a 6 µm. (Ref. 2 & 3)
- Se considera que el paso de 100% (D100-Dmax) designa el grado. Por ejemplo, todos los granos de Spinor® A12 son más finos de 12 µm, y los 12 µm son el grano más grueso.
- Tales finos y ultra finos requieren de agentes dispersores para poder deflocular los granos.
- Un sitio único y dedicado para la producción fue diseñado para los ligantes ultra finos ("UFB") en el área de la planta de LUMBRES (Norte de Francia). En efecto, un proceso ordinario – consistente en separar los finos de la producción de cementos convencionales – impide lograr una calidad óptima y consistente.
- Para la integridad de las construcciones (pozo, estructuras, etc.) ustedes – como proveedores de soluciones y tecnologías – pueden esperar nada menos que **consistencia y confiabilidad**.

Spinor® : 2 características fundamentales

1. Ligante basado en escoria
2. Tamaño optimizado de distribución de grano
 - Una precisión de molido de unos pocos micrones
 - Un alto nivel de precisión en el control de distribución del tamaño del grano.



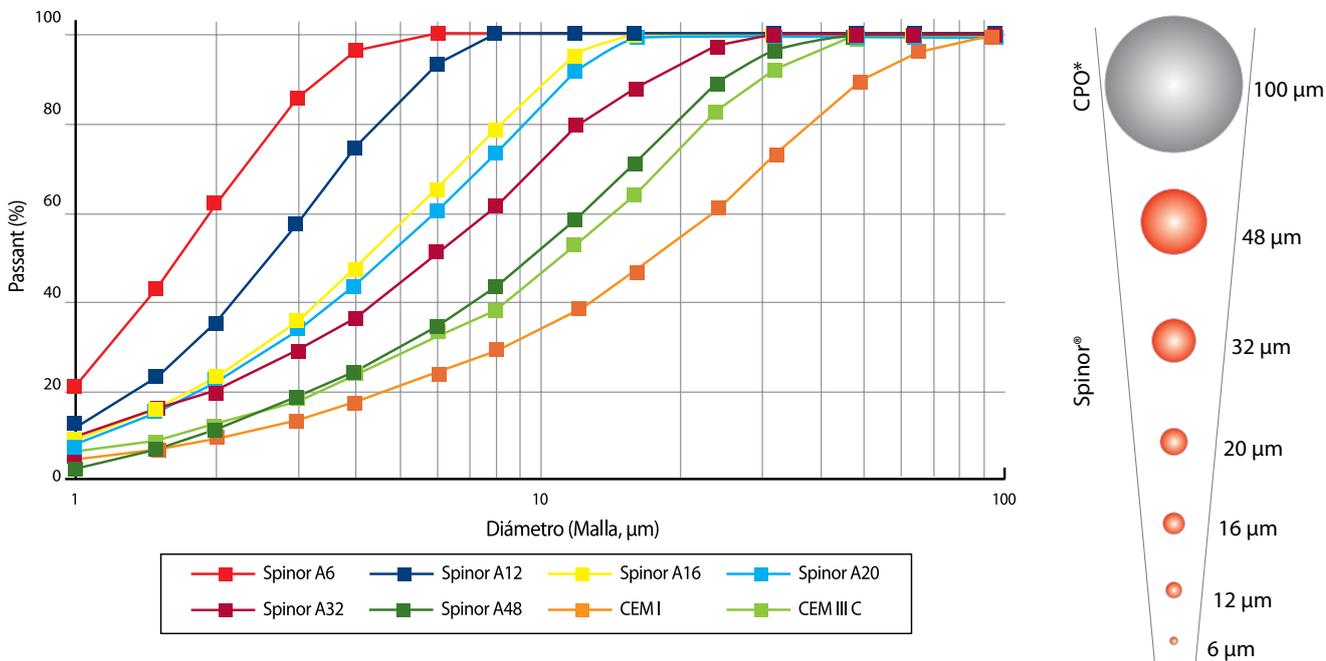
Taller UFB de la planta de Lumbres



Stock de escoria de alto horno seleccionada



Un amplio rango de distribuciones de tamaño de partícula contra los cementos tradicionales (Ref. 2)



*CPO : Ciment Portland Ordinaire

Características físicas y químicas (Réf. 3)

| | Ultra Finos | | | | Finos | |
|------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A6 | A12 | A16 | A20 | A32 | A48 |
| GBFS % | > 80% | > 80% | > 80% | > 80% | > 60% | > 60% |
| CaO | 44% | 44% | 44% | 44% | 50% | 51% |
| SiO₂ | 31% | 31% | 31% | 31% | 29% | 29% |
| Al₂O₃ | 10% | 10% | 10% | 10% | 9% | 9% |

| | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Densidad Absoluta (g/cm³) | 2,94 | 2,94 | 2,94 | 2,94 | 2,97 | 2,93 |
| Densidad a granel | 0,60 | 0,70 | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 1,00 |

| Diámetro / paso (%) | µm (inf. o igual a) |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| D100 | 6 | 12 | 16 | 20 | 32 | 48 |
| D98 | n.c. | 10 | 14 | 16 | 30 | 48 |
| D95 | 4 | 7 | 12 | 14 | 22 | 32 |
| D85 | 3 | 5 | 9 | 11 | 14 | 24 |
| D50 | n.c. | 3 | 4 | 6 | 6 | 10 |

Granulómetro láser Coulter

Beneficios

- Spinor® es un ligante hidráulico. También puede ser usado como aditivo para el diseño de mezclas complejas.
- Excelente durabilidad (de lechadas y estructuras)
- Excelente inyección (habilidad de penetración)
- Alta resistencia a medios agresivos
- Eco amigable (no contaminando el ambiente, permitiendo la durabilidad de la lechada endurecida, etc.)
- Eficiente en costos
- Desempeño reológico (muy baja viscosidad y valor de rendimiento)
- Flexibilidad de uso
- Excelente protección de barras de acero en concreto
- Ausencia de segregación a largo plazo

Información logística



Calidad y Desarrollos

Holcim Francia se compromete con un plan de calidad continuo del micro cemento (controles de calidad) y puede ayudar a desarrollar nuevas soluciones y tecnologías de nuestros clientes a través de pruebas a la medida.

Entre una serie de requerimientos técnicos, nuestro laboratorio de Obourg (Bélgica) controla notablemente:

- **Inyección y penetrabilidad (columna de arena, cubo de flujo de agua, etc.)**
- **Tiempo de asentamiento y resistencias mecánicas**
- **Sangrado, filtración**



| Spinor® | Ubicación Fábrica | Saco ⁽⁵⁾ | | | | Bolsa grande | Bulto |
|-------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------------|---|------------------------|----------------|------------------------|
| | | Peso (kg) | Pallets-Camiones (Toneladas métricas) | Pallets de exportación (Toneladas métricas) | MTO/MTS ⁽²⁾ | ⁽⁶⁾ | MTO/MTS ⁽²⁾ |
| A6 | Lumbres | 20 | 0,80 | 0,80 | MTO | 1,00 | MTO |
| A12 | Lumbres | 25 | 1,25 ⁽³⁾ | 1,00 | MTS | 1,00 | MTS |
| A16 | Lumbres | 25 | n.c. | n.c. | MTO | 1,00 | MTO |
| A20 | Lumbres | 25 | n.c. | n.c. | MTO | 1,00 | MTO |
| A32 | Ebange | 25 | 1,20 | 1,00 | MTS | 1,00 | MTS |
| A48 | Lumbres | 25 | 1,20 | 1,20 | MTO | 1,00 | MTS |
| Bentocem ⁽¹⁾ | Ebange | 25 | 1,20 | 1,00 | MTS | 1,00 | (4) |

(1) 1 o 2 dosis de reactivo Bentonite por saco de Spinor® A32 => 2 a 4 cartones de este aditivo por pallet de Spinor® A32

(2) MTO = Hecho por encargo ; MTS = Existencias

(3) Tamaño del pallet: 1,20 x 1 x 1,15 m (altura)

(4) Contacte a Holcim Francia

(5) Según Pallets:

- **Pallet de exportación (de conformidad con ISPM15)**
- **2 protecciones plásticas**
- **Capa de madera encima (de conformidad con ISPM 15)**
- **Almacenamiento : 3 niveles**

(6) En Pallet (Toneladas métricas); MTO

Para cada proyecto (cantidad, tiempo de entrega, etc.), Holcim Francia evalúa la solución más apropiada (camión, contenedor, etc.) para asegurar la completa satisfacción del cliente.



Principales Aplicaciones de Spinor®

Inyección de suelos y rocas

Los objetivos de un tratamiento de inyección típico son:

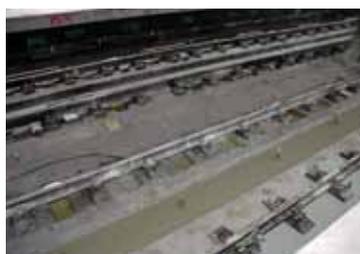
- **Un refuerzo del suelo para**
 - Soportar el peso de la construcción
 - Permitir operaciones de excavación
- **Una impermeabilización del suelo para**
 - Crear una barrera impermeable
 - Crear un área impermeable durante las operaciones de excavación



Presa de Flix (España)

Indicadores de inyección y límites de penetrabilidad (Ref. 4)

| | Gravillas | Arenas | | | Limos | Arcillas |
|--|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Gruesas | Medianas | Finas | | |
| Cemento | [Barra horizontal] | | | | | |
| Cemento/Bentonita | [Barra horizontal] | | | | | |
| Spinor® A32 | [Barra horizontal] | | | | | |
| Spinor® A20 | [Barra horizontal] | | | | | |
| Spinor® A16 | [Barra horizontal] | | | | | |
| Spinor® A12 | [Barra horizontal] | | | | | |
| Spinor® A6 | [Barra horizontal] | | | | | |
| Geles de sílice | [Barra horizontal] | | | | | |
| Resina | [Barra horizontal] | | | | | |
| Permeabilidad del suelo (m/s) | | 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ | 10 ⁻⁶ |
| Distribución del tamaño del grano del suelo (mm) | 4 | 2 | 0,5 | 0,25 | 0,125 | 0,074 |



Metro de Barcelona (España)

Spinor®: los dominios de la inyección

Debido a su amplio rango de distribución del tamaño del grano, y resaltado mediante la adición de agentes dispersantes (por ejemplo, súper plastificante basado en naftaleno), la lechada que contiene Spinor® sobrepasa la consistencia de las suspensiones convencionales cemento Portland / bentonita.

Se toman en consideración 2 parámetros geotécnicos para la prescripción de materiales (Ref. 4)

- **La permeabilidad del agua del suelo**
- **La distribución del tamaño del grano del suelo**

La inyección de lechada Spinor® permite el tratamiento de suelos que adquieren permeabilidad de hasta 10⁻⁵ m/s (lechada Spinor® A6), 10⁻⁴ m/s /lechada Spinor® A12) y 10⁻³ m/s (lechada Spinor® A32). Las medidas de permeabilidad que se han llevado a cabo en laboratorio sobre lechadas endurecidas (de pruebas de columnas de arena) muestran una disminución significativa de permeabilidad (por ejemplo, disminución de 10⁻⁴ a 10⁻⁶ m/s con una lechada Spinor® A12). La inyección de lechadas Spinor® A12 es una alternativa a la inyección de geles de silicato en suelos finos a medianos.

Las lechadas Spinor® (en particular basadas en Spinor® A12) típicamente se refieren a las siguientes construcciones:

- **Proyectos subterráneos (túneles, sistemas de alcantarillado, ...)**
- **Construcción o reparación de estructuras (represas, puentes, viaductos, ...)**
- **Cimientos especiales**

Con relación a los proyectos de construcción subterránea Spinor® A12 es una opción para llenar los vacíos residuales, después de que una primera fase de inyección ha sido hecha con suspensiones de cemento ordinario/bentonita o con un Spinor® más grueso (por ejemplo Spinor® A32). Tal aproximación ayuda a prevenir desde una posible circulación de agua o aún a consolidar los suelos durante la construcción de terraplenes o en los trabajos de excavación.

Las aplicaciones, entonces, son:

- **Consolidación de suelos e impermeabilización**
- **Inyección de rocas fisuradas**
- **Inyección de vacíos inter-anulares microscópicos o milimétricos**
- **Inyección bajo losas**

Los beneficios de Spinor®

- **Resistencia a agentes solubles en agua agresivos (sulfatos, cloruros, ácidos,...)**
- **Excelente durabilidad, una vez inyectado, en comparación con geles**
- **Eco amistoso: no contamina el ambiente (resistencia a lixiviación, ausencia de emanaciones de gas, químicamente estable,...), en comparación con los geles de silicato y ciertas resinas**
- **Ausencia de segregación a largo plazo**
- **Alta permeabilidad posible por su muy baja viscosidad y valor de rendimiento**
- **Creación y mejoramiento de impermeabilidad de la tierra**
- **Alternativa conveniente para el tratamiento de rocas fisuradas**
- **Costos eficientes en comparación con las resinas**

Un beneficio adicional de Spinor®

Corrosión

El acero se hace pasivo en esta lechada de alto contenido alcalino, y, en consecuencia, protegida contra la corrosión.

Las figuras relativas al sangrado se suministran sólo para propósitos de información, y no indican los resultados obtenidos después de la inyección de la lechada.

Spinor® A6 - Ejemplos de diseños de mezclas (Tabla 1)

| W/C | C/W | Composición de 1 m ³ de lechada | | | Densidad absoluta de la lechada |
|-----|------|--|--------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | Spinor® A6 (kg) | Agua (litro) | Super plastificante (kg)* | |
| 1,5 | 0,66 | 541 | 805 | 16 | 1,36 |

* Líquido: densidad del aditivo: 1,2 sulfonato de naftaleno.
La tasa de aditivo ha sido optimizada a 3% por peso de Spinor®A6.

Desempeño de Spinor® A6 – Reología y resistencia (Tabla 2)

Las lechadas (descritas en la Tabla 1) permean los suelos consistentes en arenas de 0,1 a 0,3 mm y logra un coeficiente de permeabilidad de cerca de 10⁻⁴ m/s.

| W/C | C/W | Tiempo de flujo (cono Marsh) (seg.)* | Viscosidad plástica a t ₀ (mPa.s) | Agua libre después de 3 h (%)** | Tiempo de gelificación *** (horas) | Fuerza de compresión mecánica después de 7 días (MPa)*** |
|-----|------|--------------------------------------|--|---------------------------------|------------------------------------|--|
| 1,5 | 0,66 | 31 | 2,5 | 13 | 6 | 12,0 |

* Apertura: 4,75 mm - agua de referencia: 27 segundos
** Medida en tubos de ensayo de 1 L
*** Medida en arena lechada (granulometría: 0,1 - 0,3 mm)
**** De conformidad con AFTES

Spinor® A12 - Ejemplos de diseños de mezclas (Tabla 3)

La gama de uso del Spinor® A12 en términos de A/C va de 1 a 3. Para las siguientes composiciones, el rango del aditivo ha sido mejorado al 3 % en peso del Spinor® A12.

| W/C | C/W | Composición por 1 m ³ de lechada | | | Densidad absoluta de la lechada |
|-----|------|---|--------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | Spinor® A12 (kg) | Agua (litro) | Super plastificante (kg)* | |
| 3 | 0,33 | 300 | 890 | 9 | 1,20 |
| 2 | 0,50 | 430 | 845 | 13 | 1,29 |
| 1,5 | 0,66 | 541 | 805 | 16,5 | 1,37 |
| 1 | 1,00 | 754 | 730 | 22,5 | 1,50 |

* Aditivo líquido de densidad 1,2 – Naftaleno Sulfonato

Más aun, una vez que el medio ha sido eficientemente inyectado, queda cerrado y a prueba de aire. El proceso de carbonación (que exagera el proceso de corrosión y contribuye a disminuir el pH) es muy limitado o nulo.

Recomendaciones y desempeño

La adición de un súper plastificante con propiedades dispersoras se requiere para lograr óptimos desempeños de penetrabilidad; este aditivo en efecto permite la defloculación.

También mejora las propiedades reológicas (viscosidad, valor de rendimiento,...) y la estabilidad de las suspensiones.

Para propiedades especiales de lechada (estabilización, lechadas aceleradas, etc.), pueden suministrarse formulaciones específicas y recomendaciones.



Desempeño de Spinor® A12 – Reología y Resistencia (Tabla 4)

Las lechadas (descritas en la Tabla 3) permean los suelos consistentes en arenas de 0,1 a 0,3 mm y logra un coeficiente de permeabilidad de cerca de 10^{-4} m/s.

| W/C | C/W | Tiempo de flujo (cono marsh) (seg.)* | Viscosidad plástica a t_0 (mPa.s) | Agua libre después de 3 horas (%)** | Tiempo de gelificación*** (horas) | Fuerza de compresión mecánica después de 7 días (MPa)*** |
|-----|------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 3 | 0,33 | 29 | 2,5 | < 25 | 11 | 6,5 |
| 2 | 0,50 | 29 | 2,5 | < 14 | 8 | 8,0 |
| 1,5 | 0,66 | 30 | 2,5 | < 12 | 6 | 10,0 |
| 1 | 1,00 | 31 | 3,0 | < 5 | 5 | 12,0 |

* Apertura: 4,75 mm - Agua de referencia: 27 segundos

** Medida en tubos de ensayo de 1 L

*** Medida en arena lechada (granulometría: 0,1 - 0,3 mm)

**** De conformidad con AFTES

Spinor® A32 - Ejemplos de diseños de mezclas (Tabla 5)

La gama de utilización del Spinor® A32 en términos de A/C va de 0,4 a 1,5. Para las siguientes composiciones, el rango del aditivo ha sido optimizado al 2 % en peso de Spinor® A32) para un contenido A/C superior a 0,66 y al 1 % para A/C inferior o igual a 0,66.

| W/C | C/W | Composition pour 1 m ³ de coulis | | | Densidad absoluta de la lechada | Aplicación recomendada |
|-----|------|---|--------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| | | Spinor® A32 (kg) | Agua (litro) | Super plastificante (kg)* | | |
| 1,5 | 0,66 | 539 | 815 | 5,4 | Inyección en suelos y mampostería | |
| 0,8 | 1,25 | 880 | 691 | 17,4 | | |
| 0,4 | 2,63 | 1 395 | 511 | 27,7 | Inyección entre vacíos inter-anulares | |

* Líquido: aditivo de densidad absoluta: 1,2 tipo sulfonato de naftaleno.

Desempeño de Spinor® A32 – Reología y resistencia (Tabla 6)

Las lechadas (descritas en la Tabla 5 – con un C / W inferior a 3) permean los suelos consistentes en arenas de 0,6 a 1,25 mm y logra un coeficiente de permeabilidad de cerca de 10^{-3} m/s.

| W/C | C/W | Tiempo de flujo (cono Marsh) (seg.)* | Viscosidad plástica a t_0 (mPa.s) | Agua libre después de 3 h (%)** | Tiempo de gelificación*** (horas) | Fuerza de compresión mecánica después de 7 días (MPa)*** |
|-----|------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1,5 | 0,66 | 29 | 1,8 | 22 | 6 | 2,5 |
| 0,8 | 1,25 | 33 | 6,2 | 21 | 5 | 6,0 |
| 0,4 | 2,63 | 48 | 12,0 | 5 | 3 | 9,0 |

* Apertura: 4,75 mm - agua de referencia: 27 segundos

** Medida en tubos de ensayo de 1 L

*** Medida en arena lechada (granulometría: 0,6 – 1,25 mm)

**** De conformidad con AFTES.



Roca del Vallés (España)



Roca del Vallés (España)

Bentocem®

Holcim Francia ha diseñado un nuevo concepto y solución para estabilizar la inyección de lechadas – con fluidez ajustada y fuerza final – para operaciones subterráneas, ingeniería civil y rehabilitación.

Ésta consiste en un set de 2 productos:

- **El ligante Bentocem®:** una bolsa de 25 kg de un ligante especial basado en escoria fina
- **El estabilizante Bentocem®:** una o dos dosis en paquetes solubles en agua que contienen bentonitas sódicas reactivas especialmente tratadas.

- Vacíos inter-anulares
- Acuñado de cascos o tuberías preformadas
- Vacíos bajo losas o marcos
- Perforado de bocaminas
- Diques, muelles, terraplenes
- Concretos o rocas fisuradas
- Construcción de un escudo impermeable
- Construcciones en contacto con agua agresiva

Beneficios

Además de los beneficios principales de Spinor®

- **La consistente calidad de los ingredientes**
- **La garantía de una dosis exacta en el sitio de trabajo y, en consecuencia, del desempeño final**
- **La habilidad de ajustarse a la viscosidad de las lechadas sin dañar los desempeños mecánicos (a una dosis igual de ligante/cemento)**

Aplicaciones

- Consolidación e impermeabilización de suelos con porosidad media
- Rehabilitación de mamposterías
- Inyección en
 - Cimientos y alcantarillados especiales



Desempeño de Bentocem® – Reología y resistencia (Tabla 7)

Los desempeños dependen de la dosis de ligante en los gruts, pero son iguales no importa la dosis de estabilizador. Sin embargo, las características reológicas son acordes a la dosis de ligante así como a la dosis de estabilizador (1 o 2 dosis). Los desempeños presentados a continuación (Tabla 7) son resultados promedio de laboratorio a 20°C y son dados como indicación.

| | | Dosis de ligante, Kg / m ³ de lechada | | | | |
|---|-------------|--|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 400 (C/E 0,46) | 500 (C/E 0,6) | 600 (C/E 0,75) | 700 (C/E 0,92) | 750 (C/E 1,01) |
| Con una dosis de estabilizador Bentocem® por una bolsa de 25 kg de ligante | | | | | | |
| Fluidez en el cono * t₀ (s) | | | 35 ± 2 | 40 ± 2 | 46 ± 2 | 50 ± 2 |
| Sangrado a 2 h (%) | | | ≤ 3 | ≤ 2 | 0 | 0 |
| Sangrado a 24 h (%) | | | ≤ 5 | ≤ 3 | ≤ 1 | 0 |
| Con dos dosis de estabilizador Bentocem® por una bolsa de 25 kg de ligante | | | | | | |
| Fluidez en el cono * t₀ (s) | | 35 ± 2 | 40 ± 2 | 47 ± 2 | | |
| Sangrado a 2 h (%) | | ≤ 3 | ≤ 2 | 0 | | |
| Sangrado a 24 h (%) | | ≤ 5 | ≤ 3 | ≤ 1 | | |
| desempeños típicos con 1 o 2 dosis | | | | | | |
| Fuerzas compresoras (MPa) (4 x 4 x 16) | 7 d | 2 | 3 | 6 | 10 | 12 |
| | 28 d | 4,5 | 5 | 9 | 13 | 15 |
| | 56 d | 5 | 6 | 10 | 15 | 17 |
| Densidad de lechada (teórico) | | 1,28 | 1,34 | 1,41 | 1,48 | 1,51 |
| Tiempo de asentamiento AFTES | | 4 a 6 horas | | | | |
| Duración de uso | | Hasta 45 minutos | | | | |

* Cono Marsh, apertura 4.75 mm



Altas dosis de ligante

En caso de altas dosis de ligante (700, 750 kg/m³) puede ser necesario incrementar la fluidez de la lechada a través de adicionar de 0,6 a 0,8 % (150 a 200 g) del súper plastificante Resiflow N40 por set de Bentocem® dentro del agua de mezclado. En tal caso, las características son las siguientes:

| | Dosis de ligante, kg / m ³ de lechada | |
|---|--|--|
| | 700 a 750 | |
| Fluidez en el cono * t ₀ (s) | 35 ± 2 | |
| Sangrado a 2 h (%) | ≤ 3 | |
| Sangrado a 24 h (%) | ≤ 5 | |

Las resistencias mecánicas permanecen iguales a aquellas de las lechadas sin mezclas añadidas.

Diseños

| | Dosis de ligante, kg / m ³ de lechada | | | | |
|---|--|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | 400 (C/E 0,46) | 500 (C/E 0,6) | 600 (C/E 0,75) | 700 (C/E 0,92) | 750 (C/E 1,01) |
| Cantidad a preparar por 1 m ³ de lechada | | | | | |
| Número de sets | 16 | 20 | 24 | 28 | 30 |
| Agua (Litro) | 850 | 820 | 792 | 756 | 741 |
| Cantidad a preparar por 1 set | | | | | |
| Agua (Litro) | 53,1 | 41 | 33 | 27 | 24,7 |

Ejemplo: para hacer 1 m³ de lechada que contenga 600 kg de ligante por m³ son necesarios 24 sets de Bentocem® y 33 litros de agua por set (1 set = 1 bolsa de 25 kg de ligante + 1 dosis).

Preparación de lechada

Defina el diseño de la mezcla de lechada de conformidad con los marcos de desempeño.

Las lechadas de Bentocem son preparadas con equipos similares a aquellos usados para lechadas que contienen OPC (mezcladora de alta turbulencia o turbo mezcladora a 1500 RPM).

1. Introduzca la cantidad de agua que corresponda al número de sets a ser mezclados.
2. Arroje las dosis de aditivo Bentocem® en la mezcladora y mezcle a velocidad alta hasta que complete la disolución de los paquetes (1 minuto).
3. Introduzca la cantidad adecuada de Ligante Bentocem® (bolsas de 25 kg) y mezcle por un periodo de 3 minutos a velocidad alta.
4. Después inyecte la lechada mientras mantiene la mezcla agitándola ligeramente.

Siga estrictamente esta secuencia de introducción:

Empaques

Ligante Bentocem®: Bolsa de 25 kg, pallet de 48 bolsas (cubiertas – 1,2 toneladas).

Aditivo Bentocem®: dosis de 750 g, caja de 24 dosis.

Unidad de pedido

1 pallet de Bentocem® = 48 bolsas de 25 kg de Ligante Bentocem® + 48 dosis de aditivo Bentocem® (2 cajas).

Para las lechadas que requieren 2 dosis por set las dosis adicionales de Bentocem® deberán ser pedidas separadamente. Se recomienda precisar el número de cajas adicionales (caja de 24 dosis) en el pedido.

Principales aplicaciones de Spinor®

Rehabilitación de estructuras dañadas

Los objetivos de un tratamiento de inyección son:

- Rellenar fisuras y argamasas porosas, para prevenir infiltraciones y daños a los materiales, o
- Reforzar argamasas o concretos débiles para recobrar las resistencias mecánicas normales.



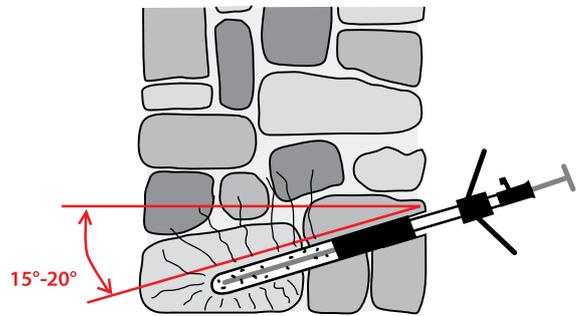
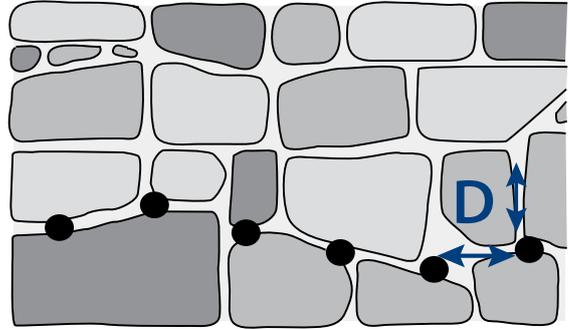
Características y Beneficios

- Spinor® puede rellenar entornos de baja porosidad y las micro fisuras más finas, al contrario de los cementos ordinarios
- El alto contenido de escoria garantiza la resistencia a agentes solubles en agua agresivos (sulfatos, cloruros, ácidos diluidos,...) y mejora la durabilidad de la estructura.
- La alcalinidad del producto garantiza una excelente protección de las barras de acero en concreto. Alto nivel de pH = protección del acero.
- El uso de un micro cemento es más efectivo en costos que el uso de resinas.



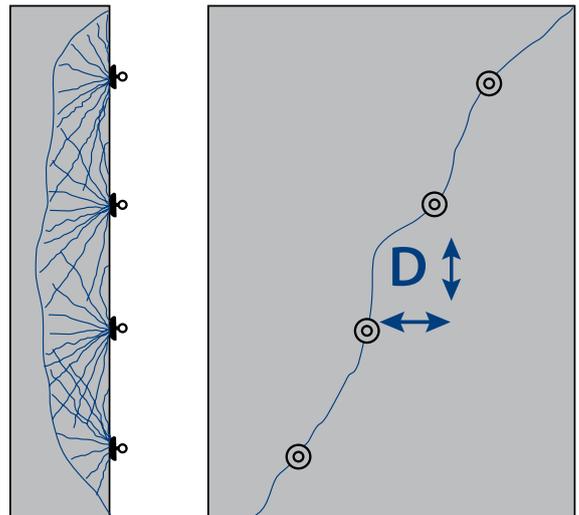
Recomendaciones de inyección

Inyección de mampostería



Profundidad del orificio = $\frac{2}{3}$ del grosor de la pared
 $D = \frac{1}{2}$ del grosor de la pared

Inyección de fisuras de concreto



La inyección se detiene cuando el producto sale del siguiente inyector, o cuando se alcanza el límite de presión. Para mayores requerimientos técnicos, por favor pregúntenos por la ficha técnica.

Cómo escoger el producto correcto: el principal criterio es el ancho de las fisuras

| | Objetivos del tratamiento | Impermeabilización | Refuerzo |
|-----------------|--|--------------------|--------------------|
| Rocas fisuradas | Fisuras - discontinuidad $e = \text{cm a dm}$ | Bentocem® | Bentocem® |
| | Esquistosidad - fisuras $1 \text{ mm} < e < 1 \text{ cm}$ | Bentocem®, Spinor® | Bentocem®, Spinor® |
| | Micro-fisuras $0,1 < e < 1 \text{ mm}$ | Spinor® | Spinor® |



Para cada ancho, un grado adecuado de Spinor®

| Spinor® | Spinor® es una inyección alternativa a... | Cuando el ancho de las fisuras es > a... |
|---------|---|--|
| A6 | Résines | 50 µm |
| A12 | Gels | 100 µm |
| A20 | Gels | 160 µm |
| A32 | Gels | 250 µm |

Ejemplos de implementación: Mont St Michel, ...



Principales aplicaciones de Spinor®

Aplicaciones asociadas a pozos (petróleo, gas, agua, captura de CO₂)



Cementación y micro cementación de pozos de petróleo

Un pozo de petróleo o de gas es un hoyo perforado hasta una estructura de reserva para buscar o producir hidrocarburos. Sin **aislamiento zonal adecuado**, es muy poco probable que los pozos alcancen todo su potencial de producción

El fin último de la cementación es suministrar

- **Integridad del pozo mediante aislamiento zonal**
- **Un sello hidráulico duradero en el pozo que prevenga filtraciones**

Como las compañías productoras buscan reservas en entornos de alto costo y alto riesgo, la cementación del pozo y la integridad sostenida del pozo son **incrementalmente críticas para el éxito** del ciclo de explotación de la reserva.

Los sistemas modernos de cementación requieren materiales y técnicas especiales para permitir una reología óptima de tales lechadas. El micro cemento Spinor® es uno de esos materiales especiales.

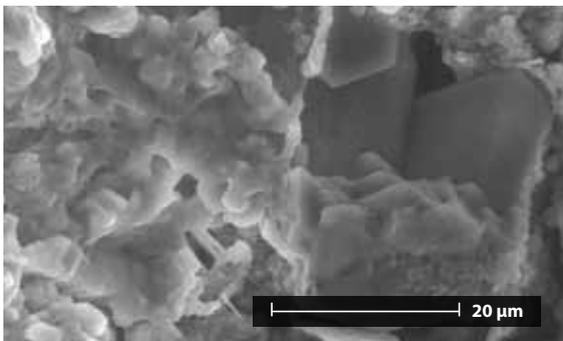
El desempeño efectivo varía sobre un amplio rango de temperaturas desde 26°C hasta 93°C (80°F a 200°F); también puede ser usada a temperaturas inferiores. Contáctenos para temperaturas por fuera de este rango.

Aspectos fundamentales

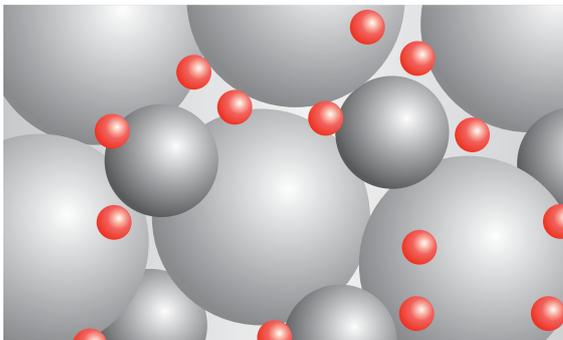
Para garantizar un aislamiento zonal excelente y la integridad del pozo, usted necesita

- **Micro cemento por sus propiedades hidráulicas**
- **Micro relleno para mejorar el empaque del tamaño de las partículas**

Spinor® cumplirá sus expectativas.



CSH y Portlandita como fases hidratadas

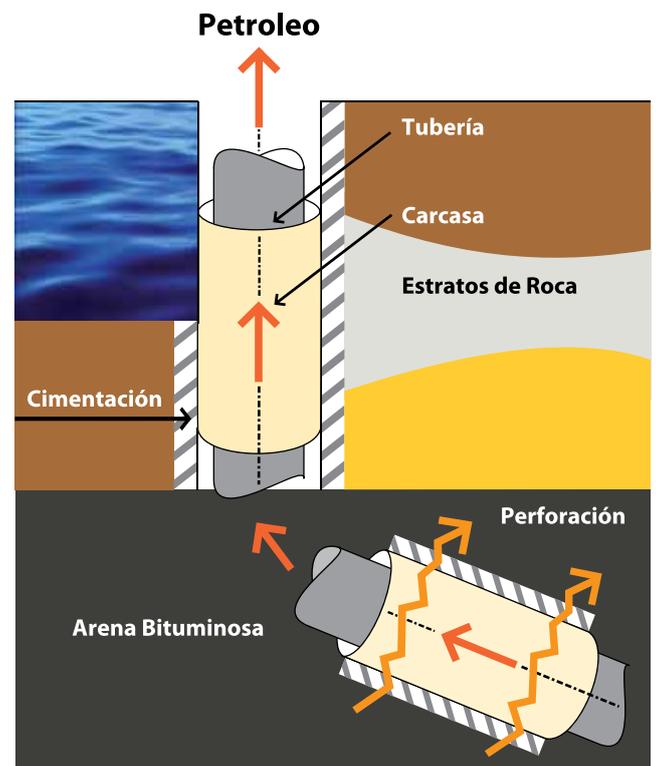


Optimización del sistema de empaquetado

● : Spinor®

Spinor® puede ayudarlo a mejorar los sistemas de cementación del pozo de petróleo.

Las soluciones para el mar y la tierra



Principales objetivos de Spinor®

1. Spinor®, como un aditivo alternativo en los sistemas de empaquetado

Las propiedades de la lechada de cemento dependen de muchas variables tales como la cantidad y propiedades de los sólidos (inclusivo el cemento), los aditivos, la cantidad de agua, la presión y la temperatura, etc.

Hay un método de diseño más sofisticado que considera la distribución del tamaño de las partículas de los sólidos.

La industria de la ingeniería civil usa el concepto de empaquetado de partículas para preparar concretos de alto desempeño (HPC).

Debido a su amplio rango de distribución de tamaño de partículas y a su contenido de escoria, el micro cemento Spinor® cumple con los requerimientos de estos diseños de mezclas producto de la ingeniería y puede incrementar el tiempo de espesado, la fuerza de compresión, la estabilidad de la lechada, la reología y disminuir la tasa de pérdida de fluido y la permeabilidad de la lechada.

Ataques agresivos y entornos severos: el micro cemento Spinor® basado en escoria ayuda a mejorar las propiedades de la lechada y a resistir los ataques de aguas con alto contenido de sulfatos y ácidos carbónicos.

2. Spinor®, un aditivo acelerante

Es bien sabido que la fuerza de compresión temprana está directamente relacionada con el área de superficie de los granos de cemento. Una mayor área de superficie causa una tasa de reacción acelerada debido a la disponibilidad aumentada de sitios de reacción. Esta característica puede ser usada para acelerar la gelificación de la lechada por encima del tiempo de asentamiento del cemento del pozo petrolero (por ejemplo, cemento Clase API).

Los micro cementos Spinor® están compuestos por partículas muy pequeñas y, en consecuencia, el área de superficie es muy grande. Spinor® mejorará la fuerza y tiempo de asentamiento a través de la reacción de hidratación. Más aun, el desempeño de los ultra finos Spinor® (por ejemplo 10.000 cm²/g) cumple con los requerimientos de cementación extrema, tales como las zonas permanentemente congeladas en Alaska, Norte de Canadá y Siberia.

Bajo ciertas condiciones (relacionadas con altas temperaturas), puede haber restricciones para el uso de micro cementos basados en Portland, que causen excesiva reactividad o desempeño reológico y asentamiento imprevisibles (o más difícilmente predecibles).

3. Spinor®: cementación por compresión y propiedades de penetración »

La restauración de la integridad del pozo (cuando ocurren escapes de la carcasa, no se logran las uniones, etc.) implica cementación por compresión. Los cementos convencionales de los pozos petroleros – debido a su finura Blaine (por ejemplo 3200 cm²/g) – no son efectivos para fisuras angostas, grietas, fracturas, micro anillos o canales (Fig. 8). La finura Blaine del micro cemento y sus partículas más grandes permiten las diversas técnicas de cementación por compresión y el terminado de estos rellenos.

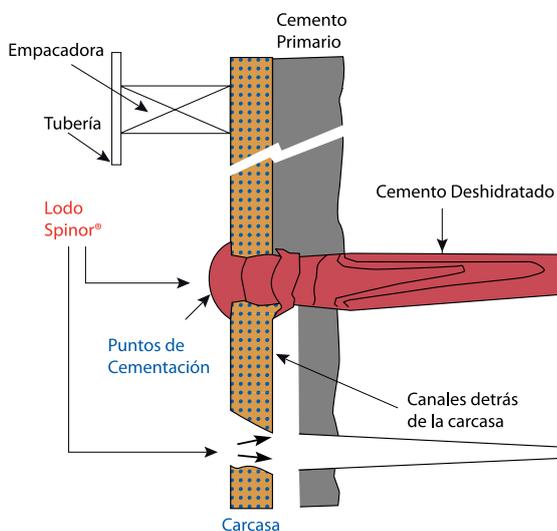
La ventaja de Spinor® es su muy mejorada habilidad para penetrar y **fluir a través de espacios pequeños y medios porosos**.

Spinor® es un micro cemento penetrante con propiedades únicas de desarrollo temprano de fuerza y puede ayudar a resolver muchos de los problemas dentro del pozo, tales como

- Sellado de zonas de pérdidas
- Zonas de agua
- Zonas de gas
- Carcasas con escapes
- Compresión de paquetes de gravilla
- Parte superior de la bóveda
- Pequeños canales

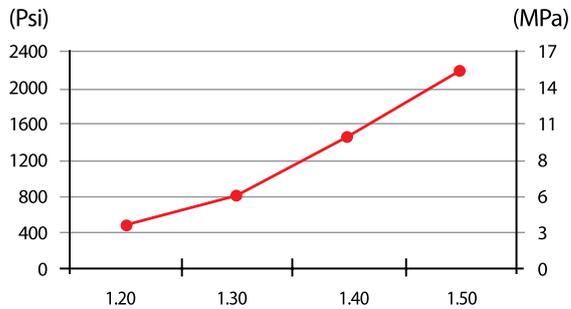


Diagrama de cementación por compresión (Figura 8)



Desempeño de Spinor® A12

Densidad de las lechadas / Fuerza de compresión



Densidad de lodo Spinor® A12

72 horas de fuerza de compresión a 160°F (70°C)

Capacidad de bombeo mejorada

| Densidad | Composición de 1 m³ de lechada* | | Viscosidad plástica ⁽¹⁾ | |
|----------|---------------------------------|------------------------|------------------------------------|--|
| | Lechada de cemento de escoria | Lechada de Spinor® A12 | Lechada de cemento de escoria | Lechada de Spinor® A12 + 4 % de Sulf. ⁽²⁾ |
| 1,55 | 3 | 33 | 7,0 | 6,0 |
| 1,40 | 3 | 6 | 4,0 | 3,0 |
| 1,30 | 1 | 4 | 4,0 | 3,0 |
| 1,20 | 1 | 2 | 3,6 | 2,2 |

* Medido en libras/100 pies²

(1) Fann - (2) Sulfonato de Naftaleno

Glosario - términos y definiciones (cf ISO/DIS 10426-1)

Aditivo:

Material añadido a una lechada de cemento para modificar o resaltar alguna propiedad deseada.

N-B: Las propiedades que son usualmente modificadas incluyen el tiempo de asentamiento (mediante el uso de retardadores o aceleradores), pérdida de fluido, viscosidad, etc.

Clase de cemento:

Designación obtenida bajo el sistema ISO para la clasificación de cemento de pozo según el uso a que está destinado.

Grado de cemento:

Designación obtenida bajo el sistema ISO para denotar la resistencia del sulfato a un cemento en particular.

N-B: El cemento de pozo debe ser especificado usando las siguientes Clases (A, B, C, D, G y H) y Grados (ordinario [O], moderadamente resistente al sulfato [MSR] y altamente resistente al sulfato [HSR]).

Consistómetro:

Dispositivo usado para medir el tiempo de espesamiento de una lechada de cemento bajo temperatura y bajo presión.

Filtrado:

Líquido que es exprimido de una lechada de cemento durante una prueba de pérdida de fluido.

Fluido líquido:

Líquido incoloro o con color que se ha separado de una lechada de cemento durante condiciones estáticas.



Recomendaciones

Recomendaciones

Los aditivos generalmente se añaden al agua antes de la introducción de Spinor®.

Su dosis se expresa en masa (kg)/masa de Spinor® (kg), más comúnmente mencionada como BWOC.

Es necesario mezclar la lechada por un periodo de al menos 5 minutos con energía alta y mantenerla agitándola en bajo durante los trabajos de inyección.

Los suministros en bulto implican el uso de silos limpios y a prueba de agua.

La manipulación de Spinor® requiere el mismo cuidado que el cemento ordinario.



Equipo para inyección (suelos y rocas) y rehabilitación

Todas las lechadas Spinor® requieren el mismo equipo en la obra que las suspensiones de cemento convencionales:

- 1 mezcladora de alta energía (1500 RPM) o turbo mezcladora ❶
- 1 tanque de bajo agitado ❷
- 1 bomba o prensa de lechada ❸



Ejemplo de equipos adecuados para sitios de trabajo pequeños



Instrucciones de seguridad

Spinor®, como ligante, es un producto irritante para los ojos, las vías respiratorias, las membranas mucosas y la piel, debido a la hidratación parcial y al alto pH resultante.

- Evite el contacto con piel y ojos.
- Evite respirar el polvo.
- Para contrarrestar el polvo flotante, use ropa apropiada (guantes, overol, botas,...)

En caso de proyección de lechada a los ojos o la piel, lave con agua potable.



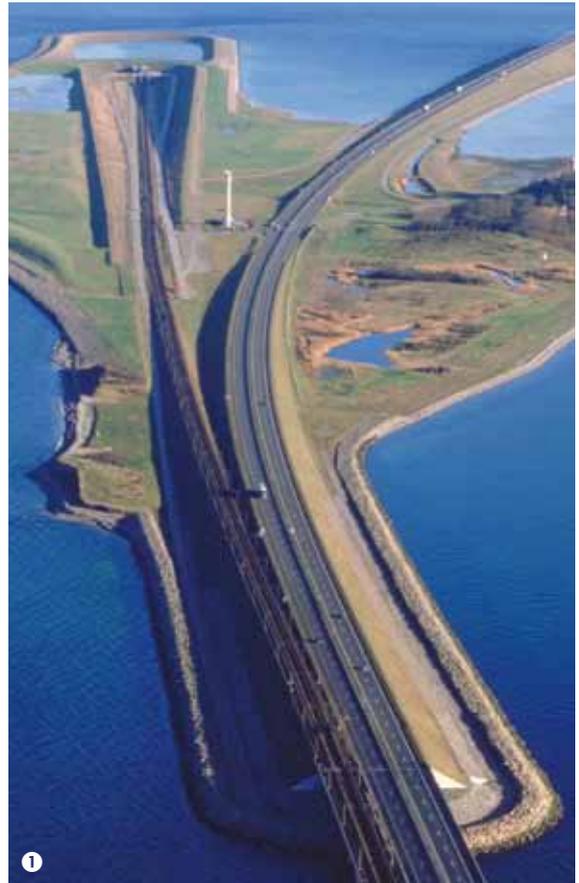
La Ficha de Información de Seguridad está disponible bajo pedido a HOLCIM Francia en: *33 1 49 91 80 09.

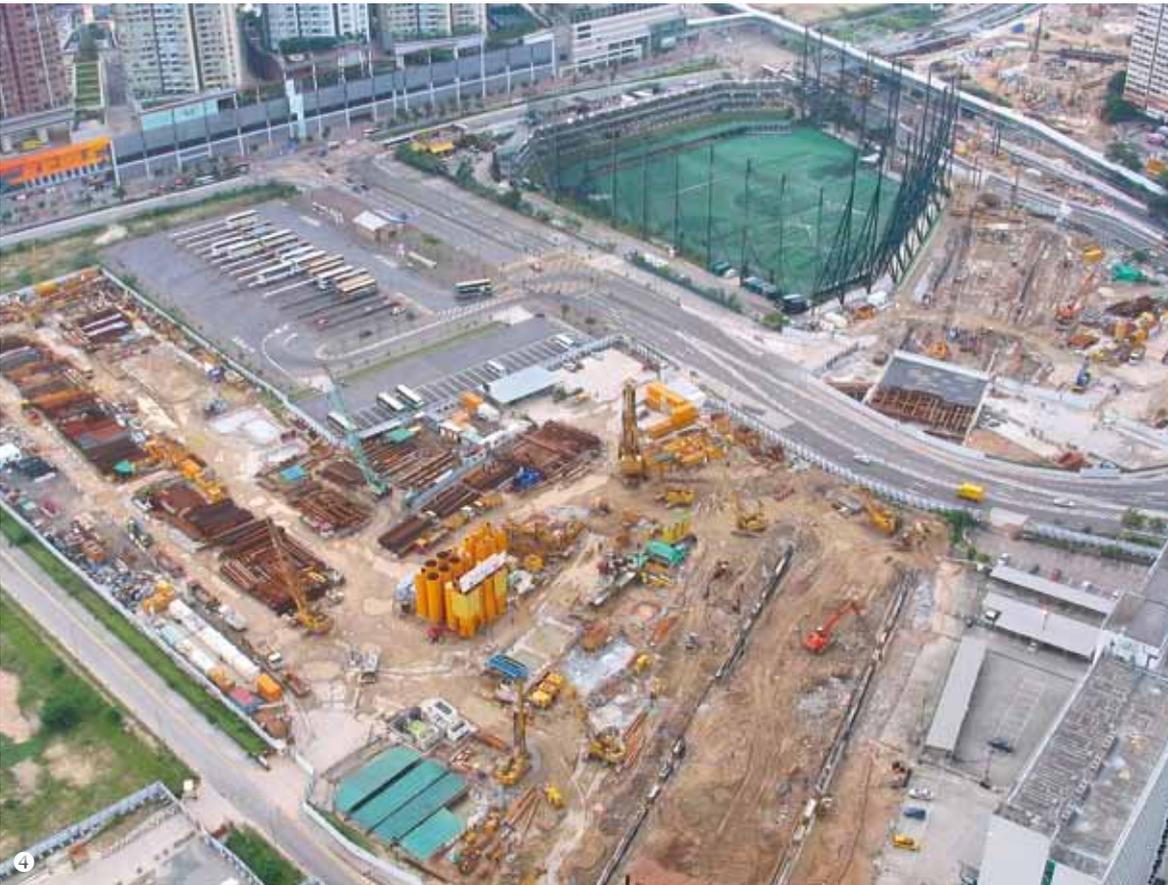
Referencias

- Friedrichstrasse – Berlín (Alemania)
- A86 Ouest – (Francia)
- RER Paris – Túnel Montebello (Francia)
- RER Paris – Túnel Malaquais (Francia)
- RER Paris – Estación Eole (Francia)
- Metro de Barcelona – (España)
- Metro de Londres – Shephers Bush (RU)
- Estación Kow-Loon (Metro de Hong Kong) ④
- Metro de Viena (Austria)
- Túnel de Storebaelt (Dinamarca) ①
- Dique de Puentes (Parque de Maquinaria, España)
- Dique de Esch Sur Sure (Luxemburgo)
- Dique de Agly (Francia)
- Acueducto (Agly, Francia)
- Canal Mile End – Londres (RU) ②
- Trinchera cubierta – TGV, Tren Rápido (Avignon, Francia)
- Monte St Michel – Murallas y cimientos (Francia) ③
- Basílica de St Martin (Halle, Bélgica)
- Castillo de Counts (Gand, Bélgica) ⑤
- Puente Nuevo (París, Francia)

La información contenida en estos documentos es simplemente la expresión de nuestro conocimiento y de los resultados de las pruebas de laboratorio, llevadas a cabo con un cuidado constante de su objetividad.

Esta información no puede ser considerada como una garantía o un compromiso en caso de uso inadecuado o de una aplicación diferente a aquellas descritas en este documento.





Holcim (France) S.A.S.

49, avenue Georges Pompidou
92300 Levallois Perret
France
Teléfono: +33 (0)1 41 06 11 43
Fax: +33 (0)1 41 06 11 46

www.holcim.fr
www.holcim.com

Producto distribuido en exclusividad por Sika en las siguientes filiales:

Sika Colombia S.A.

Vereda Canavita
Km 20.5 Autopista Norte
Tocancipá - Cundinamarca
Colombia
Teléfono: +57 1 878 6333
Fax: +57 1 878 6660

Sika S.A. Chile

Avda. Pdte. Salvador Allende 85
San Joaquín
Santiago de Chile 8941077
Chile
Teléfono: +56 2510 6500
Fax: +56 2552 6520

Sika Mexicana S.A. de C.V.

Carretera Libre a Celaya km 8.5
Fracc. Industrial Balvanera
Apartado Postal 136
Corregidora / Querétaro 76920
Mexico
Teléfono: +52 442 238 5800
Fax: +52 442 225 0537

Sika Perú S.A.

Centro Industrial «Las Praderas de Lurín» S/N
Mz. B Lotes 5 y 6
Lurín (L16), Lima
Perú
Teléfono: +51 1618 6060
Fax: +51 1618 6070

Sika Argentina SAIC

Juan Bautista Alberdi 5250
(B 1678 CSI) Caseros
Buenos Aires.
Argentina
Teléfono: +54 11 4734 3500
Fax: +54 11 4734 3555

Sika Venezuela S.A.

Zona Industrial Municipal Sur-
Avenida Iribarren Borges-Parcela No.8
Apartado Postal 900
Valencia - Carabobo ZP 2003
Venezuela
Teléfono: +58 241 300 1000
Fax: +58 241 838 9085

Sika Ecuatoriana S.A.

Km 3.5 Via Duran Tambo
Postbox 10093
Guayaquil 10093
Ecuador
Teléfono: +593 4281 2700
Fax: +593 4280 1229

Sika Panamá S.A.

Calle 4ta.
Parque Industrial Costa del Este
Panamá 0899-11691
Panamá
Teléfono: +507 271 4727
Fax: +507 271 4726

