



# PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

## Inyección de fisuras con Sikadur<sup>®</sup>-52 Injection LP

AGOSTO 2021 / V1 / SIKA SAU / BORJA JIMENEZ.

## INDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO DEL DOCUMENTO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA</b>	<b>3</b>
2.1	LIMITACIONES	3
<b>3</b>	<b>PRODUCTOS</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>EQUIPO NECESARIO</b>	<b>4</b>
4.1	EQUIPO DE INYECCIÓN	4
<b>5</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>6</b>
5.1	EVALUACIÓN DE RIESGOS	6
5.2	PROTECCIÓN PERSONAL	6
5.3	PRIMEROS AUXILIOS	7
5.4	TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS	7
5.5	LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS	7
<b>6</b>	<b>PREPARACIÓN DEL SOPORTE</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES EN PROFUNDIDAD</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES SUPERFICIALES</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>APLICACIÓN POR GRAVEDAD</b>	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>MEZCLADO</b>	<b>12</b>
<b>11</b>	<b>INYECCIÓN, LÍMITES E INSPECCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>12</b>	<b>NOTAS LEGALES</b>	<b>14</b>

## 1 OBJETO DEL DOCUMENTO

En el presente método de ejecución se presenta la guía para la inyección de fisuras estructurales en elementos de hormigón mediante el empleo del producto Sikadur®-52 Injection LP.

La inyección de un elemento estructural que sólo debe ser realizado por especialistas capacitados y experimentados, siguiendo los pasos que el proyectista haya indicado en el correspondiente proyecto de intervención. Si se necesitan aclaraciones durante el proceso de proyecto u obra, desde Sika podemos ayudarles desde la dirección de correo [atenciontecnica@es.sika.com](mailto:atenciontecnica@es.sika.com).

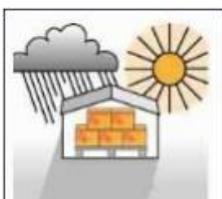
## 2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El presente método de ejecución incluye la guía para la inyección de fisuras estructurales en las condiciones que se indican en la Hoja de Datos de Producto más actualizada del producto Sikadur®-52 Injection LP.

### 2.1 LIMITACIONES

- Los productos sólo se aplicarán de acuerdo con su uso previsto en las Hojas de Datos de Producto y hojas de seguridad.
- Para cualquier otra información específica durante el diseño o la construcción consulte los detalles, croquis, especificaciones y evaluaciones de riesgos del arquitecto, ingeniero o contratista especializado.
- Todos los trabajos deben ser llevados a cabo según las indicaciones de un técnico cualificado (Director de Obra).

## 3 PRODUCTOS



Los materiales deben almacenarse adecuadamente en su embalaje original, sellado y sin daños, en condiciones secas y a temperaturas frescas.

Consulte la información específica contenida en las Hojas de Datos de Producto en relación con las temperaturas mínimas y máximas de almacenamiento de cada producto del sistema. Proteja los productos de la luz solar directa.

Producto	Descripción
Sikadur®-52 Injection LP	Producto líquido de baja viscosidad para inyecciones, a base de resinas epoxi de altas resistencias, de dos componentes, sin disolventes
Sikadur® -31 EF	Adhesivo estructural de dos componentes a base de resinas epoxi y cargas especiales, tixotrópico y tolerante a la humedad.
Sikaflex®-11 FC Purform	Adhesivo multiusos y sellador de juntas elástico
Sika Colma® Limpiador	Líquido limpiador a base de disolventes orgánicos. Se recomienda tomar las medidas preceptivas a la hora de su utilización.

## 4 EQUIPO NECESARIO

Limpie todas las herramientas y equipos de aplicación con Sika Colma® Limpiador inmediatamente después de su uso. El material endurecido sólo puede ser eliminado mecánicamente.

Para información detallada, por favor contacte con el Departamento Técnico de Sika España.

### 4.1 EQUIPO DE INYECCIÓN

<p>Bomba de inyección monocomponente equipada con manguera de alta presión y válvula.</p> <p>Una válvula manual es conveniente y segura. Se recomiendan las bombas de pistón y las bombas de diafragma (sin aire).</p>																
<p>Inyectores, accesorios de inyección con boquillas adecuadas al tipo de inyector</p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Sika® Mechanical Packers, Type MPS</th> </tr> <tr> <th>Length (mm)</th> <th>Ø (mm)</th> <th>Type of fitting</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>70</td> <td>13 / 17</td> <td>Zerk, M6</td> </tr> <tr> <td>115</td> <td>13 / 17</td> <td>Zerk, M6</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Product Name: Sika® Injection Packer MPS Length-Ø e.g. Sika® Injection Packer 115-13</td> </tr> </tbody> </table>	Sika® Mechanical Packers, Type MPS			Length (mm)	Ø (mm)	Type of fitting	70	13 / 17	Zerk, M6	115	13 / 17	Zerk, M6	Product Name: Sika® Injection Packer MPS Length-Ø e.g. Sika® Injection Packer 115-13			
Sika® Mechanical Packers, Type MPS																
Length (mm)	Ø (mm)	Type of fitting														
70	13 / 17	Zerk, M6														
115	13 / 17	Zerk, M6														
Product Name: Sika® Injection Packer MPS Length-Ø e.g. Sika® Injection Packer 115-13																
<p>Inyector superficial Ø= 44mm → Sika® Injection Packer SP 44</p>																
<p>Varilla mezcladora, normalmente metálica</p>																

<p>Broca, normalmente de un diámetro de 1 mm superior al packer a colocar</p> <p>La longitud de la broca necesaria variará según la estructura</p>	
<p>Taladro percutor</p>	
<p>Caja de herramientas acorde a los trabajos</p>	
<p>Taladro atornillador</p>	
<p>Cubos limpios y jarras de medida</p>	
<p>Elementos de limpieza</p>	

## 5 SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS



Será necesario evaluar los riesgos de las actividades a realizar, así como el estado original de la estructura.

Las estructuras y plataformas temporales serán áreas, seguras y estables para trabajar. No se tomarán riesgos innecesarios.

### 5.2 PROTECCIÓN PERSONAL



#### TRABAJE SEGURO!

La manipulación o de los productos de inyección pueden causar irritación química en los ojos, la piel, la nariz y la garganta.

Debe usarse una protección ocular adecuada en todo momento mientras se manipulan y mezclan los productos.

El calzado de seguridad, los guantes y otras protecciones cutáneas apropiadas deben ser empleados en todo momento. El uso de elementos desechables o nuevos / limpios cada vez se recomienda encarecidamente.

Siempre use guantes protectores con base de nitrilo cuando manipule adhesivos epoxi ya que pueden causar irritación de la piel.

Aplique crema protectora en las manos y en cualquier zona de piel desprotegida antes de empezar a trabajar.

Se debe usar una protección ocular adecuada en todo momento mientras se manipulan, mezclan e instalan los productos. Se recomienda llevar siempre consigo un elemento para lavar la cara o los ojos.

Lávese siempre las manos con jabón y agua limpia después de manipular los productos y antes de consumir alimentos, fumar, ir al baño y después de terminar el trabajo.

El área de trabajo debe estar bien ventilada y los operarios deben hacer descansos frecuentes al aire libre para evitar cualquier otro problema de salud.

El polvo de sílice producido por la limpieza mediante chorreado o a mano del hormigón puede ser peligroso. Protéjase a sí mismo y a los demás utilizando herramientas con accesorios de extracción de polvo y reciclaje de abrasivos, respectivamente. Utilice siempre una máscara antipolvo o un respirador cuando prepare la superficie del hormigón el hormigón. No inhale el polvo.

CONSÚLTESE LA HOJA DE SEGURIDAD PARA INFORMACIÓN DETALLADA DEL MATERIAL

### 5.3 PRIMEROS AUXILIOS



Busque atención médica inmediata en caso de inhalación, ingestión o contacto ocular que pudiera causar irritación. No induzca el vómito a menos que lo indique el personal médico.

Enjuague los ojos con abundante agua limpia, levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior. Quítese las lentes de contacto inmediatamente. Continúe enjuagando los ojos durante 10 minutos y luego busque atención médica.

Enjuague la piel contaminada con abundante agua. Quite la ropa contaminada y continúe enjuagando durante 10 minutos. Busque atención médica.

PARA INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA HORA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

### 5.4 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS



No vacíe ningún material sobrante en los sistemas de drenaje o de agua; elimine todos los materiales de desecho y el embalaje de forma responsable a través de instalaciones de eliminación de desechos con licencia, totalmente en de conformidad con la legislación local y los requisitos de las autoridades. Evite el vertido de productos químicos en el suelo o hacia las vías fluviales, los desagües o las alcantarillas.

Cualquier residuo del adhesivo no curado o derrame debe ser eliminado como residuo peligroso. Los restos del limpiador Sika Colma® Limpiador deben ser eliminados de acuerdo con las regulaciones locales. El adhesivo curado puede ser eliminados de forma segura como los residuos de materiales de construcción normales, de acuerdo con las regulaciones locales.

### 5.5 LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS

Limpiar las herramientas y el equipo de aplicación con Sika® Colma Limpiador inmediatamente después de su uso. El producto endurecido/curado sólo puede ser eliminado por medios mecánicos

## 6 PREPARACIÓN DEL SOPORTE

La limpieza de la superficie ayuda al técnico a identificar la ubicación exacta y la abertura de la fisura que debe inyectarse. En ocasiones, la superficie de hormigón está oculta bajo una superficie de depósitos minerales procedentes de una fuga de agua de larga duración. Hay que eliminar los elementos que ocultan la fisura, ya que ésta debe verse con claridad para poder trazar los patrones de perforación de los orificios de inyección.

Las fisuras deben estar libres de partículas sueltas, polvo, aceite, grasa o cualquier otra contaminación, etc.

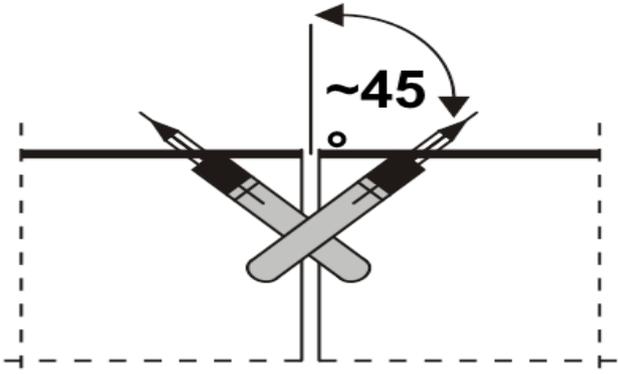
No debe haber agua a presión en la fisura. La fisura puede presentar un aspecto húmedo de agua saturada o seco, pero nunca con agua encharcada. Este método de ejecución no es aplicable en fisuras con presencia de agua.

La abertura de fisura máxima a inyectar es de 5 mm. Por lo general se pueden inyectar fisuras de abertura mínima 0,15 mm, si bien en función de la presión se podría llegar a conseguir inyectar aberturas inferiores.

## 7 INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES EN PROFUNDIDAD

Para inyectar la resina en una fisura que llega al centro de la estructura, se suelen utilizar packers de inyección mecánica. En algunos casos excepcionales, como estructuras muy finas, estructuras con elevada densidad de armado, etc., se utilizan packers de superficie (véase el siguiente apartado). El objetivo de la intervención depende del grado de penetración (anchura/espesor de la fisura). Para la reparación estructural se debe rellenar más del 75% del volumen de la fisura.

La correcta instalación de los inyectores es muy importante para asegurar una inyección continua y resultados duraderos en la reparación de fisuras.

<p>Perforar los orificios del inyector con un ángulo de 45° respecto al hormigón</p>	
<p>La dimensión del orificio de perforación depende del inyector utilizado y del espesor de hormigón. Normalmente es de 7 a 14 mm</p> <p>El diámetro del taladro debe ser 1 mm superior al del inyector</p> <p>La longitud de perforación debe ser superior a la mitad del elemento a inyectar, en un ángulo de 45° aproximadamente</p>	

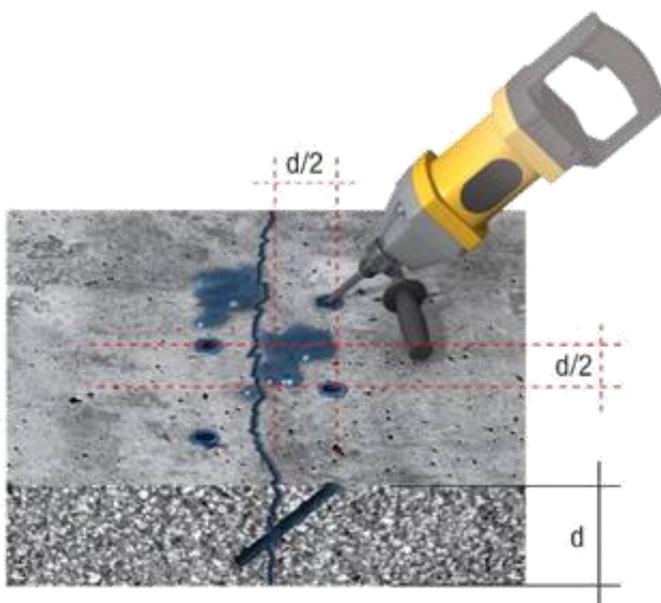
La separación entre inyectores será inferior o igual al espesor del elemento a inyectar (d).

Colocación de los inyectores alternativamente a ambos lados de la fisura.

Después de la perforación, eliminar el polvo, por ejemplo, con aire comprimido sin aceite. De lo contrario, el polvo puede bloquear las ramas finas de la fisura.

El sellado de la fisura se realiza con Sikadur®-31 EF, con lo que se evita el derrame de la resina y asegura la colmatación de la fisura.

Colocar los inyectores en el orificio previamente perforado, de forma que la parte superior del manguito de goma quede por debajo de la superficie del hormigón. Si el inyector no puede introducirse en el orificio, emplee un martillo, con cuidado de no dañar el inyector. Apretar el inyector con una llave. Retire las boquillas para comprobar posteriormente la conectividad y el flujo de la resina de inyección.



El parcheado de la fisura (con Sikadur® -31 EF) es necesario para evitar el derrame de la resina.

Permite acumular presión en la fisura y asegura que la fisura esté completamente rellena después del proceso de inyección.

Dejar un orificio de ventilación (en fisuras verticales el último inyector -superior- de la fila en el punto más alto de la fisura) para controlar el progreso del llenado.

Respetar los tiempos de curado y consultar la ficha técnica correspondiente.



Fijar la boquilla en el primer inyector inferior (inicial).

En las fisuras horizontales, el inyector inicial es el que se encuentra en la parte más estrecha de la fisura.

En las fisuras verticales el inyector de inicio es el más bajo.

La inyección puede iniciarse después de que el parcheado esté curado

## 8 INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES SUPERFICIALES

Fije el inyector de superficie con un clavo directamente en la fisura.

El clavo mantendrá abierto el canal de inyección y sujetará el inyector hasta que el adhesivo esté curado. Utilice el adhesivo epoxi Sikadur<sup>®</sup> -31 EF para la instalación/reparación.

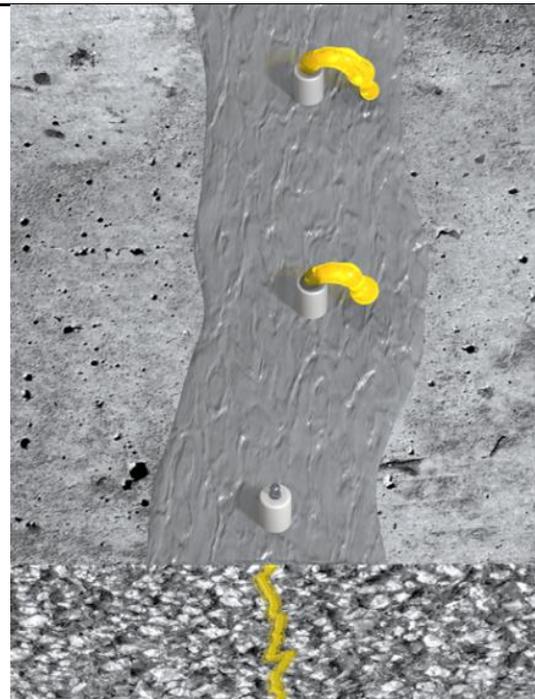
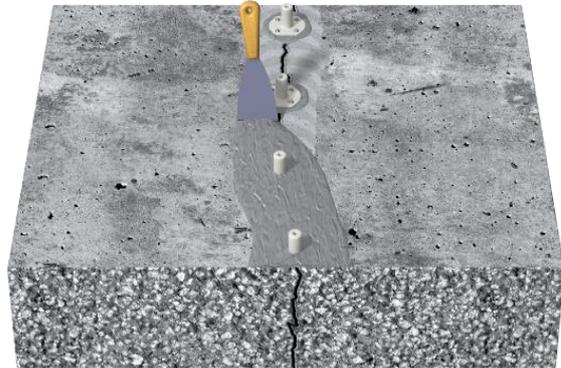
Si se utilizan inyectores superficiales, por ejemplo, en estructuras esbeltas o cuando se prohíbe la perforación. Se debe considerar que la penetración total de la fisura es obligatoria para la reparación estructural en este caso.

Fijar la boquilla en el primer inyector (de inicio).

En las fisuras horizontales el inyector de inicio es el que se encuentra en la parte más estrecha de la fisura.

En las fisuras verticales el inyector de inicio es el más bajo.

La inyección puede iniciarse después de que el parche esté curado.



## 9 APLICACIÓN POR GRAVEDAD

En cuanto al sellado de fisuras en plano horizontal como soleras o cara superior de forjados, éste se puede realizar mediante el vertido del producto directamente, aprovechando la fuerza de la gravedad para rellenar las cavidades.

Para ello, será necesario que la fisura se encuentre limpia de polvo y accesible, preparándola como se ha indicado en los apartados anteriores. Adicionalmente se podría realizar la abertura en V de la fisura para facilitar el vertido mediante cortes, como se observa en el siguiente croquis.

Se prestará especial atención a no dañar las eventuales armaduras que pudieran existir, por lo que esta actuación se llevará a cabo bajo autorización expresa del técnico de la obra al cargo de las operaciones estructurales.

Alternativamente a la realización de los cortes, puede llevarse a cabo la realización de dos cordones de masilla (Sikaflex®-11 FC Purform) de forma paralela a la fisura, de tal manera que se contenga el producto vertido. Posteriormente será necesario proceder a la retirada de la masilla sin dañar el soporte.

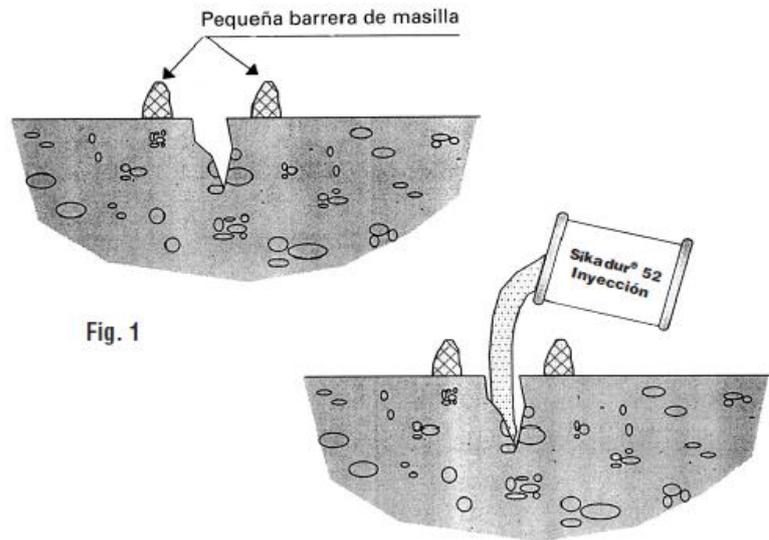
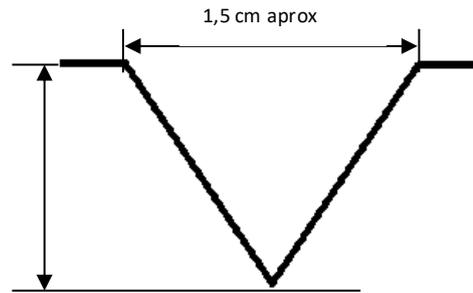


Fig. 1

Fig. 2

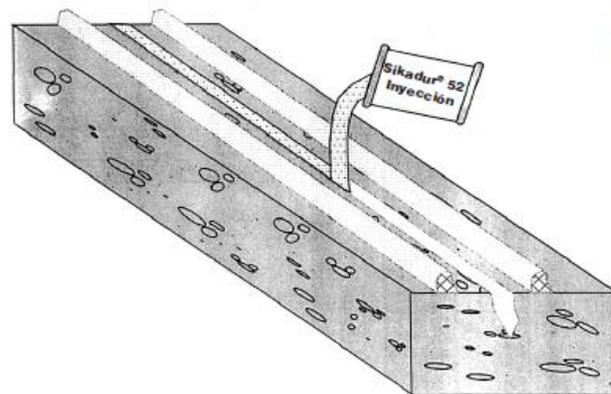


Fig. 3

## 10 MEZCLADO

Preparar el material de inyección según la ficha técnica del producto y llenarlo en la tolva de la bomba.

Mida con precisión, remueva brevemente y utilice dentro del tiempo de vida útil.

Prepare sólo la cantidad que pueda aplicar dentro del tiempo de vida del producto. Las resinas epoxi pueden generar mucho calor durante la reacción.

## 11 INYECCIÓN, LÍMITES E INSPECCIÓN

El aplicador debe observar cuidadosamente tres puntos de referencia:

- La fisura y los inyectores, puesto que la resina puede salirse de la fisura o los inyectores.
- La línea de presión de la bomba, que indica el flujo de resina.
- El manómetro (si está disponible): Para la presión de inyección real aplicada.

Comience la inyección en el punto de mayor resistencia para asegurar una buena penetración y una mínima pérdida de productos químicos. Este suele ser el punto más bajo de una fisura vertical y el más estrecho de una superficie horizontal.

Los materiales de relleno de fisuras para la reparación estructural deben tener una excelente adherencia a los bordes de la fisura y alcanzar valores mecánicos iguales o incluso superiores a los de la estructura.

En el eventual suceso de que apareciesen nuevas fisuras, éstas aparecerán en las zonas no tratadas junto a la fisura previamente reparada.

Comienzo	Una vez realizada la conexión, ponga en marcha la bomba y comience a inyectar a través del primer inyector
Proceso de inyección	<p>El material de inyección pasa a rellenar el obturador, y a continuación el orificio de perforación (obturadores mecánicos) y finalmente la fisura.</p> <p>La inyección puede realizarse con las presiones de inyección más bajas posibles. La bomba debe ajustarse al nivel más bajo. Esto permite penetrar bien en todos los huecos e incluso en las fisuras más finas hasta aproximadamente 0,15 mm (dependiendo del material utilizado y de la temperatura de aplicación).</p> <p>Las inyecciones lentas y de baja presión son más eficaces que las rápidas y de alta presión. El éxito de la inyección vendrá indicado por el rechazo de la resina de inyección por parte de la bomba (dejar de bombear) o por la visión de la resina que se filtra por alguno de los inyectores abiertos. Cuando esto suceda, cierre el inyector, pase al siguiente de la fila y continúe la inyección de esta manera hasta que la resina sea visible en el último empacador.</p>

	<p>Dentro del tiempo de vida útil de la resina se debe realizar una inyección secundaria, asegurando que la fisura se rellene completamente.</p> <p>En ese caso, la inyección se inicia de nuevo en el primer inyector. Todos los inyectores, excepto el último, permanecen cerrados. Por lo general, la resina será inmediatamente visible desde el orificio de ventilación/último inyector. Si no es así - la inyección tiene que ser complementada y de nuevo controlada por una inyección secundaria.</p> <p>Finalmente, el último inyector también puede cerrarse. Para tratar de rellenar algún eventual hueco que haya podido quedar, se procede a realizar un último golpe de presión para tratar de colmatarlo.</p> <p>Atención: Una presión de inyección elevada puede dañar la estructura y puede producirse un daño adicional de la estructura (un efecto cremallera).</p> <p>El progreso de la inyección se puede comprobar controlando el material de inyección que sale del siguiente inyector.</p>
Detención del proceso	Una vez terminada la inyección, cierre la válvula del conjunto de la bomba y baje la presión. Desconecte la manguera de la bomba. Detenga la bomba y libere la presión de la manguera.
Limpieza	Limpiar las herramientas y el equipo de aplicación con Sika® Colma Limpiador inmediatamente después de su uso. El producto endurecido/curado sólo puede ser eliminado por medios mecánicos
Fin del proceso	El proceso finaliza cuando la resina ha endurecido y curado en su totalidad.
Tratamiento superficial	<p>Tras el curado, los inyectores pueden ser retirados (por ejemplo, mediante corte con radial o golpeo). Rellenar los orificios con Sikadur® -31 EF.</p> <p>Limpiar la superficie de la fisura si es necesario.</p>



- Compruebe siempre la vida útil del material y ajústela a las condiciones climáticas. Haga una prueba manual antes de la inyección.
- Los mejores resultados se obtienen para una mayor y limpia abertura de la fisura, teniendo en cuenta los movimientos o dilataciones generados por los condicionantes de origen térmico.
- Las fisuras rellenadas con agua o aceite deben ser limpiadas hasta comprobar por la Dirección de obra que se cumplen los condicionantes respecto al soporte antes indicados.

- Las cantidades muy elevadas de aceite deben reducirse lavando con agua caliente/agua jabonosa antes de comenzar la inyección.
- La presión máxima de inyección se puede estimarse mediante:
  - $P_{max.} = (\text{resistencia del hormigón} \times 10) / 3$
  - Los mejores resultados de la inyección se consiguen manteniendo una presión baja durante el mayor tiempo posible para rellenar todas las grietas, huecos, ramificaciones y fisuras capilares.

Como parte de las "buenas prácticas", el contratista aplicará un procedimiento de inspección para comprobar la calidad del sistema de reparación aplicado. Esto incluye una muestra de prueba manual del material, así como una inspección visual del trabajo terminado.

## 12 NOTAS LEGALES

La información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y el uso final de los productos Sika, han sido dadas de buena fe basándose en los conocimientos y experiencia actuales de Sika cuando se almacenan, manipulan y aplican correctamente en condiciones normales de conformidad con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, los soportes y las condiciones reales del sitio son tales que no se puede inferir ninguna garantía con respecto a la comerciabilidad o aptitud para un propósito particular, ni ninguna responsabilidad derivada de cualquier relación jurídica de esta información, de cualquier recomendación escrita, o de cualquier otro consejo ofrecido. El usuario del producto debe probar la idoneidad de los productos para la aplicación y propósito previstos. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos de propiedad de terceros deben ser tenidos en cuenta. Todas las órdenes son aceptadas sujeto a nuestras condiciones actuales de venta y entrega. Los usuarios siempre deben referirse al número más reciente de la Hoja de Datos de Producto local para el producto en cuestión, copias de las cuales serán suministradas bajo petición.

