



**DSI**  
UNDERGROUND

# ***Inyección Productos Químicos***

***Para Aplicaciones de Ingeniería Civil***



# Portafolio Completo de Soluciones

Tipo	Denominación de Producto	Aplicación							
		Ingreso de Agua	Entrada de Agua a Alta Presión	Sellado (Gas y Agua)	Estabilización de Terreno	Consolidación de Terreno	Relleno de Cavidades	Relleno	Anclaje
Resinas de Dos Componentes									
PUR	Resinas de Poliuretano de Fraguado Rápido	+++	+++	+	++	+	----	----	----
	Resinas de Poliuretano de Fraguado Medio y Lento	----	----	+++	+++	+++	----	----	+
	Resinas de Espuma de Poliuretano de Fraguado Rápido	+++	+++	+	++	----	----	----	----
SIL	Resinas de Silicato Organo-Mineral	----	----	++	+++	+++	----	----	+
	Resinas de Emulsión de Silicato Organo-Mineral <sup>1)</sup>	----	----	+	++	----	----	----	+++
	Resinas de Espuma de Silicato Organo-Mineral	+	----	+	+++	+++	+++	+++	----
Resinas Monocomponentes									
SCR (1C)	Resinas de Poliuretano de Fraguado Rápido y Medio	+	----	+++	++	+	----	----	----
	Resinas de Poliuretano de Fraguado Lento	----	----	+	++	++	----	----	----
Resinas Acrílicas									
ACR	Resinas Acrílicas	----	----	----	+++	+++	----	----	----
	Resinas de Gel Acrílico	----	----	+++	++	+	----	----	----

1) Véase el folleto separado "Agentes de Adherencia para Anclaje"

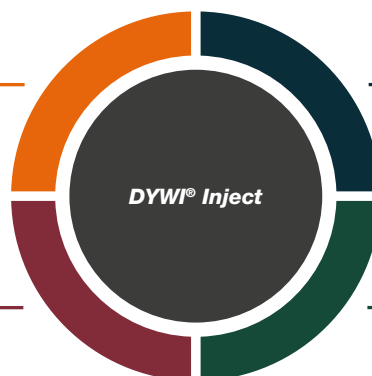
"+" Recomendado, "-" No recomendado

**PUR:** Resinas de poliuretano de dos componentes

**SIL:** Resinas de silicato organo-mineral de dos componentes

**SCR:** Resina monocomponente de fraguado medio y rápido

**ACR:** Resinas de inyección acrílicas



# Índice

<i>Portafolio Completo de Soluciones</i>	2
<i>Fundamentos de Inyección</i>	4
<i>Campos de Aplicación</i>	5
<i>Competencia en Aplicación</i>	6
<i>Criterios de Selección y Diseño</i>	8
<i>Resinas de Poliuretano (PUR)</i>	10
<i>Resinas de Silicato Organo-Mineral (SIL)</i>	12
<i>Resinas de un Solo Componente (SCR)</i>	14
<i>Resinas Acrílicas (ACR)</i>	16
<i>Bombas y Accesorios</i>	18
<i>Kit de Emergencia</i>	20
<i>Túneles Mecanizado</i>	21
<i>Relleno y Trabajos de Reparación</i>	22
<i>Aprobaciones y Referencias Adicionales</i>	23

## Introducción

DYWI® Inject la línea de productos de inyección comprende resinas de inyección utilizadas para aplicaciones de Ingeniería Civil. Los sistemas de poliuretano de 2 componentes (PUR) son el sistema de resina de inyección más versátil y se utilizan principalmente para detener el ingreso de agua y la consolidación del suelo.

Los sistemas de silicato de 2 componentes (SIL) tienen una amplia gama de aplicaciones con excelentes capacidades de unión. Sin embargo, no se pueden aplicar a bajas temperaturas. Las resinas de un solo componente (SCR) se utilizan ampliamente para trabajos de reparación a menor escala, las resinas acrílicas (ACR) se han utilizado con éxito para aplicaciones de consolidación de suelos y sellado de cortinas.

Todos los sistemas de inyección DYWI® Inject se procesan con bombas de alta presión de 2 componentes o 1 componente, diseñadas para cada proyecto y aplicación. Los sistemas de inyección DYWI® Inject mezclados y curados son ecológicamente inofensivos, libres de CFC y halógenos, y adecuados para su aplicación en áreas de aguas subterráneas.



# Fundamentos de Inyección

## Paso 1: Identificar la Aplicación

- Sellado
- Consolidación y Estabilización
- Relleno



## Paso 2: Determinar el Material de Inyección

### Tres tipos Comúnmente Utilizados de Material de Inyección

- Suspensión
  - Agua + cemento (por ejemplo, microcementos, cementos ultrafinos, etc.)
  - Agua + cemento + rellenos (por ejemplo, arena, cenizas volantes, etc.)
- Solución
  - Productos químicos diluidos en agua (por ejemplo, vaso de agua + endurecedores)
  - Poliuretanos (por ejemplo, un componente 1C, dos componentes 2C)
- Emulsión
  - Silicatos

### Limitaciones en la Aplicación de Lechadas de Cemento

- $\lambda < 1$
- Dilución en General
- Penetración parcial
- Aberturas de gran tamaño
- Rango de permeabilidad por debajo de Rango de permeabilidad por debajo de  $10^{-6}$  [m/s]
- Aplicación difícil a bajas temperaturas

### Ventana de Aplicación para Resinas de Inyección

Las resinas poliméricas deben utilizarse si se aplica cuando menos uno de los siguientes criterios:

- Discontinuidades
  - Juntas o cavernas de gran tamaño.
- Permeabilidad y conductividad hidráulica
  - Lugeon  $< 15 - 20$
  - $K < 10^{-6}$  [m/s]
- Agua Subterránea
  - Velocidad del agua  $> 20$  [mm/s]
- Temperatura del agua y del suelo
  - Por debajo de  $3 - 5$  [°C]

## Paso 3: Definición del Método

- Expertos calificados y con experiencia
- Tipo de resina de inyección
- Propiedades del material con perfil de reacción
- Cuadrilla de aplicación
- Equipo

## Paso 4: Aplicación y Verificación

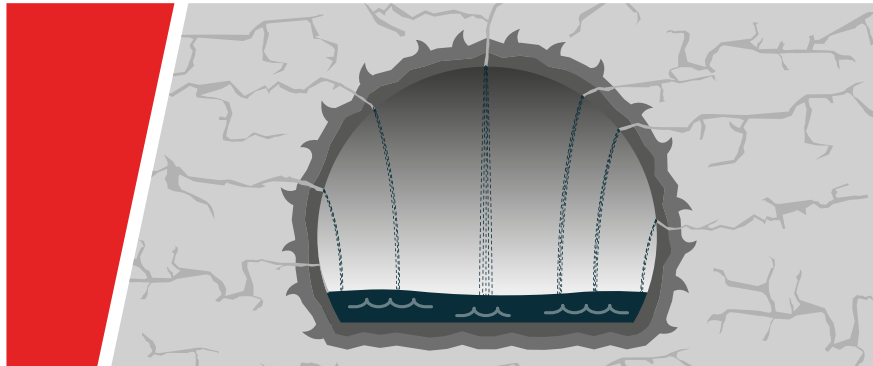
- Implementación conforme a la declaración del método
- Monitoreo continuo de datos
- Atención a los criterios de detención predefinidos
- Evaluación cualitativa y cuantitativa de resultados de inyección
- Determinación de pasos adicionales, si se requiere



# / Campos de Aplicación /

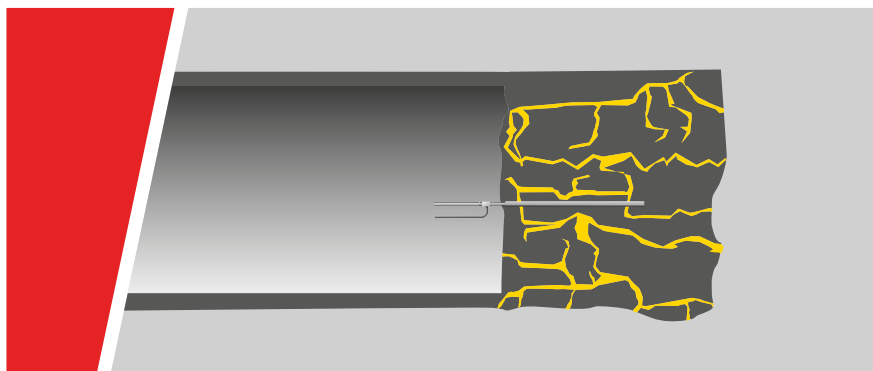
## **Sellado**

- Ingreso de agua:
  - Temporal o permanente
  - Cantidad de agua
- Agua a presión:
  - Temporal o permanente
  - Intervalo de presión
  - Cantidad de agua
- Fugas de gas:
  - Tipo de gas
  - Cantidad de gas
  - Formas de escape
- Gama de producto:
  - Fraguado Rápido PUR
  - Espuma PUR
  - Espuma SIL
  - SCR



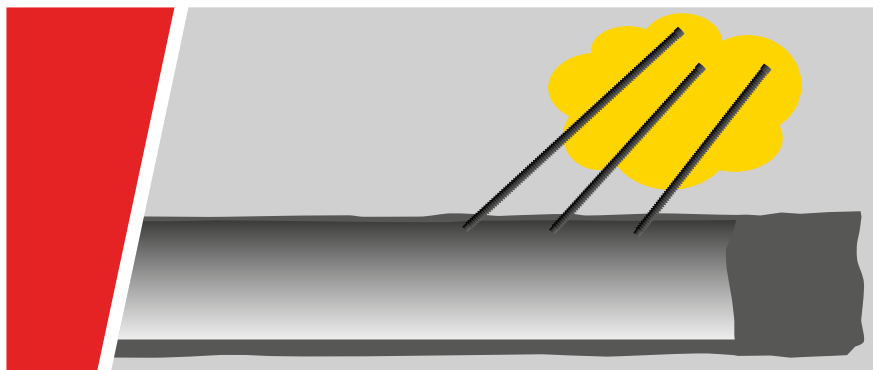
## **Consolidación y Estabilización**

- Consolidación:
  - Tipo de Terreno
  - Grado de mejora requerido
- Estabilización:
  - Tipo de Terreno
  - Temporal o permanente
- Gama de producto:
  - PUR Fraguado Medio-Bajo
  - Espuma PUR
  - SCR
  - SIL
  - Espuma SIL
  - ACR



## **Relleno**

- Llenado de cavidades:
  - Tamaño de la cavidad
  - Grado de mejora requerido
- Relleno:
  - Ancho de separación
  - Presencia de agua
- Rango de producto:
  - Espuma SIL



# Competencia en Aplicación

## Permeabilidad en Suelos y Masas Rocosas Fracturadas

Capacidad de Penetración							
Tipo de Terreno							
Grava	Arena			Cieno	Arcilla		
	Gruesa	Mediana	Fina				
Tamaño de Grano [ $\mu\text{m}$ ]							
100.000	2.000	500	250	75	5		
Anchura de Fisura [mm]							
10	5	1	0,5	0,1	0,05		
Permeabilidad (k) [mm/s]							
$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$
Material de Lechada							
Suspensiones a Base de Cemento							
Soluciones Químicas							
Resinas de Inyección de Polímeros							

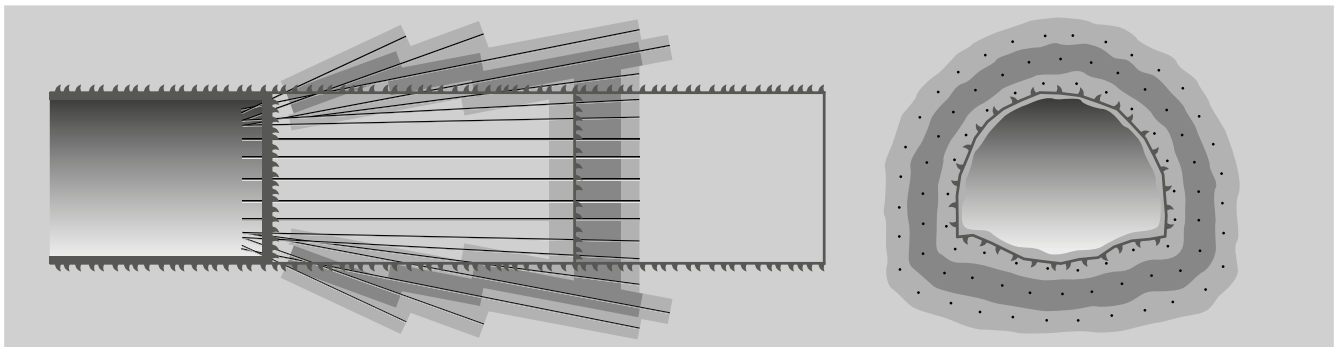
## Definición del Método

Contrariamente al diseño de los elementos de soporte en tierra, la aplicación de productos químicos para inyección rara vez se puede planificar de antemano.

Ciertas aplicaciones predeterminadas en las que se conoce el acceso al futuro sitio de aplicación, las dimensiones de excavación y otros factores influyentes, como el llenado de cavidades identificadas o el sellado de revestimientos segmentarios, se pueden programar y preparar con anticipación.

La parte desconocida en cada construcción subterránea son condiciones impredecibles de aguas superficiales y subterráneas, lo que podría conducir a la llamada situación de aplicación de emergencia. Para una aplicación de emergencia, se deben preparar declaraciones de métodos específicos del proyecto para el dominio de las condiciones difíciles.

Los factores que influyen en el diseño incluyen la magnitud (tamaño) del área de aplicación, las condiciones subyacentes del suelo, la temperatura, el caudal de agua y la presión. La adquisición de datos y un enfoque de sondeo son claves para obtener más información para la preparación de una declaración de método de emergencia.





## **Tecnología**

En las últimas décadas, los productos químicos de inyección para aplicaciones de ingeniería civil han experimentado importantes desarrollos y mejoras. Un aspecto clave fue la diversificación de la cartera con respecto al desarrollo de nuevos productos y sistemas, que presentan una adaptación optimizada para aplicaciones de inyección específicas.

La caja de herramientas de las resinas de inyección actuales también muestra características de rendimiento mejoradas, gracias al avance de las materias primas y compuestos químicos. Además de una mejora en el modo de acción, las resinas de inyección de última generación presentan una reducción significativa del impacto ambiental, por ejemplo, con respecto a la compatibilidad con las aguas subterráneas.

Más allá de la mejora de los productos químicos de inyección, toda la cadena de aplicación se ha mejorado continuamente. Se han mejorado las mangueras, los accesorios y las válvulas; los elementos de mezcla a medida aseguran una interacción confiable de los componentes individuales. Los procedimientos de manipulación estandarizados garantizan un proceso de trabajo seguro y confiable.

## **Equipos y Accesorios**

- Diseño específico de caso y dimensionamiento
- Suministro de soluciones de paquete
- Amplia gama de accesorios de caja de herramientas



# **Criterios de Selección y Diseño**

## **Propiedades del Producto**

### **Introducción**

Hay varios parámetros utilizados para describir las propiedades y evaluar la idoneidad de las resinas de inyección en términos de su aplicación adecuada. Estos parámetros incluyen reactividad, viscosidad, tiempo de reacción, resistencia mecánica, adhesión, espumabilidad y miscibilidad al agua, solo por mencionar los más importantes. Determinan el alcance del uso de un determinado sistema de resina y, lo que es más importante, el éxito de la aplicación. Sin lugar a dudas, un análisis detallado de los parámetros debe ser una parte integral de cada estudio de caso para lograr el propósito previsto de la aplicación, es decir, sellado, estabilización, llenado o adhesión.

### **Tiempo de Fraguado**

El tiempo de fraguado es el parámetro del sistema que muestra la reactividad del material, por ejemplo, el punto en que el líquido que reacciona deja de fluir. Después de ese tiempo, el material comienza a fraguar, es decir, el proceso de endurecimiento comienza a desarrollarse. El tiempo de fraguado puede variar de segundos a horas. Prácticamente, los sistemas se dividen en rápido, medio y lento. El tiempo de fraguado afecta principalmente la penetrabilidad del suelo inyectado y la capacidad de detener el flujo de agua.

Otro término comúnmente usado es tiempo libre de pegajosidad, que define el punto cuando la superficie

### **Tixotropía**

La tixotropía describe una propiedad de los fluidos de que puede ser espesa o viscosa en condiciones estáticas y flujo, o volverse menos viscosa cuando se corta o se mezcla. El comportamiento pseudoplástico es el caso específico de la tixotropía, cuando el líquido recupera la alta viscosidad casi inmediatamente cuando se elimina la fuerza de corte.

El control de reacción específico también puede presentar un comportamiento pseudo-tixotrópico del material líquido cuando la gelificación está bien separada del proceso de solidificación. El comportamiento tixotrópico es necesario en cualquier aplicación aérea para detener el flujo de salida del material después del enlechado. Otro papel importante de la tixotropía es la pulverización de superficie en términos de recubrimientos y membranas.

### **Reactividad del Agua**

La presencia de agua en el área de aplicación siempre afecta la efectividad. La presencia de agua debe considerarse en una variedad de aspectos durante el proceso de selección de materiales:

- Reactividad química con los componentes
- Modificación física del material
- Salida de agua
- Presión del agua

### **Viscosidad**

La viscosidad es el parámetro físico que es característico de los componentes individuales y la mezcla de reacción. Cuanto mayor es la viscosidad de los componentes, mayor es la resistencia al flujo, por lo tanto, este factor es importante para la selección correcta de bombas y accesorios de bombeo con respecto a la presión de bombeo. La viscosidad también es un parámetro importante considerando la relación entre el tamaño de la grieta, la presión de bombeo y la distancia de penetración. Existe una correlación directa entre la viscosidad y la presión de bombeo.

### **Propiedades de Espumación**

Para resinas de poliuretano y silicato, la capacidad de formar espuma es el rasgo característico del sistema de inyección.

Las formulaciones específicas permiten controlar el factor espumante y la estructura de la celda de espuma, para recibir espuma de celda abierta o cerrada. Se aplican las siguientes reglas generales: El factor de espuma más alto, la menor resistencia mecánica y el costo del llenado por volumen de unidad. El mayor contenido de las celdas cerradas, la mejor estanqueidad de la espuma.

### **Miscibilidad de Componentes**

La mayoría de los materiales de uso común son sistemas de dos componentes. Para obtener el producto final, los componentes deben bombearse a la zona de aplicación, donde los componentes separados deben mezclarse. La efectividad de la mezcla del componente determina las propiedades finales del material y los parámetros de reacción. El proceso de mezcla tiene lugar bajo el flujo en el mezclador estático. El diseño de mezcladores estáticos puede diferir para diferentes líquidos. Por lo tanto, este artículo es cuidadosamente seleccionado y verificado por el diseñador del material; el usuario final debe respetar las indicaciones del fabricante del químico de inyección.

## Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas son características distintas de los materiales de inyección, por ejemplo, resistencia a la compresión, flexión o tracción. Los productos sólidos son muy fuertes en comparación con los materiales espumados. Con un factor de espuma creciente, la resistencia a la compresión disminuirá en consecuencia.

Si el propósito de la inyección es el fortalecimiento de la zona de inyección (techo, paredes, losas, concreto o estructura de mampostería), los parámetros mecánicos son los más cruciales.

## Rango de Aplicación

Una vez que se define la aplicación (o múltiples aplicaciones) para un proyecto de inyección, la selección de los tipos de resina adecuados para una aplicación dada es clave. Las resinas SCR se utilizan para trabajos de inyección a pequeña escala en condiciones manejables. Las resinas de inyección PUR y SIL de 2 componentes se pueden usar para una variedad de aplicaciones, DSI Underground presenta diversas características distintas del producto para garantizar un resultado de inyección óptimo.

## Adhesión al Sustrato

La adhesión es un factor importante en caso de consolidación del suelo y aplicación de superficie. Puede mejorar notablemente el resultado objetivo de la aplicación: la mejora del terreno, la consolidación y el anclaje son buenos ejemplos.

En los túneles mecanizados, las resinas de inyección de tipo SIL o ACR pueden ser la selección preferida debido a sus características durante la extracción mecánica. Las resinas fenólicas generalmente no se usan en Túneles debido a su composición química y su influencia en la velocidad de corrosión del soporte terrestre permanente instalado. Sin embargo, se hacen excepciones cuando se trata de grandes cavidades o excavaciones temporales. Se puede realizar una estimación inicial de una gama de productos adecuada basada en las condiciones de presión del agua y la magnitud de la fractura del suelo.

## Resinas de Inyección – Rango de Aplicación

Producto	Versión	Presencia de Agua				Magnitud de Fractura del Terreno				
		Árido	Húmedo	Mojado	Presurizado	Ancho de Grieta [mm]				
						0,05	0,1	0,5	5	10
PUR 2C	W	[Barra naranja]				[Barra naranja]				
	WF	[Barra naranja]				[Barra naranja]				
	WT	[Barra naranja]				[Barra naranja]				
	S	[Barra naranja]				[Barra naranja]				
	LV	[Barra naranja]				[Barra naranja]				
	HF	[Barra naranja]				[Barra naranja]				
PUR 1C	1C-50	[Barra azul]				[Barra azul]				
	1C-100	[Barra azul]				[Barra azul]				
	1C-400	[Barra azul]				[Barra azul]				
Organo-Mineral	Bond	[Barra verde]				[Barra verde]				
	Bond T	[Barra verde]				[Barra verde]				
	Fill	[Barra verde]				[Barra verde]				
GELE	SR	[Barra roja]				[Barra roja]				
	E	[Barra roja]				[Barra roja]				

**W** Agua  
**SCR / 1C** de un Solo Componente  
**LV** Viscosidad Baja

**F** Rápido  
**S** Lento  
**T** Tixotropía

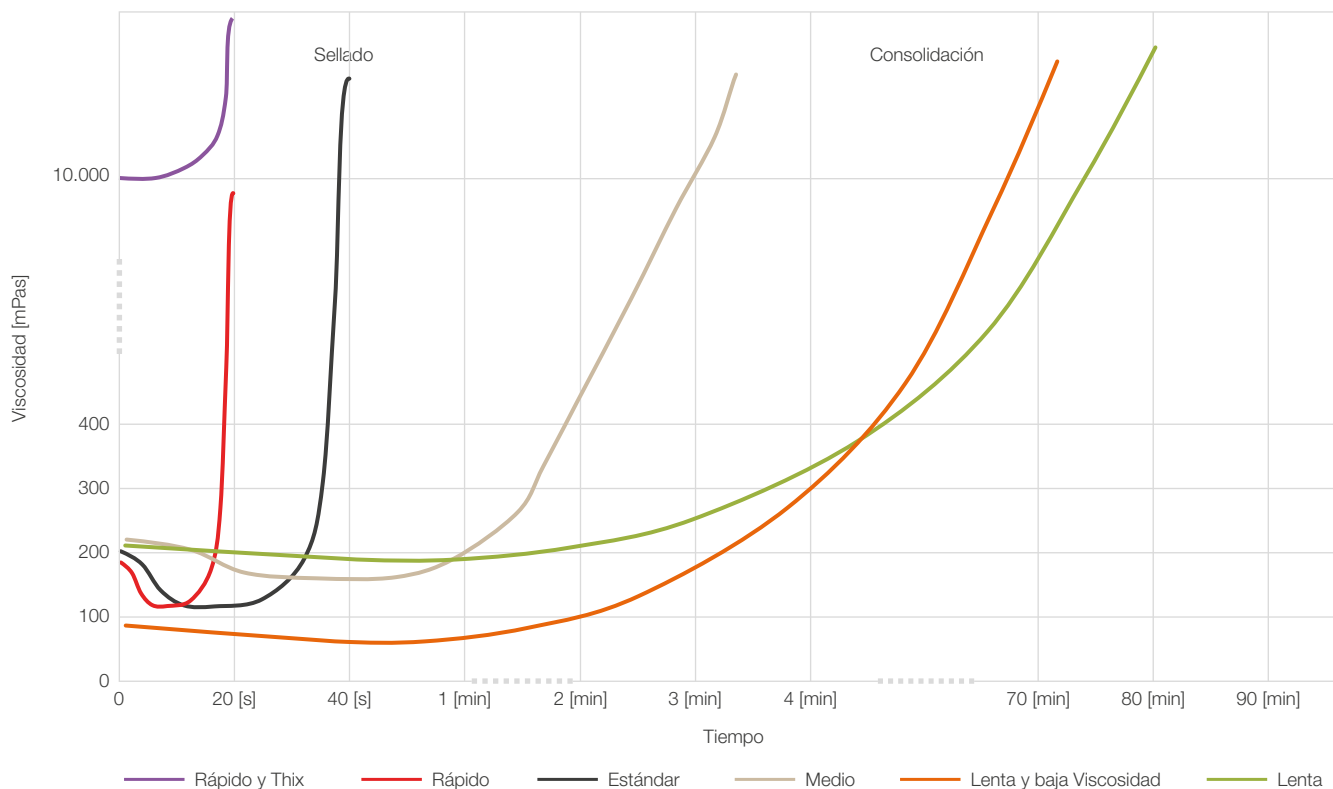
**HA** Alta adherencia  
**HF** Alta espuma  
**HS** Alta resistencia

# Resinas de Poliuretano (PUR)

## Rango de Producto

Designación del Producto	Nombre del Producto	Descripción del Producto
Resinas de Poliuretano de Fraguado Rápido	PUR W	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resina de fraguado rápido</li> <li>– Sistema 100% sólido (sin solvente)</li> <li>– Viscosidad bien equilibrada y ajustada de los componentes</li> <li>– Baja viscosidad inicial</li> <li>– Fácil de mezclar a distintas temperaturas</li> <li>– Excelentes propiedades mecánicas</li> <li>– Buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> <li>– Impacto ambiental insignificante</li> </ul>
	PUR WF	– Versión más rápida de PUR W
	PUR WT	– Versión tixotrópica de PUR W
	PUR HS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resina de fraguado muy rápido</li> <li>– Sistema 100% sólido (sin solvente)</li> <li>– Viscosidad bien equilibrada y ajustada de los componentes</li> <li>– Excelentes propiedades mecánicas mejoradas</li> <li>– Buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> </ul>
Resinas de Poliuretano de Fraguado Medio y Lento	PUR HA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resina de fraguado medio</li> <li>– Sistema 100% sólido (sin solvente)</li> <li>– Viscosidad bien equilibrada y ajustada de los componentes</li> <li>– Fácil de mezclar a distintas temperaturas</li> <li>– Bajas propiedades mecánicas</li> <li>– Buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> <li>– Fluidez de la resina de sonido</li> </ul>
	PUR S	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resina de fraguado muy lento</li> <li>– Sistema 100% sólido (sin solvente)</li> <li>– Viscosidad bien equilibrada y ajustada de los componentes</li> <li>– Baja viscosidad inicial</li> <li>– Fácil de mezclar a distintas temperaturas</li> <li>– Excelentes propiedades mecánicas</li> <li>– Buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> <li>– Impacto ambiental insignificante</li> </ul>
	PUR LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resina de fraguado muy lento</li> <li>– Viscosidad bien equilibrada y ajustada de los componentes</li> <li>– Viscosidad inicial extremadamente baja</li> <li>– Fácil de mezclar a distintas temperaturas</li> <li>– Propiedades mecánicas ajustables</li> <li>– Buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> </ul>
Resinas de Espuma de Poliuretano de Fraguado Rápido	PUR HF-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resina de fraguado rápido</li> <li>– Sistema 100% sólido (sin solvente)</li> <li>– Fácil de mezclar en distintas temperaturas</li> <li>– Buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> </ul>
	PUR HF-15	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impacto ambiental insignificante</li> <li>– Sistema con espuma implementada hasta 20 veces</li> </ul>
Acelerador (Modificador) para Resinas de Poliuretano de Dos Componentes	Add Fast	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aditivo para resina de poliuretano de dos componentes.</li> <li>– Se utiliza cada vez que se necesita una reacción más rápida debido al alto ingreso de agua o condiciones de baja temperatura</li> </ul>
	Add Thix	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aditivo para resina de poliuretano de dos componentes.</li> <li>– Incrementa la viscosidad inicial después de la mezcla, lo que puede ser útil para disminuir las fugas de resina en terrenos muy fracturados o en caso de ingreso masivo de agua.</li> </ul>

## Propiedades: Viscosidad y Tiempo de Fraguado



## Especificaciones

Producto	Propiedades / Unidad <sup>1)</sup>			
	Viscosidad después de Mezclar	Hora de Inicio de Reacción	Tiempo Libre de Virado	Factor de Espuma
[-]	[mPas]	[s]	[s]	[1]
PUR W	210	5	35	≈ 1
PUR WF	210	5	25	≈ 1
PUR WT	> 5,000	5	35	≈ 1
PUR HS	360	5	25	≈ 1
PUR HA	450	25	75	≈ 2
PUR S	210	240	4,800	≈ 1
PUR LV	100	5	4,200	≈ 1
PUR HF-10	460	35	90	≈ 10
PUR HF-15	510	20	135	≈ 15

1) Los valores indicados son valores de laboratorio y pueden desviarse en la obra. 20 [°C] (68 [°F]).

Almacenar en el embalaje original y protegido de humedad a temperaturas entre 5 [°C] y 30 [°C] (41 [°F] y 86 [°F]).

Los datos sobre las proporciones de mezcla adicionales y la información relevante para la aplicación se pueden encontrar en las hojas de datos técnicos de DSI Underground.

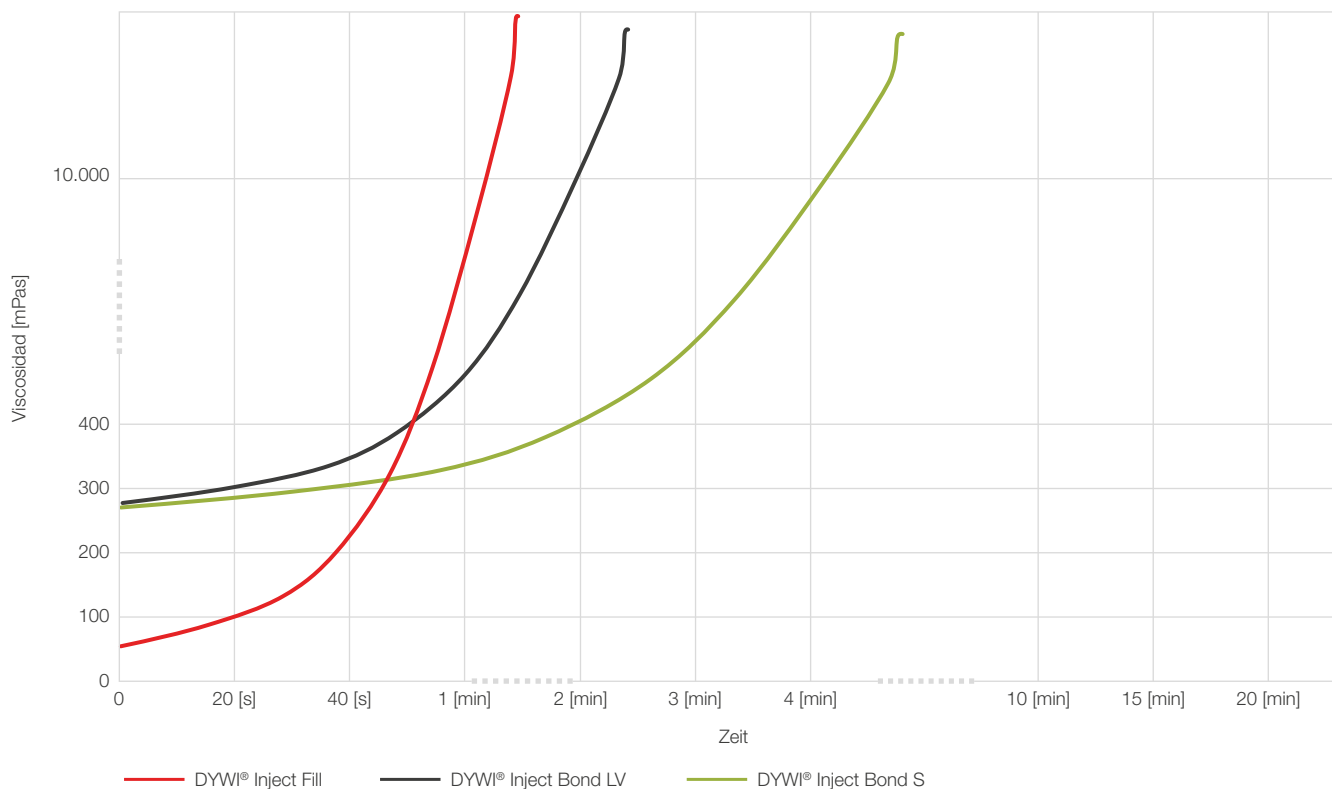
# Resinas de Silicato Organo-Mineral (SIL)



## Rango de Productos

Designación de Producto	Nombre del Producto	Descripción del Producto
Resinas de Silicato Organo-Mineral	Bond LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resina de fraguado medio</li> <li>- Baja viscosidad de componentes</li> <li>- Viscosidad inicial relativamente baja</li> <li>- Propiedades mecánicas de sonido</li> <li>- Muy buena adherencia al sustrato en condiciones húmedas y secas</li> <li>- No reacciona con el agua y el agua no afecta las propiedades del material</li> <li>- Buena resistencia a la corrosión</li> </ul>
	Bond S	- Versión más lenta de Bond LV
	Bond T	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versión tixotrópica de Bond LV</li> <li>- Sistema con mayor viscosidad inicial después de mezclar</li> <li>- Excelente para la aplicación en terrenos muy fracturados</li> </ul>
Resinas de Espuma de Silicato Organo-Mineral	Fill	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resina de inyección de alta espuma</li> <li>- Muy baja viscosidad de componentes</li> <li>- Muy baja viscosidad inicial</li> <li>- La resina curada es fácil de cortar y perforar</li> <li>- No reacciona con el agua y el agua no afecta las propiedades del material</li> <li>- Buena resistencia a la corrosión</li> </ul>
	Fill S	- Versión más lenta de Fill

## Propiedades: Viscosidad y Tiempo de Fraguado



## Especificaciones

Producto	Propiedades / Unidad <sup>1)</sup>			
	Viscosidad después de Mezclar	Tiempo de Inicio de la Reacción	Tiempo Libre de Virado	Factor de Espuma
[-]	[mPas]	[s]	[s]	[1]
Bond LV	300	120	180	1.0
Bond S	300	240	400	1.0
Bond T	450 - 10,000 <sup>2)</sup>	120	180	1.0
Fill	75	15	45	≈ 35
Fill S	75	40	135	≈ 35

1) Los valores indicados son valores de laboratorio y pueden desviarse en la obra. 20 [°C] (68 [°F]).

Almacenar en el embalaje original y protegido de humedad a temperaturas entre 5 [°C] y 30 [°C] (41 [°F] y 86 [°F]).

Los datos sobre las proporciones de mezcla adicionales y la información relevante para la aplicación se pueden encontrar en las hojas de datos técnicos de DSI Underground.

2) Dependiendo de la fuerza de corte.

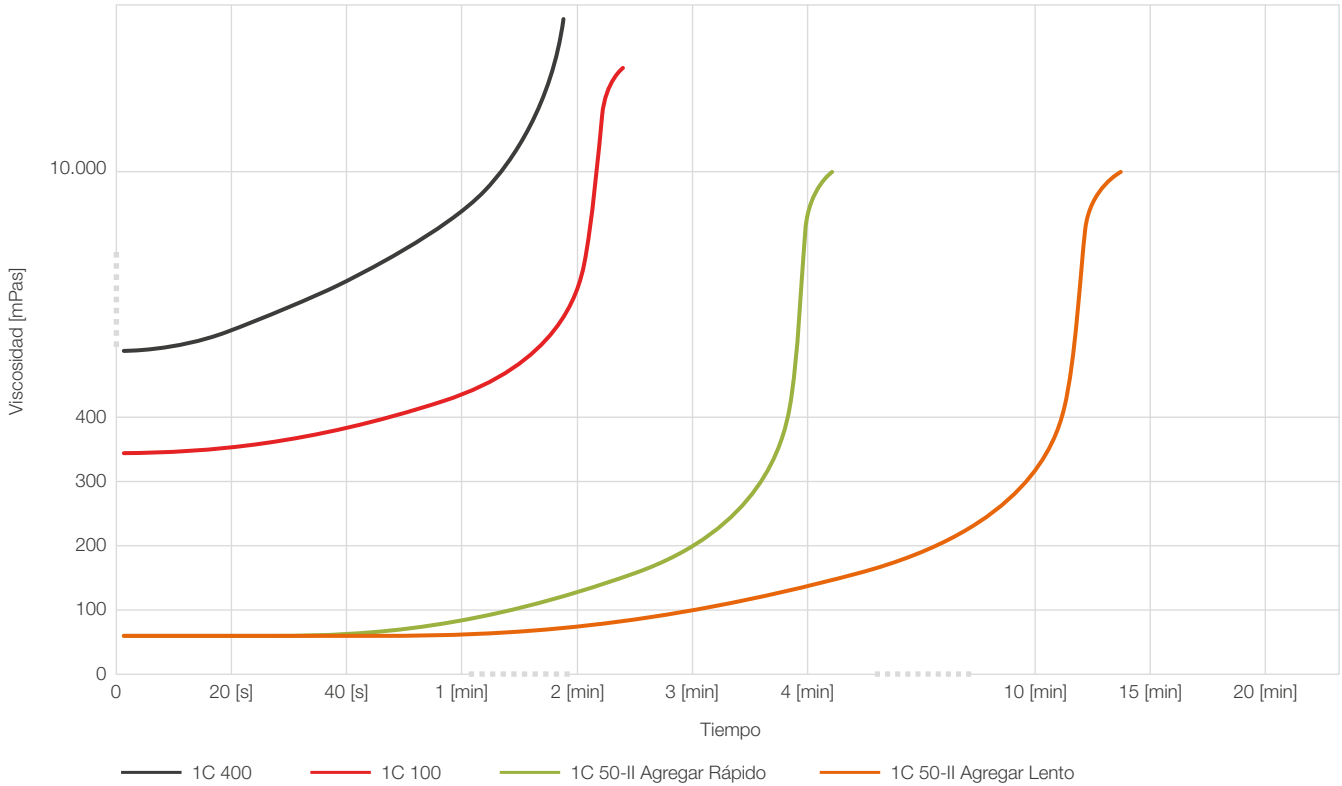
# Resinas de un Solo Componente (SCR)



## Rango de Productos

Designación de Producto	Nombre del Producto	Descripción del Producto
Resinas Monocomponentes (SCR)	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resina de fraguado lento a rápido con tiempo de reacción ajustable</li> <li>- Libre de ftalato</li> <li>- Propiedades mecánicas sólidas del terreno consolidado</li> <li>- Ningún impacto ambiental</li> </ul>
	PUR 1C 50-II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resina de fraguado lento</li> <li>- Muy baja viscosidad inicial</li> <li>- Producto diseñado para inyecciones de arena fina</li> </ul>
	PUR 1C 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resina rígida y de fraguado medio</li> <li>- El tiempo de fraguado se puede aumentar usando Add Fast 1C</li> <li>- Sin disolventes</li> <li>- Se puede utilizar en un amplio rango de temperatura</li> <li>- Impacto ambiental insignificante</li> </ul>
	PUR 1C 400	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resina elástica y de fraguado medio</li> <li>- El tiempo de fraguado se puede aumentar usando Add Fast 1C</li> <li>- Sin disolventes</li> <li>- Impacto ambiental insignificante</li> </ul>
Acelerador para Resinas Monocomponentes	Add Fast 1C Add Slow 1C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aditivo para resinas de poliuretano monocomponente</li> <li>- Se utiliza cuando se requieren reacciones más rápidas o más lentas para hacer frente a la entrada de agua alta o condiciones de baja temperatura</li> </ul>

## Propiedades: Viscosidad y Tiempo de Fraguado



## Comparación de Resinas Monocomponentes y de 2 Componentes

- Aplicación más fácil de sistemas SCR
  - No requiere mezclador estático
  - Procedimiento de limpieza más rápido y sencillo
- Nuevo sistema SCR presentado por DSI Underground
  - Acelerador integrado especial personalizado a los requisitos del proyecto disponible bajo petición
- Limitaciones de Sistemas SCR
  - Tiempos de reacción breves (únicamente)
  - Tasas de bombeo generalmente bajas [L/min]
  - Los sistemas 2-C son más flexibles con respecto a los parámetros del material y tienen mayores resistencias

## Especificaciones

Producto	Propiedades / Unidad <sup>1)</sup>				
	Hora de Inicio de Reacción [s]		Fin de la Espuma [s]		Factor de Espuma
[-]	10 [°C] (50 [°F])	20 [°C] (68 [°F])	10 [°C] (50 [°F])	20 [°C] / 68 [°F]	[1]
PUR 1C 50-II <sup>2)</sup>	80	55	350	180	≈ 5
PUR 1C 100	45	13	230	150	≈ 35
PUR 1C 400	55	20	300	160	≈ 20

1) Los valores indicados son valores de laboratorio y pueden desviarse en el sitio.

Almacenar en el embalaje original y protegido de humedad a temperaturas entre 5 [°C] y 30 [°C] (41 [°F] y 86 [°F]).

Los datos sobre las proporciones de mezcla adicionales y la información relevante para la aplicación se pueden encontrar en las hojas de datos técnicos de DSI Underground.

2) Tiempos de reacción con 0.5% Agregar Rápido 1C y 10% de agua.

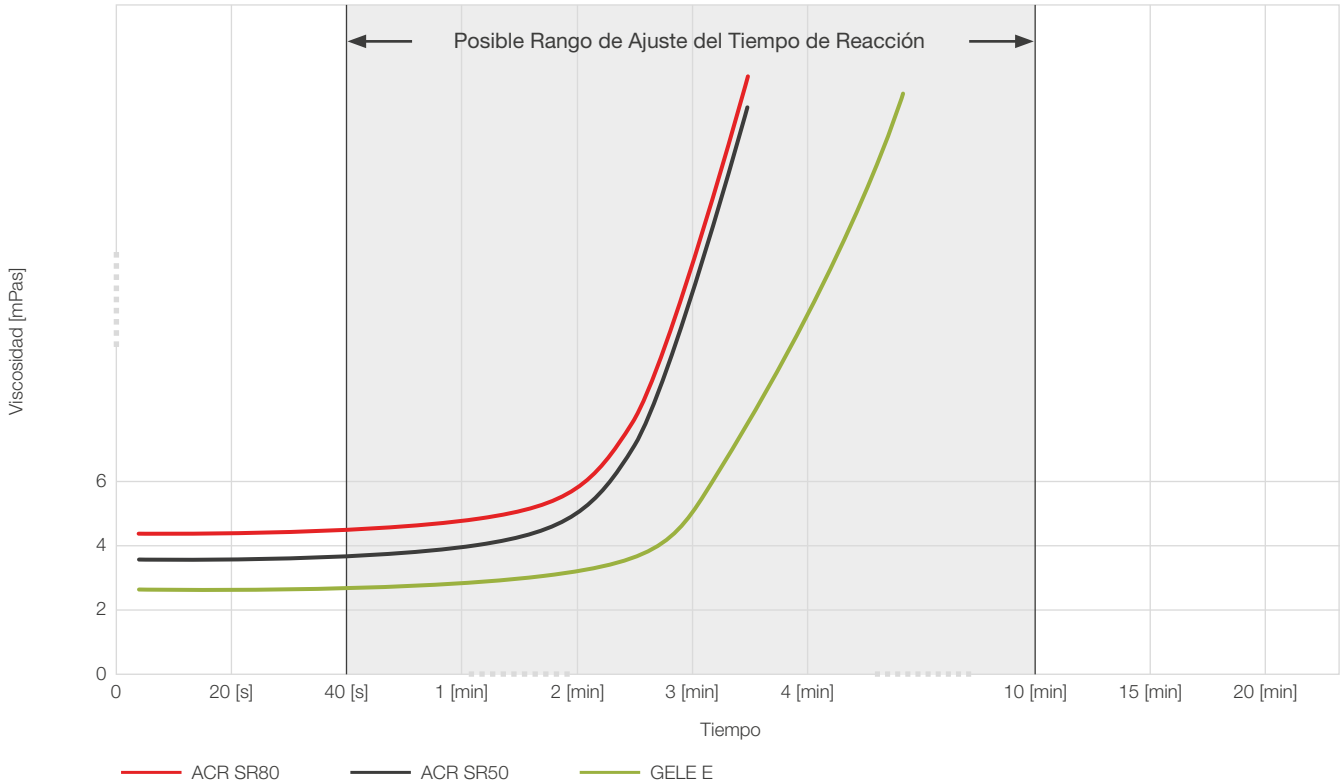
# /Resinas Acrílicas (ACR)/



## Rango de Productos

Designación de Producto	Nombre del Producto	Descripción del Producto
Resinas de Inyección Acrílicas	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluciones de agua de baja viscosidad de monómeros acrílicos</li> <li>- Muy baja viscosidad inicial de componentes mezclados</li> <li>- Fácil de mezclar a distintas temperaturas</li> <li>- Impacto ambiental mínimo</li> <li>- Excelente penetración y adherencia confiable</li> </ul>
	ACR SR 80	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de 4 componentes</li> <li>- Resina de alta resistencia con gelificación fácil de controlar</li> <li>- Excelentes propiedades mecánicas</li> <li>- Apto para inyección de arenas finas</li> </ul>
	ACR SR 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de 3 componentes</li> <li>- Resina de media resistencia con gelificación fácil de controlar</li> <li>- Propiedades mecánicas confiables</li> <li>- Apto para inyección en arenas finas</li> </ul>
	GELE E	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de 3 componentes</li> <li>- Resina acrílica similar al caucho</li> <li>- Adecuado para estabilización de suelos y sellado de agua</li> </ul>

## Propiedades: Viscosidad y Tiempo de Fraguado



## Características Especiales

- Gel de inyección de poliacrilato de 3 componentes
- Sellado eficiente contra aguas subterráneas
- El llamado “sellado de cortina”: Waterstop formando una capa impermeable de sellador en el suelo (pasos múltiples)
- Factor de espuma constante: 1

## Especificaciones

Producto	Propiedades / Unidad <sup>1)</sup>				
	Viscosidad después de Mezclar	Tiempo de Reacción <sup>2)</sup>	Proporción de Mezcla: Partes por Volumen	Factor de Espuma	Resistencia a la Compresión <sup>3)</sup>
[-]	[mPas]	[s]	[-]	[1]	[Mpa]
ACR SR 80	4.0	30 - 360	1 : 1	1	≈ 20
ACR SR 50	3.0	60 - 300	1 : 1	1	≈ 10
GELE E	2.5	300	1 : 1	1	N/A

1) Los valores indicados son valores de laboratorio y pueden desviarse en el sitio.

Almacenar en el embalaje original y protegido de humedad a temperaturas entre 5 [°C] y 30 [°C] (41 [°F] y 86 [°F]).

Los datos sobre las proporciones de mezcla adicionales y la información relevante para la aplicación se pueden encontrar en las hojas de datos técnicos de DSI Underground.

2) Comienzo de la gelificación.

3) Con arena.

# **Bombas y Accesorios**

## **Bombas**

La selección de una bomba de alta presión adecuada depende del tipo de aplicación, la infraestructura disponible y las condiciones del terreno.

La disponibilidad del equipo existente también puede influir en la selección del equipo. DSI Underground ofrece una amplia gama de bombas de alta presión para aplicaciones subterráneas.

Se describen más detalles en hojas de datos técnicos independientes.

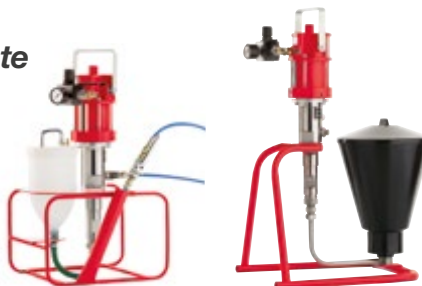
### **DYWI® Bomba de Pistón de Alta Presión de 2 Componentes**

- Bomba de pistón accionada neumáticamente, adaptada a carcasa
- Relación de mezcla 1:1 para procesar sistemas DYWI®Inyect PUR y SIL
- Succión independiente de ambos componentes
- Diseño robusto y poca susceptibilidad a daños
- Fácil operación y manejo
- Repuestos y juego de arranque disponibles
- Hoja de datos técnicos y operación manual disponible a pedido



### **DYWI® Inyect Bomba de Pistón de Alta Presión de 1 Componente**

- Agregados pequeños y livianos
- Versiones eléctricas o neumáticas disponibles
- Rango de presión de inyección baja a media
- Fácil de limpiar y mantener



### **DYWI® Inyect Bomba de Gel de Alta Presión de 2 Componentes**

- Diseño robusto y poca susceptibilidad a daños
- Bomba de lavado adicional
- Alto rendimiento
- Bomba de acero inoxidable
- Bomba de doble pistón, acción neumática
- Succión independiente de ambos componentes

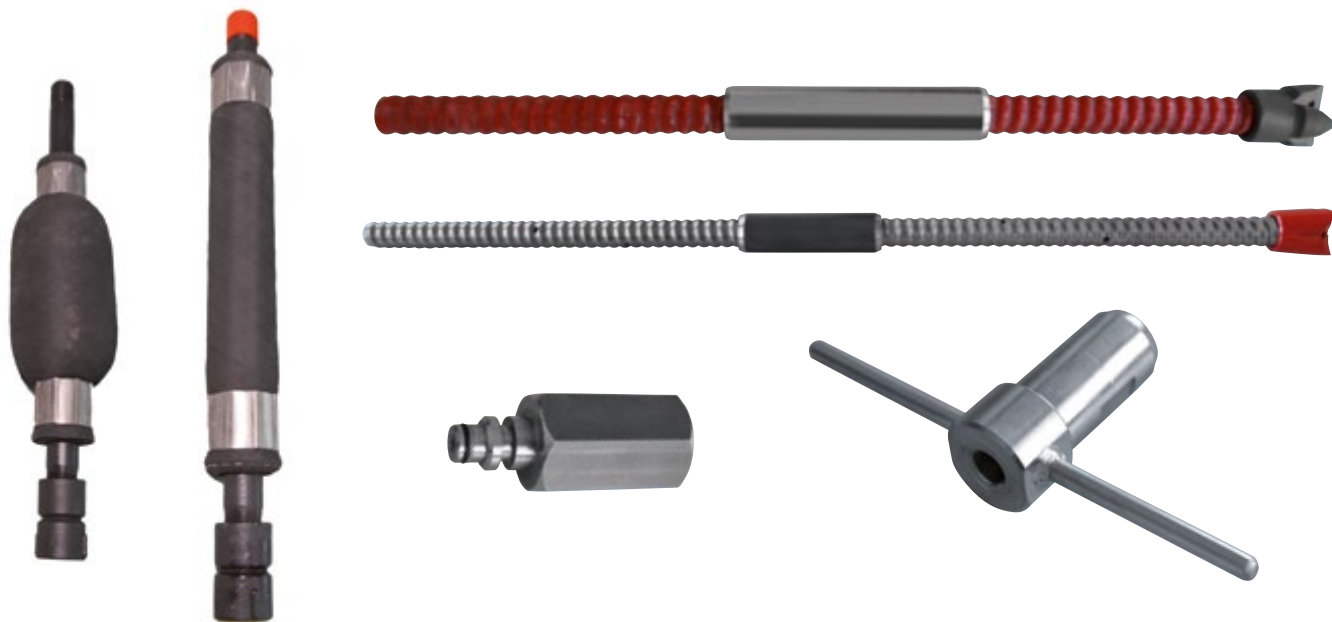


### **DYWI® Inyect Bomba de Gel de Alta Presión de 2 Componentes**

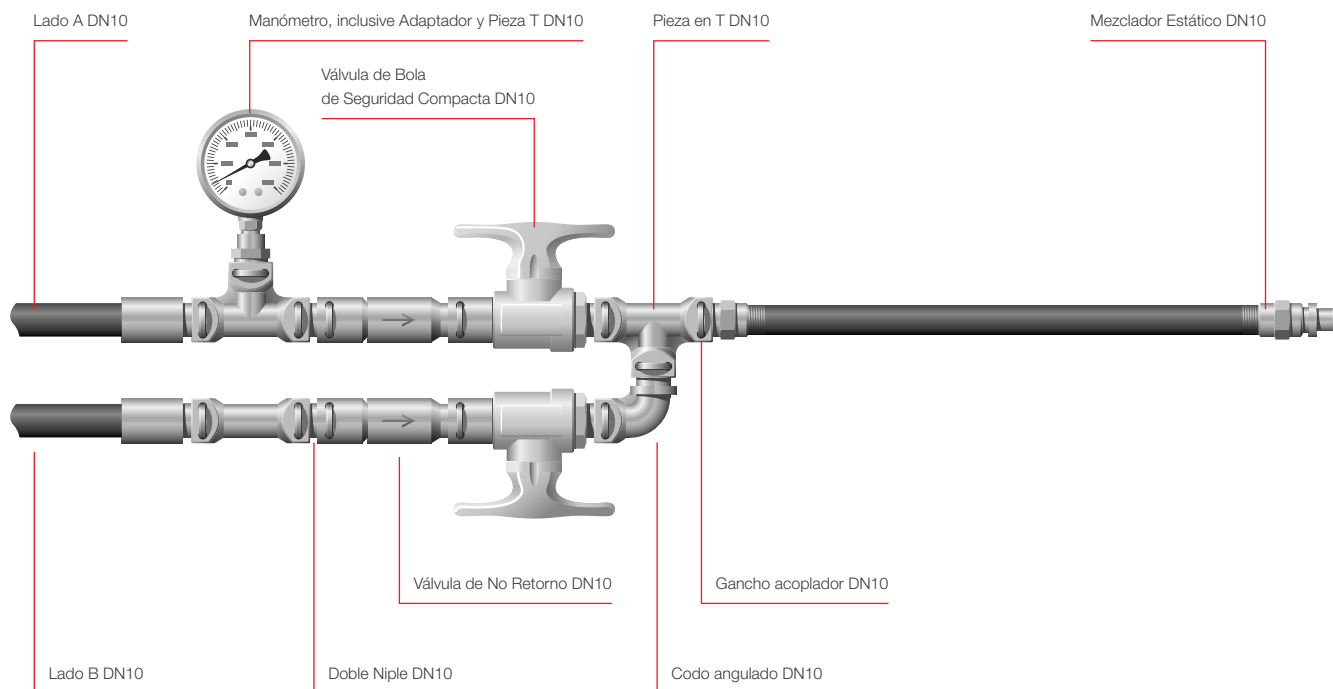
- Relación de mezcla ajustable
- Agregado confiable para Aplicaciones a largo plazo
- Alto rendimiento
- Accionada eléctricamente

## Accesorios

- Tubos de mezcla y mezcladores estáticos
- Conectores
  - Adaptadores de inyección (DYWI® Drill y GRP)
  - Conectores rápidos (pernos de cable)
- Entrerroscas atornilladas
- DYWI® Drill y Lanzas de inyección GRP
- Lanzas de inyección de acero y plástico
- Obturadores de inyección profunda



## Conjunto de Mezcla 1 a 1 (Ejemplo)



# **Kit de Emergencia**

## **Tipos de Kit de Emergencia**

- Preparado por adelantado: Aplicaciones predeterminadas
- Solución de sistema justo a tiempo

## **DSI Underground como Solucionador de Problemas**

- Ventanilla única: Todo material de una fuente
- Reacción rápida: Stock de material de contingencia y experiencia en logística global
- Soporte en todas las fases del proyecto: Desde la evaluación inicial hasta la definición del método, el suministro de material y la aplicación in situ



## **Kits de Emergencia Personalizados para Túneles Convencionales y Mecanizados**

- Contenedor GP de 10 [pies] o 20 [pies]
- Material: Consumibles químicos y de acero
- Equipo: Bombas de inyección, etc.
- Soporte de los centros de competencia subterráneos de DSI Underground



# Tuneleo Mecanizado

## Medidas de Emergencia para Condiciones Difíciles del Terreno

### Factores Influyentes

- Ingreso de agua:
- Inestabilidades delante de la frente
- Sobrefracturación o cavidades

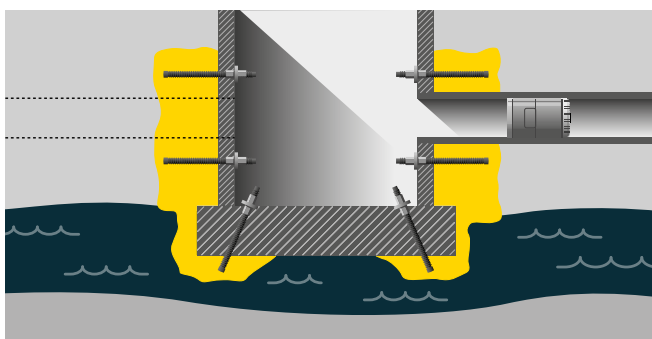
### Limitaciones

- Acceso a la rueda de corte y al área del escudo
- Demora de la instalación del soporte en terreno
- Geometría de excavación definida por la máquina

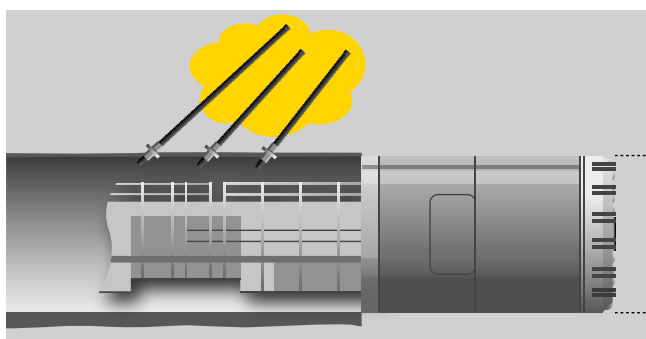
### Condiciones de Contorno

- Aplicación
- Tipo y geometría TBM
- Equipos de perforación

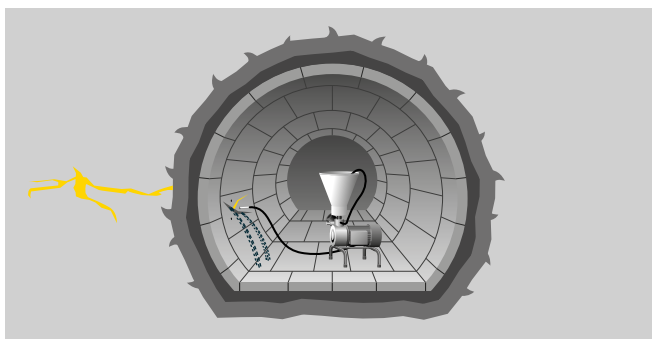
### Disminución del Ingreso de Agua



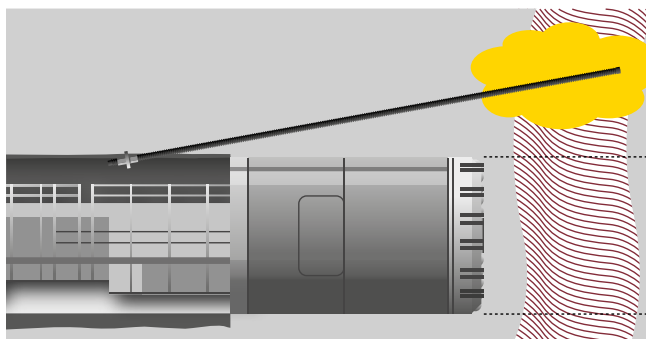
### Relleno de Cavidades y Fortalecimiento



### Inyecciones de Sellado

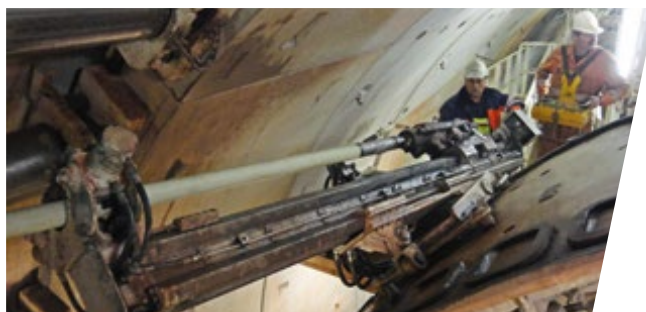


### Paraguas de Tubería de Inyección



## AT – 89 TBM Sistema de Paraguas de Tubos

- Instalación con perforadora montada adicionalmente
- Los trabajos de perforación pueden ser ejecutados por personal estándar bajo la supervisión de ingenieros de aplicaciones
- Instalación que ahorra tiempo debido a perforación y tubería simultánea (autoperforante)
- La instalación es posible con un dispositivo de prevención
- La longitud de GRP o de la tubería de acero se puede adaptar al espacio disponible
- Los tubos de inyección GRP se pueden cortar con el escudo y se pueden sacar a través de una rueda de corte TBM
- Estabilización de terreno fracturado o zonas de falla
- Prevención de entrada de agua



# ***Relleno y Trabajos de Reparación***

## ***Relleno***

- Relleno de huecos en el espacio entre la superficie de excavación y el revestimiento segmentario
- Limitación del lavado del material molido
- Efecto de sellado secundario
- Reacción rápida y curado
- Provisión de estabilidad a largo plazo



## ***Trabajos de Reparación***

- Sellado de túneles (revestimiento primario)
- Reparación de sellado de hormigón proyectado y hormigón
- Reparación de impermeabilización (mangueras de inyección o empacadores perforados)
- Sistemas predeterminados: SLR o PUR de fraguado lento
- Las pruebas de envejecimiento demuestran una durabilidad a largo plazo de DYWI® Curado Inyectar resina



# Aprobaciones y Referencias Adicionales

## Aprobaciones

### Procedimientos de Prueba

- Propiedades mecánicas
- Temperatura de reacción
- Pruebas de filtro de autorrescate
- Evaluación higiénica
- Compatibilidad de aguas subterráneas
- Prueba de fuego
- Durabilidad a largo plazo

### Aprobaciones

- Las aprobaciones específicas del producto se enumeran en las hojas de datos técnicos subterráneos de DSI



### Socios de Cooperación

- MFPA Leipzig GmbH, Alemania
- DMT GmbH, Alemania
- Instituto Central de Minería, Polonia
- Instituto de Higiene Gelsenkirchen, Alemania



## Embalaje

- Suministro de material en tanques IBC para aplicaciones a gran escala
- Barriles de acero (200 [kg])
- Envases manuales > 20 [kg] peso de producto no se recomiendan debido a razones ergonómicas de manipulación final



## Referencias Adicionales

- Hojas de datos de seguridad EG No. 1907/2006
- Fichas técnicas
- Instrucciones para mezclar y procesar, limpieza y eliminación, salud y seguridad





***Tenga en cuenta:***

Este folleto sirve solo para fines de información básica. Los datos técnicos y la información aquí proporcionada se considerarán no vinculante y puede estar sujeto a cambios sin previo aviso. No asumimos ninguna responsabilidad por pérdidas o daños atribuidos al uso de estos datos técnicos y del uso indebido de nuestros productos. Si necesita más información sobre productos específicos, no dude en contactarnos.

## **México**

DSI UNDERGROUND MEXICO S.A. de C.V.  
Av. Aviación No 1002 Bod. 15  
Parque Industrial FERRAN I  
San Juan de Ocotán  
45019 Zapopan, Jalisco  
México

**Teléfono** +52 33 33665794

**E-Mail** [dsimexico@dsiunderground.com](mailto:dsimexico@dsiunderground.com)

## **Chile**

DSI Underground Chile SpA  
Avda. Cordillera 482 Quilicura  
Santiago de Chile  
Chile

**Teléfono** +56 2 26805300

**E-Mail** [informacion.chile@dsiunderground.com](mailto:informacion.chile@dsiunderground.com)