

# Tunelería y Minería



**Concreto Proyectado para túneles y minas**  
Más rápido, económico y seguro





## Todo lo que debe saber del Concreto Proyectado

- 2 Introducción
- 3 Avances tecnológicos
- 4 Requerimientos: Ecología y Economía
- 6 Requerimientos: Calidad y Desempeño
- 8 Diseño de mezclas
- 10 Aplicaciones
- 12 Aditivos Plastificantes
- 14 Aditivos Acelerantes
- 15 Morteros Proyectados Vía Seca y Húmeda
- 16 SikaFiber: Fibra de acero para Concreto Proyectado
- 18 Equipos
- 20 Obras realizadas a nivel mundial



# Avances tecnológicos para Concreto Projectado

## Sika y la construcción de túneles: juntos desde 1910.

Desde hace casi un siglo Sika ha desarrollado tecnología para proyectos de tunelería, alcanzando una gran reputación en este tipo de proyectos. La primera patente de un equipo de proyección de concreto fue registrada en el mismo año en que Sika fue fundada, una coincidencia simbólica porque la historia de la tunelería

y la tecnología del concreto proyectado ha estado siempre marcada por los desarrollos Sika.

El uso de los productos Sika para impermeabilizar todas las estructuras del primer túnel Alpino del Gotthard es un ejemplo de esta historia exitosa.

## Introducción

En las últimas décadas el Concreto Projectado ha ganado importancia por razones de flexibilidad, velocidad y economía especialmente en la estabilización de túneles.

Los nuevos desarrollos en aditivos para concreto, adiciones, cementos y métodos de colocación están conduciendo a nuevas e innovadoras aplicaciones, permitiendo que el concreto proyectado sea producido por Vía Húmeda, alcanzando así los objetivos máximos de requerimientos de resistencias y durabilidad. Estas ventajas deberían ser utilizadas al máximo en todo el mundo, ya que a menudo el concreto proyectado es usado sólo como un soporte temporal que debe cumplir con bajos requerimientos de calidad, desperdiçando así su gran potencial.

Sin embargo, recientemente, todas las posibilidades del conocimiento del Concreto Projectado Vía Húmeda, han sido implementadas en una amplia variedad de proyectos y aplicaciones.

Ahora, clientes y diseñadores de proyectos pueden confiar en la experiencia obtenida y pueden avanzar seguros con ideas y soluciones creativas e innovadoras.



Equipos	<b>1940</b> <b>Spribag BS-12 / MS-12</b> Primeros equipos para Concreto Projectado Vía Seca (aire comprimido). Capacidad de proyección hasta 3 m <sup>3</sup> /hr.		<b>1980</b> <b>Sika®Aliva® - 280 / 285</b> Equipos a rotor para Concreto Projectado. Vía Seca y Húmeda.		<b>2000</b> <b>Sika® - PM500</b> Sistemas altamente mecanizados para Concreto Projectado Vía Seca y Vía Húmeda.		
	<b>1933</b> <b>Nació la marca Sigunit®</b> Presentación en polvo. Adicionado manualmente. Dosis 3 - 7%		<b>1960</b> <b>Aluminatos alcalinos</b> Primer acelerante líquido para Concreto Projectado, <b>Sigunit® - L Líquido</b> . Dosis 3 - 6%.	<b>1980</b> <b>Libre de álcalis Sigunit® - 49 AF Polvo</b> El primer acelerante de fraguado libre de álcalis. Dosis 4 - 7%.	<b>2000</b> <b>Libre de álcalis Sigunit® - 49 AF Líquido</b> Acelerante de fraguado. Dosis 4 - 7%.		
	<b>1940</b> <b>Naftaleno Sulfonado Melamina Sulfonada Sikament®</b> Aún hoy en día es un superplastificante confiable en túneles. Tiempo de trabajabilidad hasta 2 horas.		<b>1980</b> <b>Copolímeros de Vinilo SikaTard®</b> Superplastificante para concreto proyectado. Utilizado por décadas. Tiempo de trabajabilidad hasta 4 horas.		<b>2000</b> <b>Policarboxilatos Modificados Sika®ViscoCrete®</b> La última innovación para Concreto Projectado. Tiempo de trabajabilidad hasta 6 horas.		
	<b>Superplastificantes</b>						





## Requerimientos del Concreto Proyectado: Ecología y Economía

Sika está comprometida con el sistema "Responsabilidad integral" de manejo ambiental global de la industria química, la cual define los principios de seguridad, salud y protección ambiental.

Numerosos accidentes del pasado han demostrado que las condiciones de trabajo en construcción requieren de especial atención.

Requerimientos del Concreto Proyectado:

- Es clave que la generación de **polvo** sea reducida y los riesgos creados por los químicos corrosivos y tóxicos sean minimizados. El lanzamiento al mercado de los **acelerantes de fraguado** libres de álcali como el Sigunit® AF han significado un cambio histórico en las condiciones de trabajo de los túneles.
- Los **acelerantes** con álcalis son tóxicos. Sin embargo, cuando se les libera de ellos - con un pH de alrededor de 3 - reducen el impacto ambiental y el riesgo de accidentes durante su manipulación, almacenamiento y uso.
- La generación de **polvo** en el proceso Vía Húmeda produce mucho menos polvo que la mezcla de Concreto Proyectado Vía Seca. La cantidad de polvo puede también ser reducida con una mejor tecnología de la boquilla.

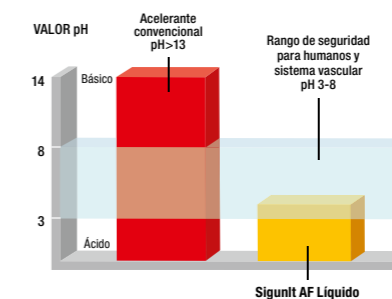
- El spray contiene aerosoles **no corrosivos**, de este modo el daño para la piel, las membranas mucosas y los ojos puede ser evitado.
- El **caudal** de concreto es el principal factor que hace del sistema Vía Húmeda el proceso de proyección de concreto más económico; dependiendo de la aplicación, se pueden colocar hasta 30m<sup>2</sup>/hora. Para obtener estos óptimos rendimientos es importante encontrar el mejor diseño de la mezcla de concreto, espesor de capa, tipo y cantidad de acelerante. Los altos rendimientos no pueden ser obtenidos a menos que el concreto sea fácilmente bombeable.
- Si la mezcla de concreto no es adecuada para el bombeo, **aditivos especiales** ayudan a prevenir la segregación y reducen la presión del bombeo.

- La cantidad de **material de rebote** es un factor de costo crucial. Adicional a la carga, el transporte y la disposición del material de rebote, los costos de rebote también incluyen el Concreto Proyectado extra que se debe producir y aplicar.

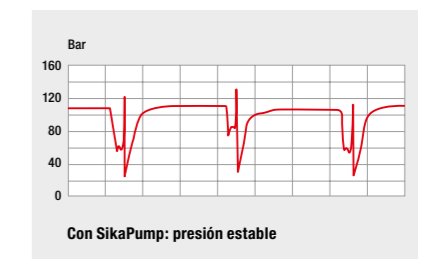
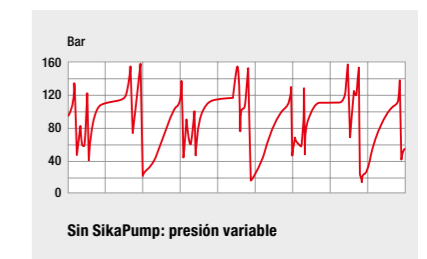
**Parámetros que influyen en la cantidad de rebote:**

- Espesor de la capa.
- Curva de gradación.
- Condición de sustrato.
- Trayectoria del Concreto Proyectado.
- Volumen y presión del aire.
- Propiedades de adherencia.
- Resistencia inicial.
- Tipo de fibra.
- Contenido de fibra.
- Proceso de proyección (Vía Seca o Húmeda).

**Nuestro compromiso con la seguridad, la salud y la protección del medio ambiente**



**Presión de bombeo**





# Requerimientos del Concreto Proyectado: Calidad y Desempeño

Cientes, diseñadores, constructores y autoridades de salud y seguridad, especifican estándares para trabajar con el Concreto Proyectado. Para el diseñador del proyecto, el factor más importante es cumplir con dichos estándares mientras que el contratista hace énfasis en un método de producción e instalación que garantice la calidad requerida al mínimo costo. Por otro lado, las autoridades de salud y de seguridad demandan la máxima higiene y seguridad en obra durante las operaciones de colocación del Concreto Proyectado (máxima resistencia inicial del Concreto Proyectado aplicado para la estabilización sobre cabeza, baja contaminación de polvo y mínimo riesgo de sustancias tóxicas o alcalinas).

## Resistencia Inicial (1)

Este es un prerrequisito para el Concreto Proyectado sobre cabeza, particularmente para altos rendimientos, cuando se aplican capas gruesas o cuando se lanza en lugares con filtraciones de agua. La curva de desarrollo de resistencia en los primeros minutos tiene una fuerte influencia en la generación de polvo y en rebote.

El desarrollo de la resistencia inicial se evalúa entre los 6 y los 60 minutos, luego las mediciones se hacen cada hora.

## Resistencia Final (2)

A menor cantidad de agua en la mezcla, menor porosidad de la pasta del concreto endurecido. Esto tiene un efecto ventajoso en la mayoría de las propiedades del concreto, especialmente para la resistencia a la compresión. La cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento equivale a una relación A/C cercana a 0,25. El agua en exceso se evapora después de la aplicación y deja poros en la pasta del concreto endurecido.

Relación A/C para el Concreto Proyectado:

- Para bajas exigencias: < 0,55
- Para medianas exigencias: < 0,50
- Para altas exigencias: < 0,46

## Durabilidad - Impermeabilidad (3)

Durabilidad significa baja permeabilidad. La baja porosidad capilar es esencial para una alta estanqueidad y se obtiene mediante la aplicación correcta del Concreto Proyectado con una baja relación A/C y un correcto curado.

## Sulfatos (4)

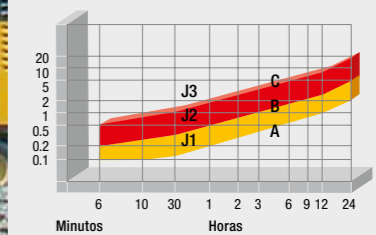
Los sulfatos solubles en agua reaccionan con el  $C_3A$  del cemento para formar etringita. Los cristales de etringita se propagan primero en los poros. Cuando los poros están llenos, la etringita desarrolla una presión al interior del concreto que puede destruir la estructura. Si se requiere un Concreto Proyectado resistente a sulfatos, se debe utilizar cemento resistente a sulfatos, ej. Cemento con un bajo contenido de  $C_3A$ , cementos compuestos con escoria, puzolanas o adicionados con humo de sílice.

## Congelamiento

A diferencia del concreto convencional, la resistencia al congelamiento en el Concreto Proyectado se obtiene mediante una densa micro estructura en vez de inducir macro poros. Adiciones como el humo de sílice causan un nivel más alto de hidratación, dándole menor porosidad y absorción de agua.

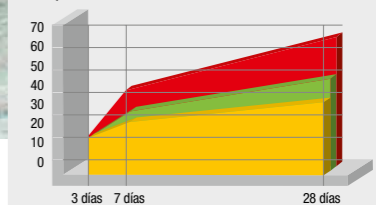
## (1) Desarrollo de resistencia del Concreto Proyectado. Especificaciones

Resistencia a la compresión N/mm<sup>2</sup>



## (2) Efecto de la relación A/C en la resistencia a compresión

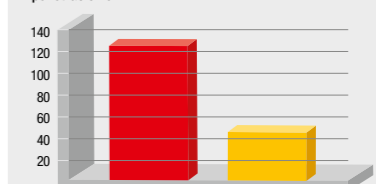
Resistencia a la compresión N/mm<sup>2</sup>



■ Relación A/C 0.40 ■ Relación A/C 0.45 ■ Relación A/C 0.50

## (3) Efecto de la relación A/C en la profundidad de penetración de agua

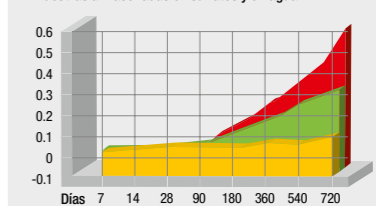
Profundidad de la penetración en mm



■ Relación A/C 0.50 ■ Relación A/C 0.40 1% Sika ViscoCrete

## (4) Resistencia a sulfatos en núcleos de concreto

Diferencia en la deformación lineal media entre muestras almacenadas en sulfatos y en agua



■ Cemento I ■ Cemento II ■ Cemento III





## Diseño de mezclas para Concreto Proyectado

El diseño de las mezclas para Concreto Proyectado siempre debe adaptarse a las especificaciones del agregado y del cemento disponible para poder obtener la resistencia inicial y la trabajabilidad requeridas. Los ensayos preliminares en el laboratorio hacen más fáciles las operaciones en obra.

El tipo de cemento tiene una fuerte influencia en el desarrollo tanto de la resistencia inicial como de la final, así como en las propiedades del concreto endurecido.

Sika ha desarrollado SikaFume® para una baja permeabilidad (durabilidad) y para reducir el rebote. SikaTard® o ViscoCrete® (Plastificantes o Superplastificantes) se utilizan para mejorar el manejo con bajos contenidos de agua.

Las fibras de acero incrementan la capacidad de carga y las propiedades de ductilidad del Concreto Proyectado. Las fibras de polipropileno son utilizadas para mejorar las propiedades de contracción inicial y obtener una resistencia más alta al fuego del Concreto Proyectado. El contenido de aire en el Concreto Proyectado fresco se incrementa para mejorar la manejabilidad.

El tamaño máximo del agregado depende del espesor de capa y del acabado de la superficie requerida del Concreto Proyectado.

Aproximadamente el 95% de la superficie del agregado corresponde a la fracción de la arena de 0 - 4 mm. Las variaciones en la arena tienen un fuerte efecto en las propiedades del concreto endurecido. La fracción de arena debe ser analizada con extremo cuidado durante el proceso de control de calidad.

En Sika distinguimos entre agregado redondo y triturado. La mejor forma de la partícula es cúbica/esférica: esto es muy importante para la trabajabilidad. Además, el agregado debe ser duro, limpio y no debe estar desgastado por la intemperie.



### Ejemplos de diseño de mezclas para Concreto Proyectado

#### Concreto Proyectado Vía Seca 0 - 8 mm

Cemento	280 kg
Sika Fume®	20 kg
Retardante SikaTard®	0.3%
55% 0 - 4 mm con 4% de humedad	aprox. 680 kg
45% 4 - 8 mm con 2% de humedad	aprox. 560 kg
<b>1 m³ de mezcla seca</b>	<b>aprox. 1540 kg*</b>

\*Debe ser chequeado en un ensayo de campo

#### Contenido de cemento

Para 1000 litros de mezcla seca, 280 kg de cemento son adicionados a 800 litros de agregado.  
Para 1250 litros de mezcla seca, 350 kg de cemento son adicionados a 1000 litros de agregado.

#### Resultado de 1 m³ de mezcla seca proyectada:

Acelerado con Sigunit®AF Polvo (rebote 16 - 20 %)	0.58 - 0.61 m³
Acelerado con Sigunit®AF Líquido (rebote 20 - 25 %)	0.55 - 0.58 m³
Contenido de cemento en el Concreto Proyectado aprox.	450 - 460 kg/m³

#### Concreto Proyectado Vía Húmeda 0 - 8 mm

Cemento	425 kg	135 l
SikaFume®	20 kg	9 l
Superplastificante SikaTard® / Sika®ViscoCrete®	1.2%	
Retardante SikaTard®	0.3%	
Agregado:		
0 - 4 mm con 4% de humedad (60%)	967 kg	358 l
4 - 8 mm con 2% de humedad (40%)	791 kg	293 l
Agua adicionada (A/C = 0.47)	155 kg	155 l
Volumen de aire (4.5 %)		45 l
Fibras de acero	40 kg	5 l
<b>Concreto Proyectado</b>		<b>1000l</b>
<b>Densidad por m³</b>	<b>2398 kg</b>	

#### 1 m³ de Concreto Proyectado aplicado proporciona:

Acelerado con Sigunit®AF Líquido (rebote 6 - 10%)	0.90 - 0.94 m³
Contenido de cemento en el Concreto Proyectado	450 - 470 kg/m³
Contenido de fibras de acero en el Concreto Proyectado	30 - 36 kg/m³

Es importante un contenido suficiente de finos  $\leq 0.125$  mm para una buena bombeabilidad.

#### Contenido de finos recomendado (agregado total + cemento + agregados finos adicionales):

Agregado	0 - 8 mm	0 - 16 mm
Redondeado	500 kg/m	450 kg/m
Triturado	525 kg/m	475 kg/m



# Aplicaciones de Concreto Projectado

Uso	Requerimientos típicos	
<b>Soporte temporal en túneles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistencia inicial.</li> <li>Buena adherencia.</li> <li>Alto rendimiento.</li> <li>Bajo rebote.</li> </ul>	
<b>Soporte permanente en túneles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistencia inicial.</li> <li>Alta resistencia final.</li> <li>Baja permeabilidad.</li> <li>Alta durabilidad.</li> </ul>	
<b>Minería</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistencia inicial.</li> <li>Sello de superficies de excavación.</li> <li>Baja a media resistencia final.</li> </ul>	
<b>Resistencia al fuego</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capa protectora (sin función de soporte de carga).</li> <li>Alta adherencia.</li> <li>Resistencia a temperaturas de hasta 1200° C.</li> </ul>	
<b>Estabilización de taludes</b> <b>Estabilización de excavación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rápido desarrollo de resistencias.</li> <li>Uso flexible.</li> <li>Volúmenes bajos de Concreto Projectado.</li> </ul>	
<b>Reparación de túneles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a largo plazo.</li> <li>Buena adherencia.</li> <li>Resistencia química.</li> </ul>	
<b>Reparación de presas de concreto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta durabilidad en capas delgadas.</li> <li>Bajo módulo de elasticidad.</li> <li>Bajo rebote.</li> </ul>	
<b>Reparación de muelles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistencia mecánica.</li> <li>Alta resistencia a ataques químicos.</li> <li>Bajo módulo de elasticidad.</li> </ul>	
<b>Reparación de puentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto joven no susceptible a vibración por el tráfico.</li> <li>Resistencia a las heladas y al congelamiento / descongelamiento.</li> <li>Bajo módulo de elasticidad.</li> </ul>	

## Concreto Projectado Vía Húmeda

### Flujo denso:

#### Sika®Aliva®-278 / Sigunit®AF o L-22 Líquido

- El Concreto Projectado (Vía Húmeda) es cargado en la tolva de la bomba a pistón.
- El suministro a la boquilla es por flujo denso.
- Justo antes de la boquilla el flujo denso se interrumpe por una corriente de aire a alta presión transformándolo en flujo diluido.
- El acelerante Sigunit® es adicionado al Concreto Projectado con el aire.

### Ventajas:

- Bajo costo de mantenimiento.
- El equipo también se puede utilizar para bombear.
- Se puede colocar Concreto Projectado con fibras de acero.
- Alto rendimiento hasta 30m³/h.
- Bajo consumo de aire comprimido.

### Desventajas:

- Inicio y proceso de limpieza demorados.

### Flujo diluido:

#### Sika®Aliva®-263 / Sigunit®AF o L-23 Líquido

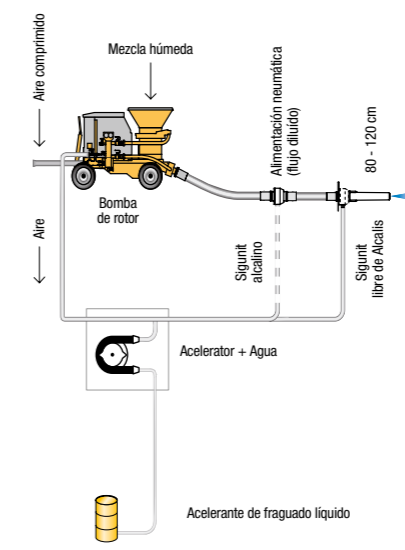
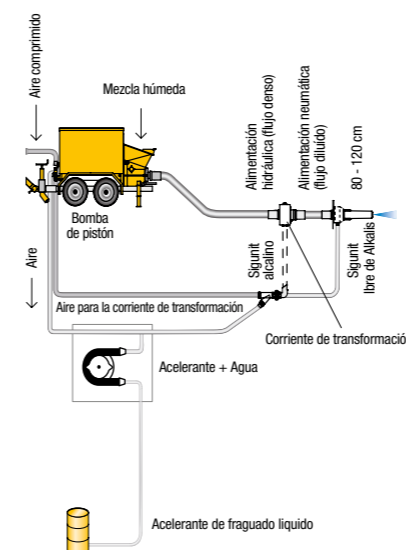
- El Concreto Projectado (Vía Húmeda) es cargado en la tolva del equipo de rotor.
- El suministro a la boquilla es por flujo diluido.
- Justo antes de la boquilla el acelerante Sigunit® es adicionado al Concreto Projectado con aire.

### Ventajas:

- Es de fácil manejo.
- El concreto no tiene que ser bombeable.
- El inicio o pausa no requieren de prelubricación o limpieza.
- El Concreto Projectado Vía Seca no requiere cambio de equipo.
- Se puede colocar Concreto Projectado con fibras de acero.

### Desventajas:

- Problemas con agregado fino.



## Concreto Projectado Vía Seca

### Flujo denso:

#### Sika®Aliva®-278 / Sigunit®AF o L-22 Líquido

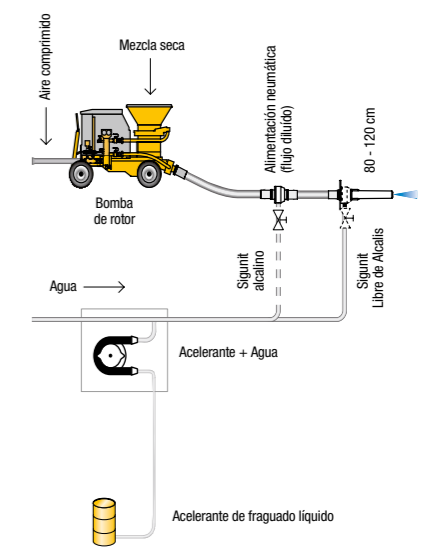
- El Concreto Projectado (Vía Húmeda) es cargado en la tolva de la bomba a pistón.
- El suministro a la boquilla es por flujo denso.
- Justo antes de la boquilla el flujo denso se interrumpe por una corriente de aire a alta presión transformándolo en flujo diluido.
- El acelerante Sigunit® es adicionado al Concreto Projectado con el aire.

### Ventajas:

- Bajo costo de mantenimiento.
- El equipo también se puede utilizar para bombear.
- Se puede colocar Concreto Projectado con fibras de acero.
- Alto rendimiento hasta 30m³/h.
- Bajo consumo de aire comprimido.

### Desventajas:

- Inicio y proceso de limpieza demorados.





## Aditivos Plastificantes para Concreto Proyectado

Tiempo de trabajabilidad de la mezcla de Concreto Proyectado Vía Húmeda.

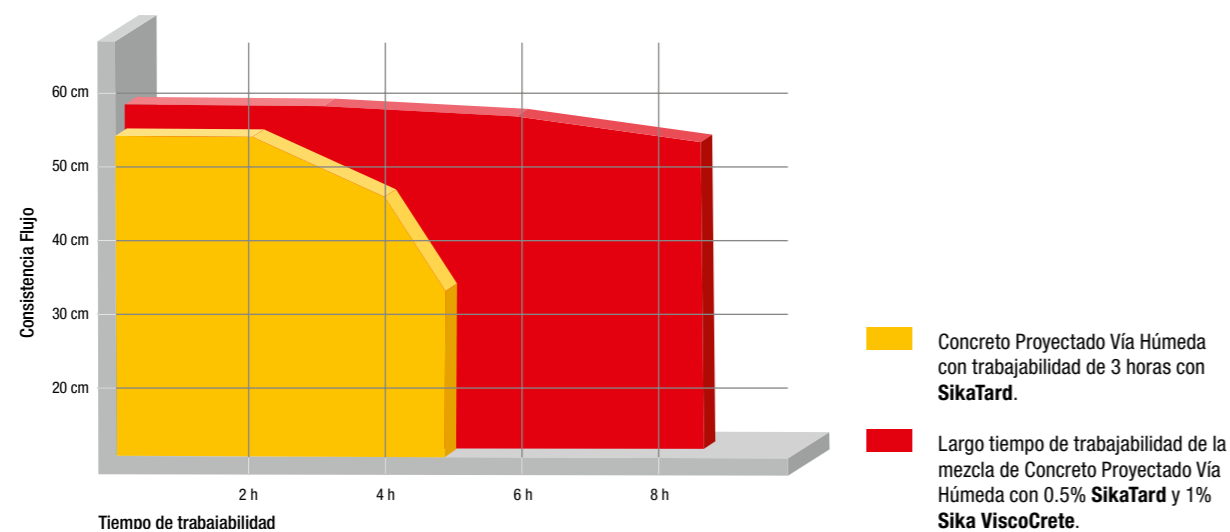


Tabla de aditivos y adiciones para Concreto Proyectado

Tipo	Productos	Uso / efecto	Observaciones
Superplastificantes	Sika®ViscoCrete®	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta reducción de agua.</li> <li>Mejor trabajabilidad.</li> <li>Tiempo controlado de trabajabilidad.</li> <li>Rápido incremento de resistencias.</li> <li>Mejores propiedades de retracción y fluencia.</li> <li>Baja permeabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efecto óptimo cuando se adiciona después del agua.</li> <li>Dosis óptima dependiendo de tipo de cemento.</li> <li>Para propiedades específicas son esenciales las pruebas preliminares con el cemento y agregados a utilizar.</li> </ul>
Inhibidor de fraguado	SikaTard®	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de trabajabilidad ajustable hasta 80 hrs.</li> <li>No requiere limpieza de bombas y mangueras durante la fase de retardo.</li> </ul>	
Humo de sílice en polvo	SikaFume®	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejor adherencia entre el agregado y la pasta.</li> <li>Alta resistencia al congelamiento / descongelamiento.</li> <li>Bajo rebote.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adicionado en la planta de concreto.</li> <li>Es necesario un óptimo curado porque el concreto con humo de sílice pierde la humedad superficial muy rápido.</li> </ul>
Ayudantes de bombeo y estabilizadores	SikaPump® Sika®Stabilizer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora la homogeneidad y la cohesión interna de las mezclas de concreto no adecuadas para el bombeo.</li> <li>Incremento del caudal de proyección con menor consumo de energía, aún para mezclas con agregado triturado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La adición incrementa la capacidad de bombeo y la cohesión. No ajustar agregando agua.</li> </ul>





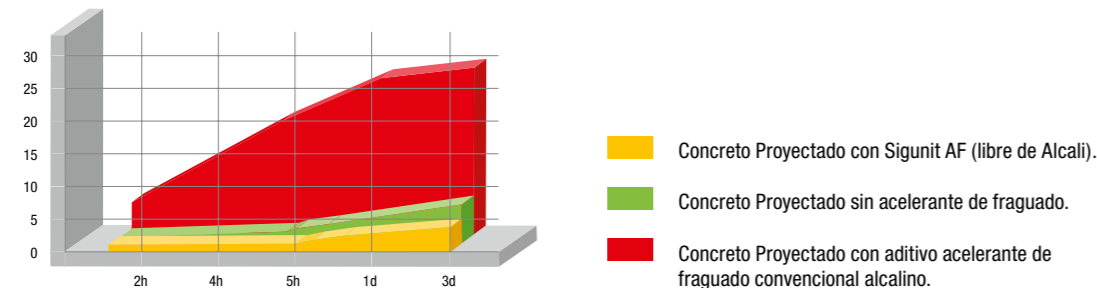
# Aditivos Acelerantes para Concreto Proyectado

## Tipos de acelerantes y sus principales propiedades

Propiedades	Tipo de acelerante		
	Alcalino con base en aluminatos	Alcalino con base en silicato	Libre de Alcalis
Dosis	3 - 6 %	12 - 15 %	4 - 7 %
Valor pH	13 - 14	11 - 13	3
Na <sup>2</sup> O Equivalente	20%	12%	< 1%
Alta resistencia inicial a igual dosis	++++	++++	+++
Resistencia final	+	--	+++
Impermeabilidad	++	--	+++
Comportamiento con filtraciones	---	--	--
Higiene ambiental	-	+	+++
Seguridad ocupacional y de transporte	---	+	+++

## Solubilidad del hidróxido de calcio Ca(O<sub>2</sub>H)

Contenido de hidróxido de calcio en mmol/L x cm<sup>2</sup>



## Acelerante para Shotcrete

Tipo	Productos	Uso / efecto	Observaciones
<b>Acelerante de fraguado libre de álcalis líquido</b>	<b>Sigunit®AF Líquido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte durante la excavación de túneles.</li> <li>Estabilización de rocas y taludes.</li> <li>Concreto Proyectado de revestimiento de alta calidad.</li> <li>Alta resistencia inicial.</li> <li>Aumenta la impermeabilidad.</li> <li>Reduce la solubilidad.</li> <li>Seguridad ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para Concretos Proyectados Vía Seca o Húmeda.</li> <li>No cáustico.</li> <li>Baja reducción de la resistencia final comparada con el concreto original no acelerado.</li> <li>No compatible con acelerantes alcalinos.</li> <li>Las partes de metal en contacto con este acelerante deben ser de acero inoxidable.</li> </ul>
<b>Acelerante de fraguado libre de álcalis en polvo</b>	<b>Sigunit®AF Polvo</b>		
<b>Acelerante de fraguado alcalino líquido</b>	<b>Sigunit® Líquido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte durante la excavación de túneles.</li> <li>Estabilización de rocas y taludes.</li> <li>Muy altas resistencias iniciales.</li> <li>Bajo rebote.</li> <li>Puede ser proyectado sobre sustratos húmedos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para Concreto Proyectado Vía Seca o Húmeda.</li> <li>Corrosivo.</li> <li>Reducción de la resistencia final comparado con el concreto original no acelerado.</li> </ul>
<b>Acelerante de fraguado alcalino en polvo</b>	<b>Sigunit® Polvo</b>		

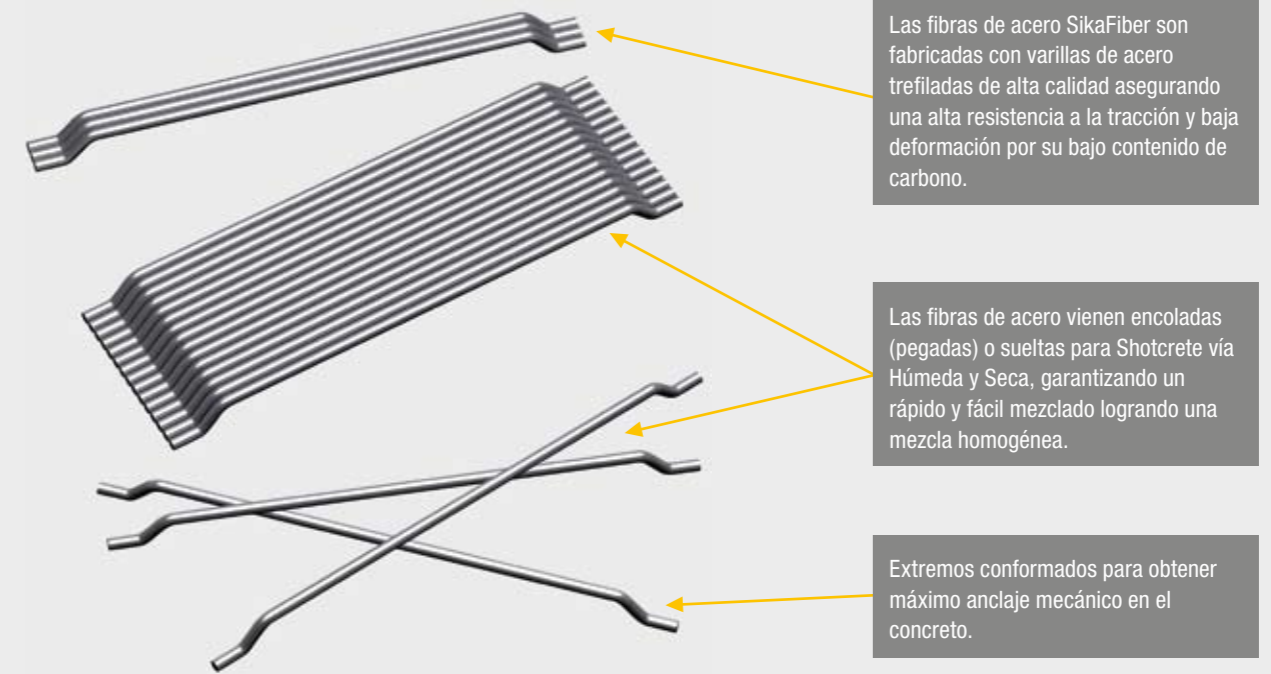
# Morteros Proyectados Vía Seca y Húmeda

Tipo	Productos	Uso / efecto
Concreto proyectado para estabilización y sello de filtraciones.	<b>SikaShot®</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte durante la excavación de túneles.</li> <li>Estabilización de rocas y taludes.</li> <li>Concreto Proyectado de revestimiento de alta calidad.</li> <li>Alta resistencia inicial.</li> <li>Aumenta la impermeabilidad.</li> <li>Reduce la solubilidad.</li> <li>Seguridad ambiental.</li> </ul>
Concreto proyectado para Sello de filtraciones modificado con humo de sílice.	<b>SikaCrete® - Gunita®</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta durabilidad.</li> <li>Alta resistencia a las heladas y al congelamiento / descongelamiento.</li> <li>Resistente a sulfatos.</li> <li>Buena adherencia al sustrato.</li> <li>Proceso de proyección Vía Seca.</li> </ul>
Concreto proyectado para sello de filtraciones modificado con polímeros.	<b>SikaCem® - Gunita®</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede ser aplicado en capas delgadas.</li> <li>Alta resistencia a las heladas y al congelamiento / descongelamiento.</li> <li>Resistente a sulfatos.</li> <li>Buena adherencia al sustrato.</li> <li>Proceso de proyección Vía Seca.</li> </ul>
Mortero de reparación con humo de sílice y modificado con polímeros.	<b>Sika®MonoTop®</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reparación de estructuras de concreto.</li> <li>Alta resistencia a las heladas y al congelamiento / descongelamiento.</li> <li>Buena adherencia al sustrato.</li> <li>Es proyectado Vía Húmeda.</li> <li>Mortero listo de 1 componente.</li> </ul>





### Características de la Fibra de Acero



Las fibras de acero SikaFiber son fabricadas con varillas de acero trefiladas de alta calidad asegurando una alta resistencia a la tracción y baja deformación por su bajo contenido de carbono.

Las fibras de acero vienen encoladas (pegadas) o sueltas para Shotcrete vía Húmeda y Seca, garantizando un rápido y fácil mezclado logrando una mezcla homogénea.

Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

## SikaFiber: Fibra de acero para Concreto Projectado

Las ventajas del Concreto Projectado con fibra de acero son las siguientes:

- Concreto dúctil con una gran capacidad de soporte de carga, resistente a la fatiga, a esfuerzos cortantes e impacto.
- Control eficaz de las fisuras.
- Durabilidad.
- Rápida y fácil aplicación.



### SikaFiber:

El rendimiento de las fibras depende de la dosificación (kg/m<sup>3</sup>) y de los parámetros de resistencia a la tracción, longitud, diámetro, anclaje y forma.

Un factor determinante para calificar la calidad del concreto con fibras es la relación entre la longitud y el diámetro de la fibra, cuanto más alta sea esta relación l/d, mejor será el rendimiento.



### SikaFiber ofrece 3 alternativas:

■ **SikaFiber LHO 45/35 NB**

**Rendimiento normal.**  
Una relación l/d de 45 es el valor mínimo requerido para obtener un concreto dúctil.

■ **SikaFiber CHO 65/35 NB**  
**Rendimiento de alta calidad.**  
Una relación l/d de 65 permite obtener un Concreto Projectado de alta ductilidad.

■ **SikaFiber CHO 80/60 NB**

Súper rendimiento para pisos o losas industriales.



# Equipos para Concreto Projectado

En una obra de Concreto Projectado el proceso de selección del equipo y la experiencia personal son relevantes en dos aspectos importantes, como son la calidad y la productividad del proceso.

Sika dispone de una variedad de equipos que aportan soluciones para abordar obras de gran envergadura, como túneles, hasta para trabajos tan delicados como una reparación estructural.



Tipo	Equipos	Uso / efecto
<b>Sistemas para proyectar Concreto</b>	Sika® - PM500 Sika® - PM702 Sika® - PM407P Aliva® - 503	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistemas para proyectar concreto en Vía Húmeda y Vía Seca, altamente mecanizado para túneles grandes y pequeños.</li> <li>■ Alta flexibilidad por su diseño modular.</li> <li>■ Ideal para taludes altos.</li> <li>■ Sistema autónomo para proyectar concreto.</li> </ul>
<b>Equipos para proyectar Concreto</b>	Aliva® - 246 Aliva® - 252 Aliva® - 263 Aliva® - 285	<b>Equipos para proyectar concreto Vía Seca y Húmeda</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rendimiento bajo a medio.</li> <li>■ Móvil y multipropósito.</li> <li>■ Para proyectar morteros y concretos.</li> </ul>
<b>Brazo para Concreto Projectado</b>	Aliva® - 302	<b>Brazo telescópico para Concreto Projectado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Amplio rango de operación.</li> <li>■ Máxima movilidad.</li> </ul>
<b>Dosificadores</b>	Aliva® - 403.4 Aliva® - 403.5	<b>Dosificadores de aditivo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Alta eficiencia.</li> <li>■ Control de dosis sincronizada con el equipo de proyección.</li> </ul>



# Obras realizadas a nivel mundial



Ferrovía Imperia - Sika PM500, Italia.



Túnel Guayasamín, Quito - Ecuador.



Hidroeléctrica Porce III - Antioquia - Colombia



Túnel Neckarwestheim - Sika PM500, Alemania.



# Sika, una compañía de presencia mundial



## Lideramos en el mundo para que usted lo aproveche en Colombia.

Mientras usted lee este párrafo, cientos de científicos y técnicos de Sika están trabajando en nuestras subsidiarias del mundo. ¿Qué hacen? Acumulan know how. Es decir, perfeccionan equipos. Optimizan procesos. Afinan el soporte técnico para los productos que desarrollamos, como es el caso del Concreto Proyectado que presentamos en este brochure. ¿Por qué lo hacemos así? Porque buscamos ser valorados por nuestra calidad. Por nuestro compromiso con la seguridad. El que nos consideren líderes a nivel mundial quizá es una prueba de que lo estamos logrando.

## Sika Colombia S.A.

### Barranquilla

Calle 30 No. 1 - 25  
Centro Ind. Barranquilla  
Tels.: (5) 3344932 - 3344934  
Fax: (5) 3344953  
E-mail:  
barranquilla.ventas@co.sika.com

### Bogotá

Area Comercial y Técnica  
Carrera 22 No. 168 - 58 - Toberín  
PBX: (1) 677 0010  
Fax: (1) 677 0010 Ext.: 250 - 251  
Bogotá, D.C.  
E-mail: oriente.ventas@co.sika.com  
bogota.ventas@co.sika.com

### Cali

Calle 13 No. 72 - 14  
Centro Comercial Plaza 72  
Tels.: (2) 3302171 - 3302162  
3302163 - 3302170  
Fax: (2) 3305789  
E-mail: cali.ventas@co.sika.com

### Cartagena

Albornoz - Vía Mamonal  
Carrera 56 No. 3 - 46  
Tel.: (5) 6672216 - 6672044  
6672216  
Fax: (5) 6672042  
E-mail:  
cartagena.ventas@co.sika.com

### Eje Cafetero

Carrera 10 No. 34 - 41  
Bodega No. 2  
Dosquebradas - Risaralda  
Tel: (6) 3327020, 3327040,  
3327060  
Fax: (6) 3222729  
E-mail:  
pereira.ventas@co.sika.com

### Medellín

Km. 34 Autopista Medellín - Bogotá  
Rionegro  
PBX: (4) 5301060  
Fax: (4) 5301034  
E-mail: medellin.ventas@co.sika.com

### Santanderes

Kilómetro 7 - Vía a Girón  
Bucaramanga - Santander  
PBX: (7) 646 0020  
Fax: (7) 646 9000  
E-mail:  
santander.ventas@co.sika.com

Internet: [www.sika.com.co](http://www.sika.com.co) • E-mail: [sika\\_colombia@co.sika.com](mailto:sika_colombia@co.sika.com)

