



Soilcrete® (Jet Grouting)

Un método eficiente y versátil para el tratamiento del terreno

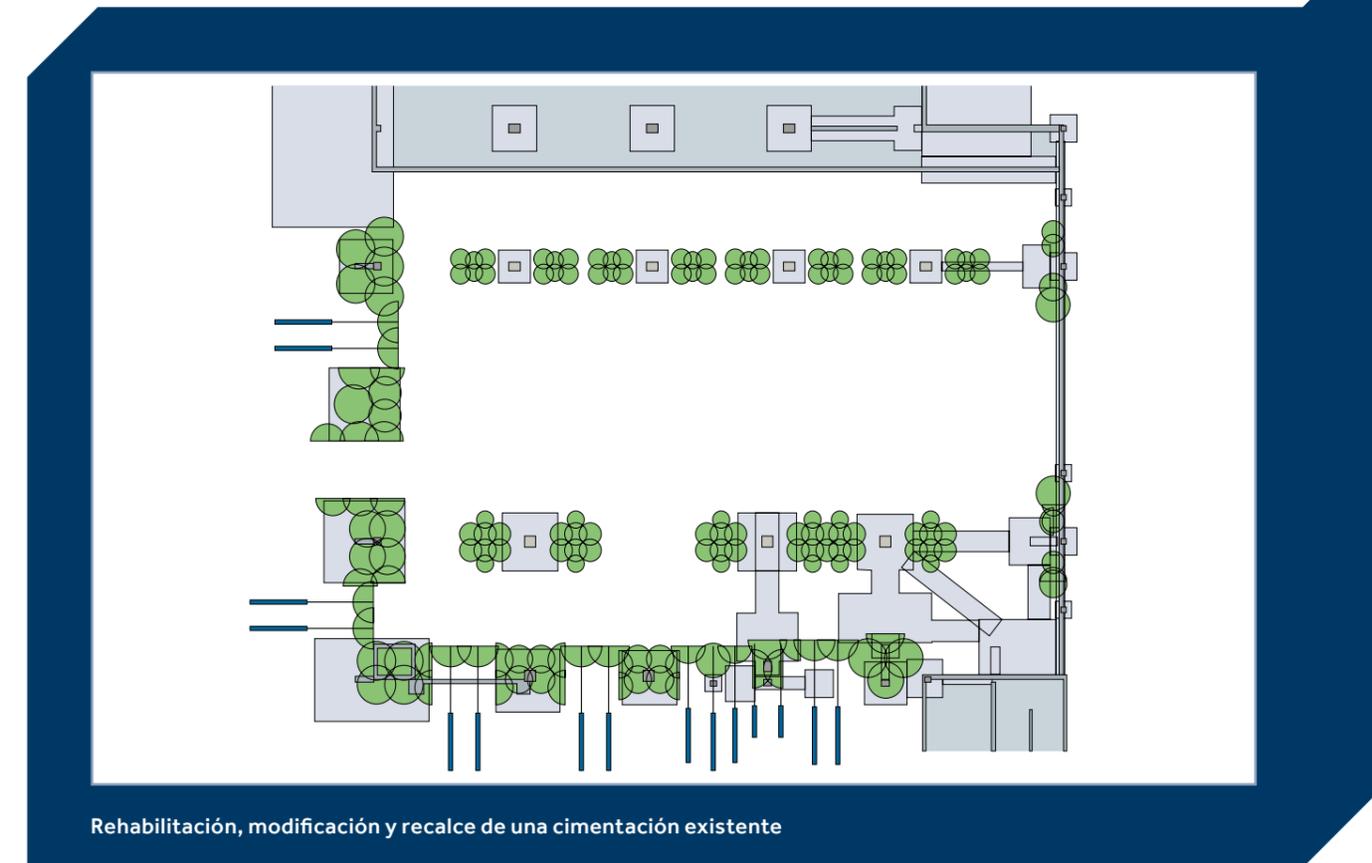
Soilcrete® – historia

Con la adquisición de la patente en el año 1979 para el desarrollo de la técnica de Jet Grouting y su introducción en Alemania bajo el sello comercial Soilcrete®, Keller entró en un nuevo campo de la mejora de suelos.

Soilcrete®

Las primeras aplicaciones de Jet Grouting fueron pequeños proyectos de recalce. Para llegar al estado actual de la técnica fue necesario realizar un importante desarrollo tecnológico.

- El proceso de Soilcrete® fue adaptado a los diferentes tipos de terreno.
- La técnica evolucionó para dar solución a una gran variedad de problemas geotécnicos.
- Los equipos fueron desarrollados y perfeccionados.



La tecnología de ingeniería de suelo más flexible

Soilcrete® (Jet Grouting) es uno de los métodos de tratamiento de suelos más eficiente y flexible para crear estructuras portantes e impermeabilizaciones en geotecnia. Keller fue pionera en esta tecnología y la introdujo en el mercado alemán en 1979 y desde entonces la utiliza en todo el mundo. Gracias a la continua investigación e innovación, así como a la inversión en nuestros equipos, somos líderes en el mercado en tecnología y podemos ofrecer soluciones para casi todas las aplicaciones en una amplia gama de condiciones del suelo, desde sedimentos sueltos hasta arcillas, incluidos suelos no homogéneos o dispuestos en capas y con presencia de material orgánico.

Keller ha conseguido mejorar formaciones de rocas blandas – por ejemplo areniscas con una débil cementación.

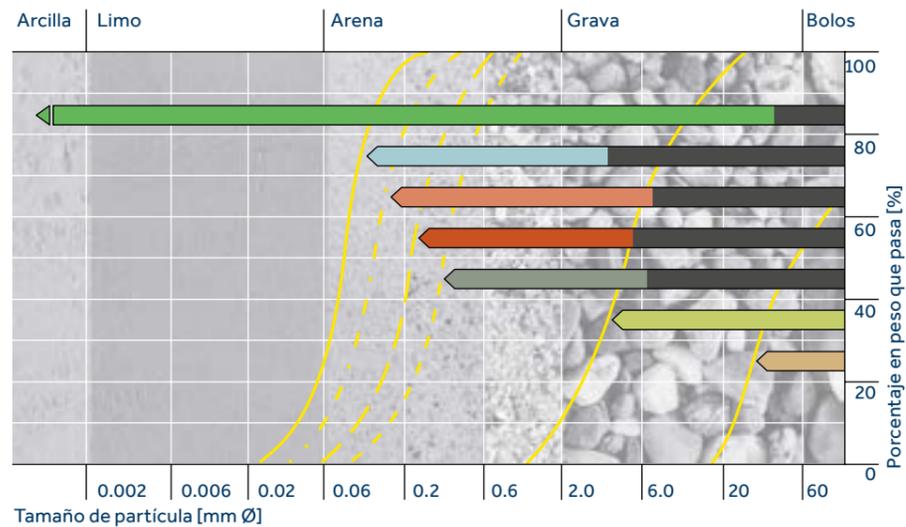
Personal experimentado, equipos modernos, estricto control de calidad y una amplia experiencia en diseño son las bases del rendimiento de vanguardia en condiciones exigentes. Con Soilcrete®, Keller ofrece diseños innovadores para el soporte de túneles, cimentaciones para estructuras nuevas y existentes, restauración de edificios históricos y contenciones. También incluye el recalce de muros y tapones de fondo para que evitar la entrada de aguas en las excavaciones, así como para evitar levantamientos hidráulicos.

Rango de aplicación para técnicas de inyección

- █ Soilcrete® - Jet Grouting
- █ Soluciones sintéticas
- █ Soluciones de silicato de sodio [Bv]
- █ Gel de silicato [Av]
- █ Cemento ultrafino
- █ Suspensión de cemento
- █ Mortero

Bv = baja viscosidad
Av = alta viscosidad

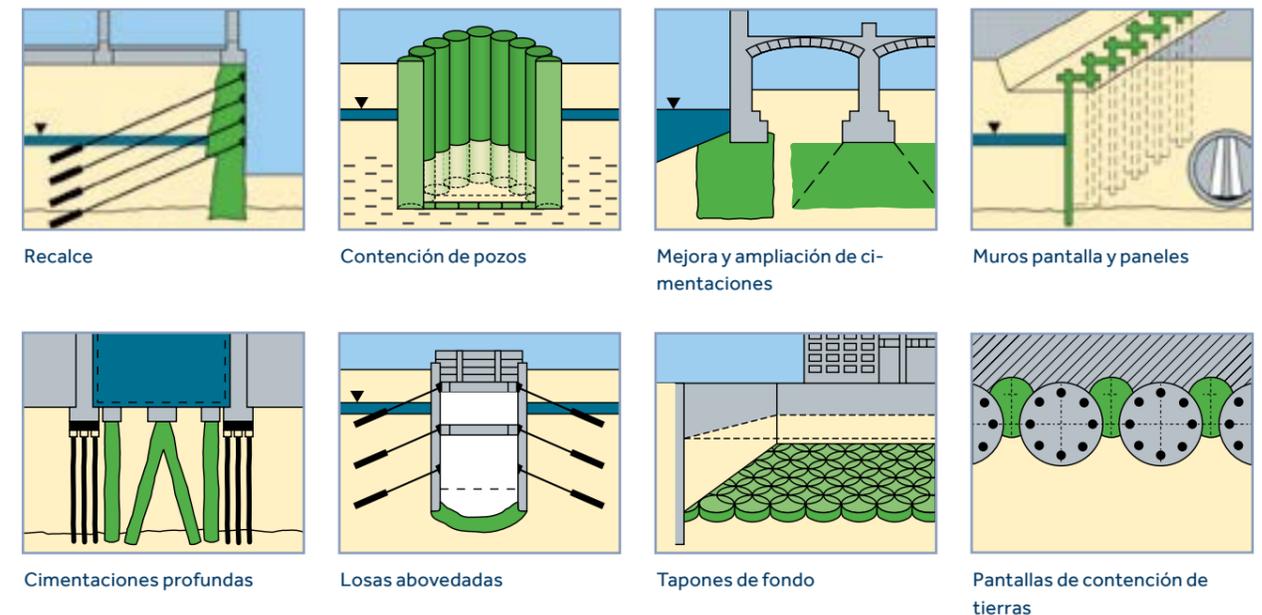
◁ Económico
▬ Antieconómico



Aplicaciones

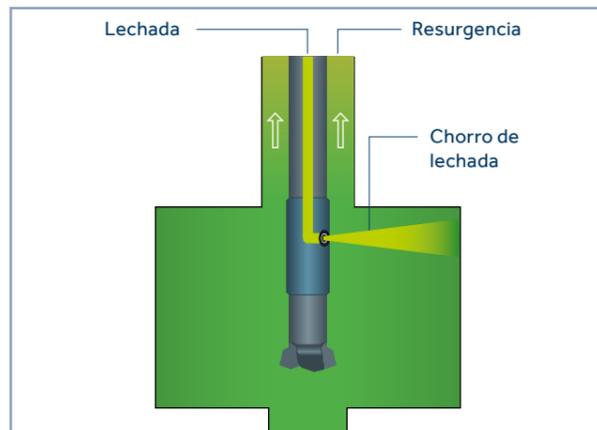
Soilcrete® es el método de elección para una amplia gama de aplicaciones.

Estabilización	Sellado
Recalce	Muros pantalla y módulos portantes
Emboquille de túneles	Tapón de fondo
Estabilización de bóvedas y contra bóvedas de túneles	Losas abovedadas
Mejora y ampliación de cimentaciones	Pantallas de impermeabilización
Modificación de cimentaciones	Sellado del núcleo de presas
Contención de excavaciones incluyendo pozos	Relleno del trasdós de Muros berlineses
Cimentaciones profundas	Sellado de juntas y huecos entre estructuras



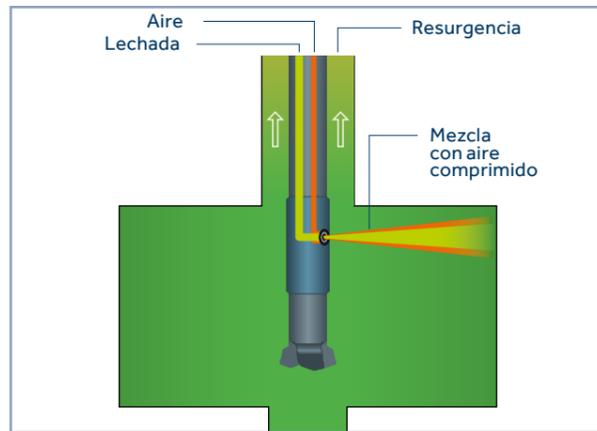
Tipos de Jet Grouting - Soilcrete®

En general existen tres tipos diferentes de Jet Grouting. El método a utilizar se determina de acuerdo a los objetivos del proyecto, las condiciones iniciales del suelo, la forma geométrica y la calidad requerida de los elementos de Soilcrete®.



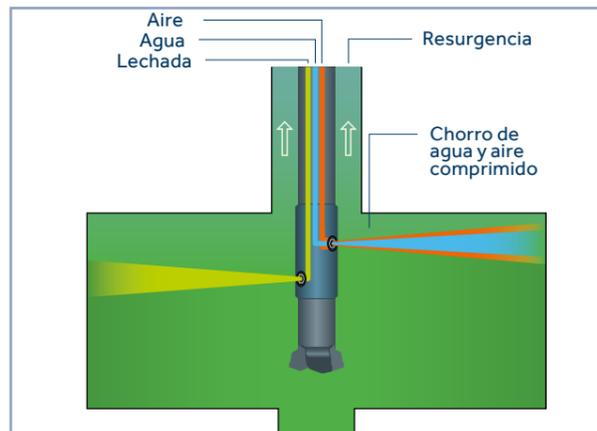
Jet Grouting 1: Soilcrete®-S

El proceso único y directo funciona con chorro de lechada de hasta 200 m/seg., de velocidad de salida para cortar y mezclar simultáneamente el suelo. El método Soilcrete®-S se utiliza para columnas de Jet Grouting, de diámetros pequeños y medianos.



Jet Grouting 2: Soilcrete®-D

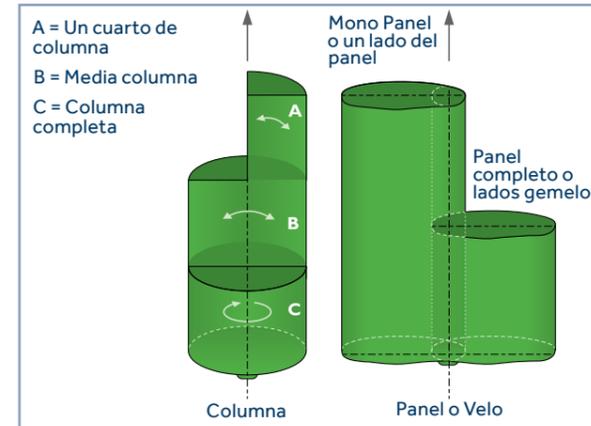
Es un proceso doble que utiliza un chorro de lechada de hasta 200 m/seg. de velocidad de salida para simultáneamente disgregar y cortar el suelo. Para incrementar la eficiencia de la erosión y el alcance del Jet se emplea una envolvente de aire a través de una boquilla especial. El método Soilcrete®-D se utiliza para columnas de Jet Grouting, de diámetros medianos a muy grandes.



Jet Grouting 3: Soilcrete®-T

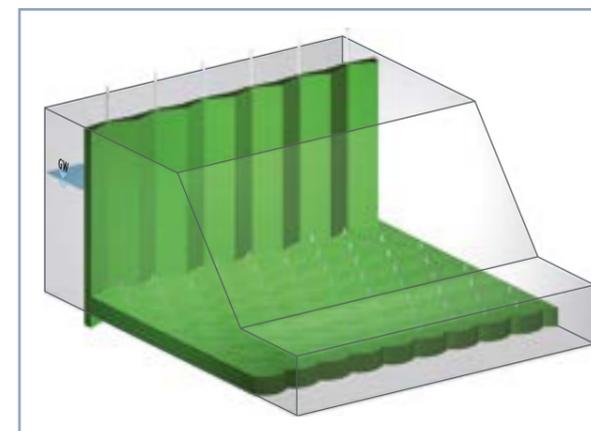
Es un proceso de triple segregación que erosiona el suelo con una envolvente de agua y aire comprimido, con una velocidad de salida de 200 m/seg. Simultáneamente se inyecta lechada a través de una tobera situada por debajo de la tobera del agua. La presión de inyección de la lechada suele ser superior a 15 bar. El método Soilcrete®-T se utiliza principalmente para el tratamiento de suelos cohesivos.

Soilcrete® Formas constructivas

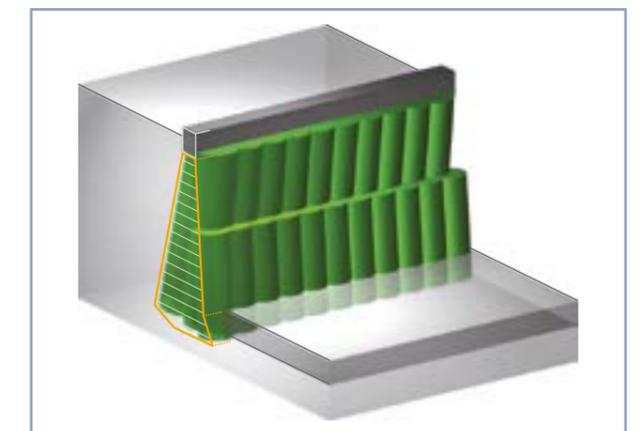


A través de diferentes movimientos del varillaje se pueden crear distintas formas geométricas de los elementos de Soilcrete®:

- La retirada del varillaje sin rotación produce paneles (movimiento "zig-zag") – si se utilizan varias toberas se pueden construir varios paneles.
- La retirada del varillaje y el giro reducido (<360°) produce segmentos o medias columnas.
- La retirada del varillaje y la rotación de 360° produce columnas completas.



Barrera hidráulica vertical formada por paneles y tapón de fondo.



Elementos de contención y recalce

La belleza de la excelencia



Soilcrete® - Descripción del proceso

Soilcrete® (Jet Grouting) es un método de tratamiento y mejora del terreno. El suelo alrededor de una perforación es erosionado por los chorros de alta velocidad de lechada de cemento o agua. Soilcrete® se ejecuta en tres variantes de proceso dependiendo de las condiciones del suelo y de las especificaciones del proyecto: proceso simple directo con uno o más chorros de lechada; proceso doble directo con uno o más chorros de lechada envueltos en aire; proceso triple con uno o más chorros de agua envueltos en aire y chorros de lechada simultáneos.

El suelo erosionado se convierte en árido en suspensión y se mezcla con lechada de cemento (y agua en el proceso triple). El exceso de mezcla suelo-cemento-agua se libera a través del espacio anular entre las varillas de inyección y la perforación. El proceso de erosión y reposición del suelo es constantemente controlado y monitoreado electrónicamente y en tiempo real, a través del sistema DAQ. Los elementos de Soilcrete® se producen en varias formas geométricas a través del movimiento del varillaje de perforación y pueden combinarse y ampliarse de diversas maneras.

El Soilcrete® - Propiedades

Las propiedades del terreno tratado mediante Jet Grouting dependen básicamente del objetivo del tratamiento (estabilización o impermeabilización) y de las características del terreno natural. La resistencia a compresión de Soilcrete® varía desde 1 hasta 25N/mm² y depende de la cantidad de cemento y del tipo de terreno tratado. La formación de barreras hidráulicas se consigue seleccionando una suspensión adecuada de cemento y formando una geometría de forma controlada.

Dependiendo de la naturaleza del suelo, las barreras hidráulicas formadas mediante Jet Grouting – Soilcrete® son capaces de reducir en varias potencias de diez el coeficiente de permeabilidad. Además, permiten la integración de barreras hidráulicas de obra nueva con obra existente, uniones de distintos materiales y tratamientos puntuales. La necesidad de formación de elementos de una alta impermeabilidad requiere de un importante sistema de control en obra.

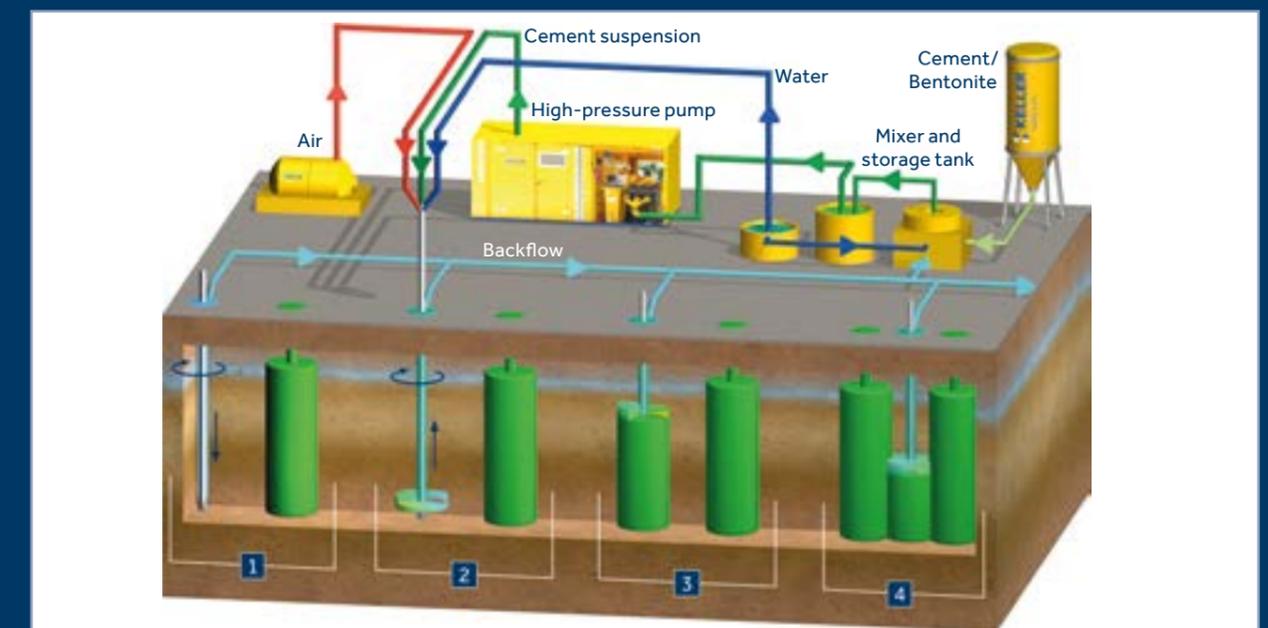
Aspectos técnicos destacados

- Chorros de corte de alta velocidad de lechada o agua y aire con velocidad de salida > 200 m / segundo
- Rango de erosión de hasta varios metros
- Aplicable para subsuelos de turba orgánica y arcilla hasta grava gruesa
- Resistencia a la compresión simple característica de hasta 20 N / mm²
- Profundidad de perforación superior a 50 m
- Se pueden producir formas geométricas variables de elementos de Soilcrete®
- Ejecución según la norma europea EN 12716

Soilcrete® – Secuencia de construcción

Las instalaciones de la obra de Soilcrete® consisten en silos para el cemento y otros equipos para la inyección de lechada tales como , mezcladores automáticos, tanques agitadores y bombas de alta presión. Las mangueras de alta presión certificadas conectan el equipo de perforación en el orificio de perforación con la bomba.

La longitud del mástil del equipo varía desde menos de 2.0 m para espacio libre limitado y hasta 35.0 m en espacios abiertos. Las perforaciones se encuentran normalmente en pequeñas zanjas, desde donde se elimina el retorno del rechazo (resurgencia) con bombas de lodos. A partir de ahí, esta resurgencia se bombea a estanques de decantación. También pueden ser empleados equipos adicionales para el reciclaje y la reducción del volumen de resurgencia.



1 Perforación

Para ejecutar la perforación de Jet Grouting se utilizan varillajes equipados con monitor y bocas de perforación hasta la profundidad necesaria, controlando la inclinación y el diámetro necesario para garantizar la evacuación de la resurgencia. Normalmente la mezcla de lechada se utiliza como fluido de perforación para estabilizar la perforación durante el proceso de excavación.

2 Inyección

La inyección de fluidos a muy alta velocidad y disgregación del suelo empieza en el extremo inferior del elemento Soilcrete®. El exceso de la mezcla de suelo y cemento es empujado a la superficie a través del espacio anular entre el varillaje y la pared de la perforación. Los parámetros de ejecución preseleccionados se controlan y comprueban constantemente.

3 Mezcla

Para todos los tipos de Jet Grouting la lechada de cemento se inyecta simultáneamente con el proceso de erosión del suelo. Los monitores de inyección de Soilcrete®, dotados de un movimiento programado de rotación y al mismo tiempo de extracción, permiten la realización de la columna de terreno tratado según los parámetros establecidos, formando una mezcla uniforme de la lechada con el suelo dentro de la zona de tratamiento.

4 Las secuencias de ejecución

Los diferentes elementos Soilcrete® pueden ejecutarse sobre elementos frescos o ya fraguados y pueden ser combinados y unidos de diferentes formas. La secuencia de ejecución depende de los requerimientos técnicos y los condicionantes de la estructura a tratar.

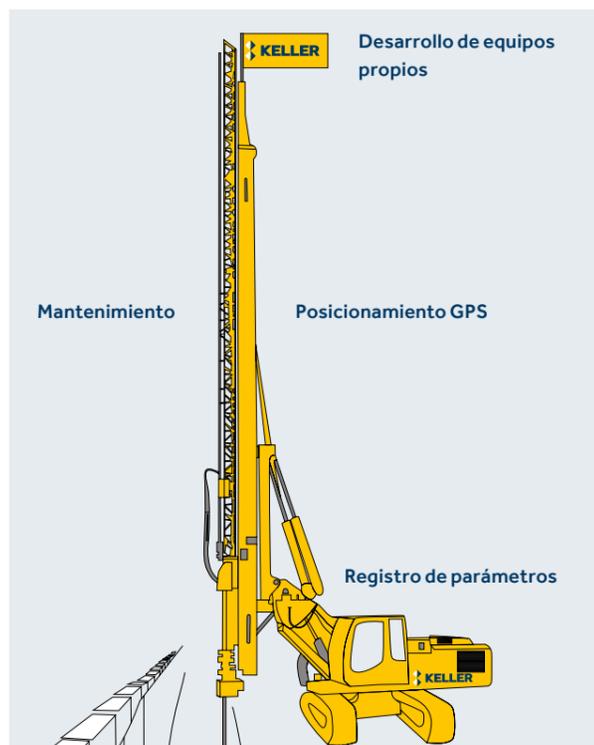
Control de calidad del Soilcrete®

Eficiencia, fiabilidad y calidad mediante la automatización de procesos y el control de procesos.

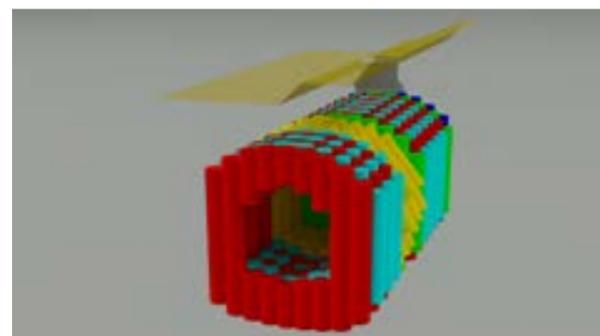
La eficiencia de costo y tiempo sin comprometer la calidad es nuestro sello distintivo. Puesto que establecemos los cimientos de los proyectos, tomamos nuestras responsabilidades muy en serio y cumplimos lo prometido para satisfacer las expectativas y requisitos de nuestros clientes.

Keller's Quality Process Management (QPM) La Gestión del Proceso de Calidad de Keller (GPC/QPM) conecta nuestros departamentos de ingeniería, operaciones y mantenimiento directamente con nuestro personal y equipos en obra. Mientras nuestros equipos están trabajando, los sensores están grabando parámetros claves de producción tales como la profundidad, presión, caudal, velocidad de ascenso del varillaje, velocidad de rotación y

otros datos relevantes de forma electrónica y en tiempo real para garantizar la calidad del proceso y reportarlos a nuestras oficinas. Nuestros ingenieros y los equipos de operaciones monitorean esta información para tomar decisiones sobre la adaptación del diseño, los cambios del proceso o el mantenimiento necesario. Este grado avanzado de automatización y control del proceso nos permite reducir el tiempo de inactividad de nuestros equipos, reaccionar de manera flexible ante condiciones del suelo imprevistas y optimizar el progreso y la eficiencia de nuestro trabajo. El beneficio para nuestros clientes: calidad y seguridad generando confianza en un trabajo bien hecho.



Registro automático de parámetros M5



Visualización

Registro de parámetros M5

La norma EN 12716 de 2018 hará obligatoria el registro continuo de datos en tiempo real. Keller lleva utilizando un sistema propio de adquisición de datos (M5) desarrollado para todos los productos Keller, incluido Soilcrete®, durante muchos años. Todos los parámetros de ejecución relevantes, como la velocidad de rotación, la velocidad de extracción de la sarta de perforación, la presión de corte/inyección, la presión y caudal de agua y aire son registrados de forma continua. Es la herramienta más importante para la verificación de la configuración de parámetros *as-built* para cada elemento individual.

Visualización

Los proyectos de Soilcrete® se están volviendo más complejos que nunca. Para mantener nuestros altos niveles de calidad, se necesitan nuevas formas de visualizar los elementos instalados. Keller es pionera en el desarrollo de la visualización exacta en 3D de elementos Soilcrete® en alta resolución. La ubicación precisa controlada por GPS de nuestras herramientas y una medición de la desviación exacta de las perforaciones se combinan para ello.



Control de diámetro



Toma de muestras y ensayos

Equipos

Keller tiene su propio departamento de ingeniería mecánica que proporciona equipos y herramientas de inyección de Jet Grouting de última generación. Permite a Keller diseñar y fabricar equipos con una amplia gama de requisitos. Están disponibles equipos que pesan desde 3 toneladas hasta más de 40 toneladas. Cada equipo está equipado con un sistema de adquisición de datos M5. Donde sea necesario se pueden añadir sistemas GPS, manipuladores de varillas, extensiones de mástil y herramientas de perforación y de Jet especializadas. El mantenimiento remoto y en obra se lleva a cabo por un gran equipo de mecánicos especializados.

Control del diámetro

Además de la resistencia del material y el efecto de sellado, la determinación del diámetro del elemento en todas las capas de suelo tratadas es esencial para cumplir con los requisitos del proyecto. El Controlador de Columna Acústico de Keller - ACI © fue desarrollado y patentado para poder realizar mediciones de diámetro y la optimización de los parámetros de ejecución a gran profundidad y durante el proceso de inyección. Otra característica del ACI © es la capacidad de controlar y demostrar la conexión entre los elementos de Jet Grouting y las estructuras existentes, como tablestacas, muros pantalla y otros sistemas de soporte laterales.

Toma de muestras y ensayos

Parte de la mayoría de los requisitos específicos del proyecto son una cierta resistencia característica, a menudo junto con una reducción de la permeabilidad (conductividad hidráulica). Se aplican diferentes métodos para obtener muestras para verificar las propiedades de la columna, como extracción de testigos, toma de muestras en fresco obtenidas con un toma muestras especial o toma de muestras de la resurgencia. Estas muestras se ensayan en laboratorios homologados para comprobar la resistencia y también la permeabilidad, si fuera necesario.



Keller Group Plc

Especialista en soluciones geotécnicas
www.keller.com