

# MANUAL DE IMPERMEABILIZACIÓN ESTRUCTURAL CON BENTONITA



## BENTOFIX®



La membrana perforada original para impermeabilización





# MANUAL DE IMPERMEABILIZACIÓN ESTRUCTURAL CON BENTONITA

Introducción .....	4
Los efectos del agua en estructuras de concreto reforzado .....	4
El producto BENTOFIX® BFG .....	4
<hr/>	
El sistema de impermeabilización BENTOFIX® BFG .....	6
La estructura de BENTOFIX® BFG 5000 .....	7
Sellado de losas de piso de concreto reforzado .....	8
<hr/>	
Instalación contra un encofrado .....	9
Sellado de pilotes de cimentación .....	10
Instalación en muros verticales .....	11
<hr/>	
Realización de una junta de dilatación horizontal .....	12
Sellado de juntas de dilatación en muros verticales .....	12
<hr/>	
Barra de anclaje final .....	13
Sellado de muros verticales contra estructuras de contención ....	13
Sellador de juntas preformado BENTOSTRIP .....	14
<hr/>	

## INTRODUCCIÓN

Si bien es un elemento vital necesario para mantener la vida, el agua también puede tener efectos altamente perjudiciales sobre las estructuras construidas por el hombre. Este fenómeno de ser a la vez sustento de la vida y perjudicial para nuestro medio ambiente hace del agua un medio que debemos considerar muy cuidadosamente con respecto a las aplicaciones de ingeniería. Ya sea que tengamos que tomar medidas para contenerla y conservarla o para protegernos en contra de ella, el agua es un recurso natural valioso e irremplazable.



En los tiempos modernos, nuestro respeto por la naturaleza va más allá del equilibrio entre el desarrollo social y el progreso tecnológico. Las empresas que operan en este sector deben considerar estos aspectos, siendo el conocimiento y la experiencia el motor de un equilibrio entre las consideraciones sociales, ambientales y económicas.

El desarrollo y el constante crecimiento de las ventas de nuestro producto de sellado, BENTOFIX® se basa en la observancia de estos requisitos esenciales. Innovadora y dinámica, NAUE se han convertido en una fuerza importante en contención hidráulica, proporcionando sistemas de sellado que han sido utilizados en una multitud de aplicaciones de ingeniería por empresas de consultoría y autoridades públicas. Somos capaces de ofrecer soporte técnico desde el diseño conceptual hasta la instalación, proporcionando a nuestros clientes soluciones mediante el uso de nuestros productos innovadores.

Sección Transversal de BENTOFIX® BFG 5000V



En 1987, NAUE desarrolló BENTOFIX®, un revestimiento geosintético de arcilla de bentonita GCL, también conocido como barrera geosintética de arcilla (GBR-C) o estera de bentonita.

## EFFECTOS DEL AGUA EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

Un elemento de concreto armado para pozo debe ser capaz de resistir la penetración del agua incluso bajo altas presiones de agua, protegiendo así su acero integral contra la corrosión. En realidad, es muy difícil (incluso para la mayoría de las plantas de producción modernas) producir una masa de concreto reforzado que sea tan perfecta, ya que la menor inconsistencia (como la agregación de grava) puede causar imperfecciones en el concreto. A menudo, el agua que penetra en el concreto reforzado es ácida y por lo tanto tiene un efecto agresivo sobre los elementos químicos básicos del concreto así como con el refuerzo de acero. Esto conduce finalmente a la descomposición del elemento compuesto. Fácilmente se puede hacer pequeñas grietas en las secciones externas de una masa de concreto reforzado durante el período de curado debido a la contracción. Las estructuras de concreto también son susceptibles al agrietamiento debido a las oscilaciones causadas por el tráfico, así como el asentamiento del suelo subyacente y fenómenos naturales como terremotos. El refuerzo de acero, especialmente en el lado adyacente a la superficie exterior, está particularmente expuesto a la corrosión causada por la penetración de agua a través de estas grietas y a través de micro grietas causadas por la flexión del elemento durante su vida útil.

BENTOFIX® BFG 5000 es un sistema de sellado de concreto que protege eficazmente las estructuras de concreto reforzado, evitando la penetración de agua y protegiendo la estructura contra el ataque de sustancias químicas agresivas presentes en el suelo circundante.

### EL PRODUCTO BENTOFIX® BFG 5000

La tecnología de sellado de BENTOFIX® consta de dos elementos básicos:

- Bentonita sódica de alta expansión como material de sellado;
- Geotextiles robustos que encapsulan y contienen la bentonita.

La bentonita sódica es un material natural que se formó geológicamente a partir de cenizas volcánicas aproximadamente hace 100 millones de años. Se origina donde esta ceniza volcánica se depositó en los océanos de ese tiempo. Al formarse de forma natural, la bentonita sódica es estable y proporciona un desempeño previsible a largo plazo. Una propiedad especial de la bentonita de sodio es su capacidad de expandirse al contacto con el agua, especialmente agua subterránea, lo que hace que la arcilla seca se convierta en un gel impermeable. Esto, junto con varias otras propiedades, hace que la bentonita de sodio sea un material ideal para el sellado seguro de estructuras de concreto reforzado. Los geotextiles juegan un papel importante en la tecnología de sellado de BENTOFIX®. Al entrar en contacto con el agua, la bentonita se expande 15 veces de su volumen original. Para beneficiarse de este proceso de expansión y, por lo tanto, obtener la capacidad de sellado óptima, la bentonita debe estar contenida para evitar que se expulsada del sistema de sellado.

Los geotextiles juegan un papel importante en la tecnología de sellado de BENTOFIX®. Al entrar en contacto con el agua, la bentonita se expande 15 veces de su volumen original. Para beneficiarse de este proceso de expansión y, por lo tanto, obtener la capacidad de sellado óptima, la bentonita debe estar contenida para evitar que se expulsada del sistema de sellado. Los geotextiles encapsulan la bentonita dentro de millones de puentes de fibra y evitan que el gel de bentonita (una vez hidratada) se extienda fuera de la barrera de membrana sintética compuesta. La correcta instalación entre el concreto reforzado y el suelo contribuye a un sistema impermeabilizante eficiente y permanente.

Esquema gráfico del traslape autosellante de BENTOFIX® BFG 5000



La clave del éxito de BENTOFIX® reside en el proceso de fabricación. La bentonita sódica se encapsula dentro de los espacios vacíos de dos capas de geotextil en un proceso especial de punzonado con agujas.

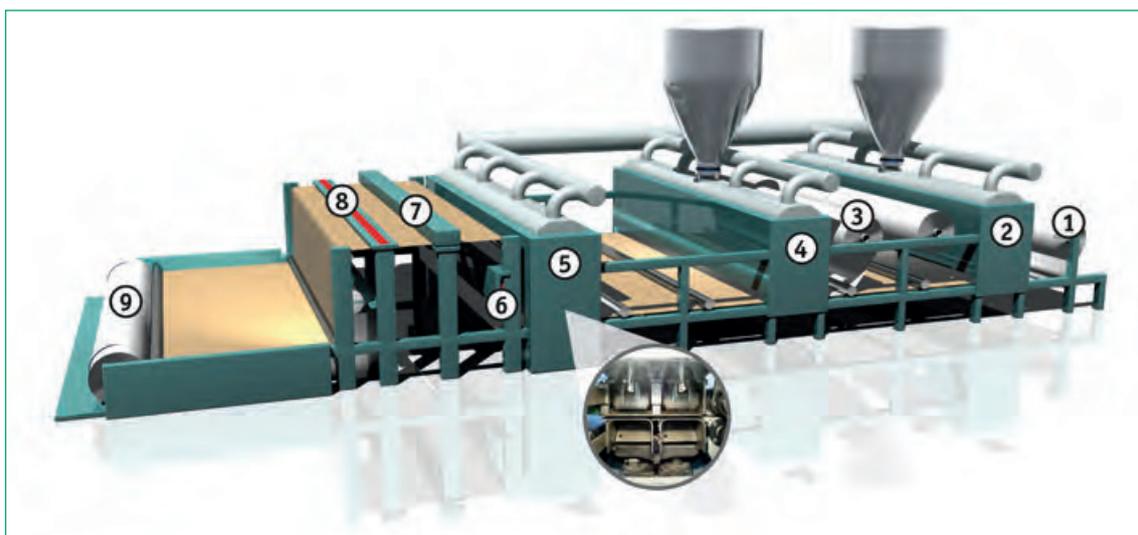
El agua hace que la bentonita de sodio se expanda y transforme su consistencia de una arcilla a una sustancia similar a un gel. Cuando se requiere sellar una cara vertical, como lo sería un muro, la bentonita tendrá la tendencia a desplazarse debido a los efectos de la gravedad si no está contenida. Además, cuando se encuentra agua fluyendo, esto también puede provocar el desplazamiento del gel de bentonita.

Estos y muchos otros problemas han sido superados con BENTOFIX®. Debido al proceso de punzonado de capas de la capa primaria de bentonita sódica de alta

expansión entre dos geotextiles, la bentonita se retiene en posición mediante el laberinto de puentes de fibras formados a través de la bentonita durante el proceso de fabricación. La unión mecánica de los geotextiles utilizados como capas de contención y la solidez y estabilidad global del producto compuesto BENTOFIX® se garantizan mediante punzonado con agujas. Antes del proceso de punzonado con agujas, se extiende una capa secundaria adicional de polvo de bentonita de la misma calidad sobre todo el material no tejido de la cubierta, y miles de agujas especialmente dentadas penetran a través de la esterilla en una dirección alternada hacia arriba y hacia abajo, forzando las fibras del geotextil no tejido de la parte superior a través de la capa de bentonita primaria y anclándolas en la capa tejida inferior de retención (portadora). Adicionalmente, este proceso garantiza que la capa de bentonita secundaria esté impregnado completamente los poros de la capa no tejida de cubierta, creando una membrana de bentonita uniforme, estable a la erosión con traslapes de auto-sellado y con desempeño de sellado de interfaz. Se genera un laberinto de fibra sintética para todo el producto en el cual las partículas de bentonita en polvo se mantienen en una posición estable. En este proceso, se anclan de 2 a 3 millones de fibras por m<sup>2</sup> y dan al sistema una coherencia mecánica particular.

Las fibras sobresalientes del lado de geotextil tejido son entonces tratadas térmicamente por bloqueo térmico que proporcionan una resistencia adicional a la posible extracción de fibras bajo las tensiones de confinamiento debido a la capacidad de expansión de la bentonita de sodio al contacto con agua. La capacidad de sellado natural de alta calidad de la bentonita se mantiene y además se mejora debido -

- ① Geotextil portador.
- ② Distribución primaria de polvo de bentonita.
- ③ Cubierta de material no tejido.
- ④ Distribución secundaria de polvo de bentonita.
- ⑤ Punzonado con agujas.
- ⑥ Proceso de bloqueo térmico.
- ⑦ Detector de agujas.
- ⑧ Imán.
- ⑨ Rollo terminado.



Proceso de fabricación de BENTOFIX®

al aumento de la presión generada al confinar la expansión dentro del material compuesto a través del punzonado mecánico de las capas de geotextil. El resultado de este proceso de fabricación es un producto que es capaz de contener la bentonita sódica hidratada, incluso cuando se instala en posición vertical.

Además, la selección de los geotextiles utilizados en la fabricación de BENTOFIX® BFG 5000 brinda flexibilidad y optimas propiedades mecánicas y físicas al sistema de sellado, y permite una instalación sencilla.

## PROCESO DE FABRICACIÓN DE SISTEMA BENTOFIX®

Debido a que las estructuras de concreto reforzado son porosas por naturaleza y son susceptibles al agrietamiento, la bentonita de sodio es un material de sellado ideal debido a su capacidad para expandirse al contacto con el agua, creando una barrera impermeable. La consistencia en forma de gel de la bentonita sódica hidratada, especialmente la bentonita impregnada en el material no tejido, permite moldear al perfil del elemento de concreto reforzado, sellando las pequeñas grietas superficiales así como aquellas que se producen cuando la estructura está en servicio. Para que este sistema funcione correctamente, es esencial que la barrera de bentonita tenga contacto directo con el elemento de concreto reforzado que está protegiendo. Además evita el flujo de fluido entre la superficie del concreto y el propio sistema de sellado.

BENTOFIX® BFG 5000 es ideal para aplicaciones de impermeabilización ya que la capa externa del geotextil no tejido se impregna con una capa adicional de bentonita sódica sobre toda su superficie. El producto se instala con el geotextil no tejido en contacto con el elemento de concreto. Esto da continuidad y contacto directo sobre toda el área donde la bentonita entra en contacto con la superficie de la estructura de concreto reforzado. Una vez hidratada, la bentonita sódica impregnada en la superficie exterior del geotextil no tejido se expande entrando en las pequeñas grietas o imperfecciones, sellándolas de la entrada de agua. Además, esto garantiza el sellado de todos los traslapes del BENTOFIX® BFG 5000, incluso si los paneles se cortan a la medida o se recortan para ajustarse alrededor de las protuberancias. Un proceso de fabricación especial permite la encapsulación estable de polvo de bentonita dentro de los poros del material no tejido.

BENTOFIX® BFG 5000 utiliza bentonita sódica en polvo que permite una cobertura homogénea de la superficie de concreto.

Las partículas de pequeño tamaño de la bentonita en polvo reaccionan inmediatamente a la presencia de agua, reduciendo drásticamente el tiempo de activación de la bentonita. En el sitio esto significa una capacidad de impermeabilización inmediata en la mayoría de las condiciones climáticas.

BENTOFIX® BFG 5000 es un producto robusto y resistente a la intemperie que aprovecha al máximo las propiedades físicas y mecánicas de sus componentes. Además de las excelentes propiedades de sellado de la bentonita sódica, los geotextiles compuestos proporcionan una alta resistencia a la punción y protegen contra daños mecánicos que se producen durante la instalación en el sitio.

La flexibilidad de los geotextiles permite que BENTOFIX® BFG 5000 se utilice con casi todos los tipos de perfiles de concreto reforzado, garantizando un perfecto sellado de todos los bordes y espacios huecos.



Aunque recomendamos instalar BENTOFIX® BFG 5000 en estado seco, se ha utilizado en muchos proyectos de construcción donde la bentonita se hidrataba antes de entrar en contacto con la estructura o el suelo. La construcción perforada del producto evita que la bentonita se entienda mediante el confinamiento del material expandido dentro del revestimiento compuesto. Sin embargo, una vez que la membrana esté hidratada se deben evitar puntos de presión mayores.



En estado seco, BENTOFIX® BFG 5000 tiene un espesor de aproximadamente 7 mm. Una vez hidratado, el espesor del producto aumenta, dependiendo de la tensión de confinamiento, aproximadamente otros 4 mm.



BENTOFIX® BFG 5000 se fabrica en tres tamaños estándar y se entrega en rollos. Dependiendo de la aplicación en particular, la elección del tamaño del rollo permite un almacenamiento y manejo sencillos en el sitio. Los sellados impermeables completos se logran mediante traslapado simple, haciendo de la instalación algo rápida y sencillo. Las dimensiones de los revestimientos son las siguientes.

**Micro liner (1.20m x 4.50m)**

Traslape de instalación  $\geq$  100 mm

**Mini liner (2.50m x 15m)**

Traslape de instalación  $\geq$  150 mm

**Maxi liner (5.00m x 40m)**

Traslape de instalación  $\geq$  200 mm

**Micro liner:**

Para el revestimiento de superficies verticales y áreas pequeñas de losa de piso donde el acceso es restringido.

**Mini liner:**

Para el revestimiento de grandes áreas abiertas.

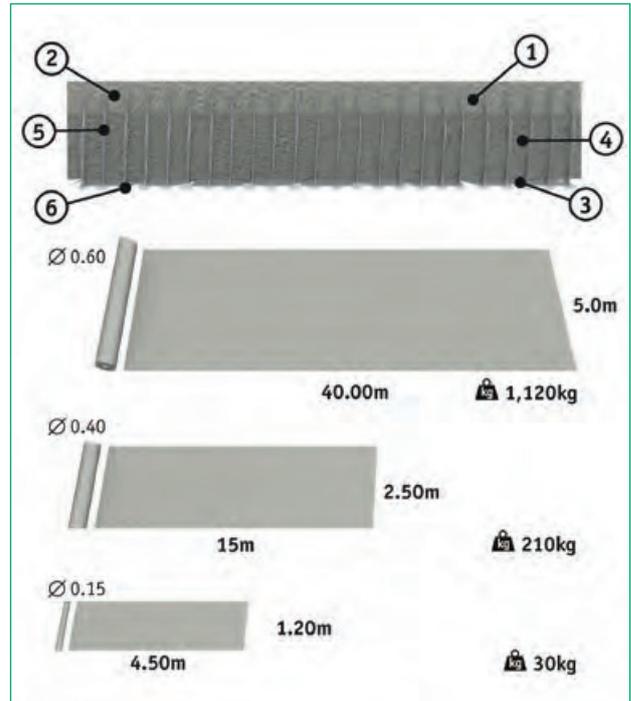
**Maxi liner:**

Para el revestimiento de grandes áreas abiertas tales como losas de piso horizontales (se requiere equipo de elevación especial).

BENTOFIX® BFG 5000 es fabricado por NAUE bajo el régimen de control de calidad ISO 9001:2008. Bajo este esquema, todas nuestras fábricas y productos están sometidos a estrictos controles internos y externos.

**LA ESTRUCTURA DE BENTOFIX® BFG 5000**

La membrana consiste en una capa continua de bentonita sódica, intercalada entre un geotextil no tejido de polipropileno punzonado (PP) (capa de cubierta) y una capa de geotextil tejido de película de polipropileno cortada en tiras (capa portadora). Los componentes son punzonados uniformemente juntos a lo largo de toda la membrana. La capa de cubierta de la membrana se llena durante la fabricación con la misma bentonita que se utiliza en la capa de núcleo como un proceso de fabricación adicional para facilitar las juntas de traslape impermeable.



1. Polvo de bentonita de sodio de alta expansión encapsulado en el material no tejido superior. Este relleno sobre toda el área permite que la masa de bentonita tenga contacto directo con la estructura a sellar y además, facilita el traslape autosellante.
2. Material no tejido superior hecho de polipropileno.
3. Capa de soporte inferior consistente de material tejido de película de polipropileno cortada en tiras. Ésta es la capa de anclaje para las fibras perforadas que le da al producto entero propiedades mecánicas notables.
4. Capa de núcleo hecha de bentonita de sodio de alta expansión.
5. La capa intermedia de bentonita se mantiene en posición mediante el punzonado denso, que consiste en 2 a 3 millones de fibras por m<sup>2</sup>. Las fibras se anclan desde el material no tejido al material tejido y formando así un sistema intercalado.
6. El bloqueo térmico adicional bloquea permanentemente las fibras perforadas, aumentando la resistencia a la extracción de las fibras y garantiza una resistencia al corte a largo plazo.

**Texto de especificación**

El sellado del "Nombre del Proyecto" se logrará mediante el uso de un revestimiento geosintético de arcilla de bentonita sódica de alta expansión. La membrana será un producto compuesto punzonado consistente de un geotextil en la parte superior impregnado de bentonita sódica de alta expansión que recubre a un portador con una capa de bentonita sódica en polvo de alta expansión intercalada entre ellas.

La unión de las dos capas de geotextil se realizará por punzonado con agujas denso homogéneo de las fibras sintéticas que se extenderá desde la capa-

superior del material no tejido hasta la capa inferior de tejido de soporte y se anclará mediante un proceso de tratamiento térmico. El punzonado con agujas del producto producirá más de 2 millones de puentes de fibra por m<sup>2</sup> entre los geotextiles tejidos y no tejidos, proporcionando alta resistencia a las fuerzas de corte y garantizando que la bentonita hidratada se mantendrá en posición estable cuando el producto se instala en posición vertical. Los materiales sintéticos que encapsulan la bentonita deben ser químicamente resistentes a composiciones típicas del agua subterránea y no deben ser biológicamente degradables para garantizar la estabilidad a largo plazo del sistema de sellado. La conductividad hidráulica media *k* de la membrana debe ser  $2 \times 10^{-11}$  m/s (EN 16146 o ASTM D5887).

El geotextil superior debe ser fabricado a partir de fibras onduladas de PP no tejidas con punzonado con agujas, con una masa media por unidad de superficie de 300 g/m<sup>2</sup>, la cual se satura con 800 g/m<sup>2</sup> de bentonita sódica de alta expansión en toda su sección transversal y sobre toda la superficie. La capa inferior de soporte será un geotextil tejido hecho de película de polipropileno cortada en tiras con una masa media por unidad de superficie de 200 g/m<sup>2</sup>. La capa de sellado será el polvo de bentonita sódica de alta expansión con una masa por unidad de superficie de 4,200 g/m<sup>2</sup> (peso total de bentonita 5,000 g/m<sup>2</sup> con un contenido de agua de aproximadamente 12%).



#### Aplicación

BENTOFIX® BFG 5000 puede ser utilizado como una membrana impermeabilizante en casi todos los tipos de elementos de construcción de concreto reforzado bajo tierra. Es particularmente eficaz en estructuras de cimentación que están por debajo de la capa freática y, por lo tanto, sujetas a ataques por aguas subterráneas.

#### Observaciones

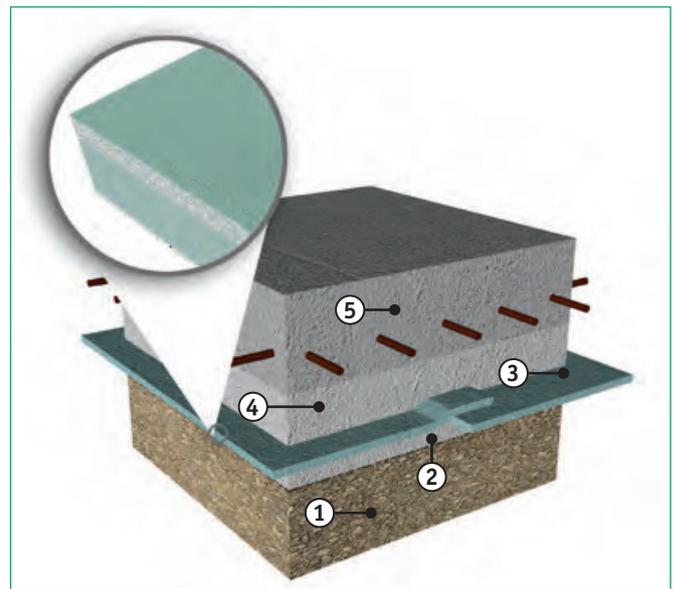
BENTOFIX® BFG 5000 sólo debe instalarse en lugares donde se pueda tener contacto uniforme en ambos lados (por ejemplo, concreto por un lado, tierra por el otro o concreto en ambos lados). La bentonita sódica sólo debe hidratarse con agua subterránea normal. Para aplicaciones donde el agua tiene contenido de sal o alta contaminación presente, póngase en contacto con nuestra oficina técnica para asesoramiento.

#### Controles de calidad

BENTOFIX® BFG 5000 se fabrica bajo el esquema ISO 9001:2008. Como tal, el producto está sujeto a constantes controles de calidad realizados dentro de la empresa y por terceros. Adicionalmente, las pruebas realizadas por laboratorios independientes aseguran la más alta calidad del producto y la observancia a las propiedades técnicas indicadas por el fabricante.

### SELLADO DE LOSAS DE PISO DE CONCRETO REFORZADO

La tecnología de sellado de BENTOFIX® consiste de dos elementos básicos:



- ① Subsuelo compactado y nivelado.
- ② Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000 (el material no tejido impregnado de bentonita hacia arriba).
- ④ Capa opcional de protección de concreto ( $\geq 40$  mm).
- ⑤ Losa base de concreto reforzado.



### Sellado de la losa de piso

Después de la preparación preliminar del terreno ①, puede colocarse una capa de concreto de limpieza que consiste en concreto pobre o arena o grava ②. Esta capa proporciona una plataforma de trabajo nivelada para la colocación de la membrana impermeabilizante. La plataforma terminada debe tener una superficie lisa y sin ningún escombros.

Para ello, BENTOFIX® BFG 5000 ③ se instala simplemente desenrollando el producto y recortándolo para adaptarlo. El sellado hermético se logrará traslapando los paneles del producto desenrollado como se recomienda en la página 5. Se debe tener cuidado de que el geotextil no tejido (que está saturado con bentonita sódica adicional) esté orientado hacia arriba de modo que haga contacto con el concreto fresco cuando se vierte.

Después de la colocación del BENTOFIX® BFG 5000, se puede colocar una capa opcional de concreto pobre con un grosor de  $\geq 40$  mm en la parte superior ④, si necesita protegerse el Bentofix BFG 5000 antes de verter la losa de piso. La capa de concreto de limpieza debe ser una capa de protección de concreto liso de grano fino y baja permeabilidad, creando una plataforma de trabajo protectora y nivelada para permitir la erección del encofrado y la fijación del acero para comenzar con la losa de piso.

Finalmente, se puede colar la losa de concreto reforzado (150 mm de grosor mínimo) ⑤. BENTOFIX® BFG 5000 debe instalarse sobre superficies planas y lisas sin arrugas o pliegues en el producto. Cualquier rastro de humedad o manchas de agua visibles en la superficie no afectan el rendimiento del producto.

Se deben seleccionar los espaciadores para el refuerzo de acero que no causen que la carga del refuerzo de acero sobre ellos mueva la bentonita hidratada dentro del BENTOFIX®. También se recomienda que se coloquen en el exterior de los 50 mm de los traslapes cuando sea posible, de modo que el peso del acero en los espaciadores eviten que el concreto fresco abra los solapamientos.

También se recomienda que el personal que instala el refuerzo de acero reciba instrucciones sobre la presencia del BENTOFIX® y que informen inmediatamente de cualquier daño accidental para que las piezas dañadas puedan repararse antes de comenzar el trabajo con el concreto.

Cuando los trabajadores vayan a caminar frecuentemente en la misma área de instalación de BENTOFIX®, se recomienda colocar los tabloncillos temporales (acatando los requisitos de seguridad locales y nacionales).

Cuando se traslapa el BENTOFIX® BFG 5000 para producir un sello hermético, el área de traslape debe estar limpia y sin ningún escombros. Se debe utilizar un traslape mínimo de 100 mm (vea la página 5). Las membranas se pueden instalar manualmente o utilizando una barra separadora adecuada.

Se debe tomar en cuenta la dirección de los traslapes, que deben correr todos en una dirección uniforme. El concreto debe entonces colocarse encima de la membrana siguiendo la dirección del traslape. Esto elimina la posibilidad de que el concreto húmedo pliegue hacia atrás el panel de membrana y destruya la capa impermeable continua a medida que se coloca. Adicionalmente se pueden utilizar grapas industriales o tiras metálicas delgadas para fijar áreas de traslape para evitar que se abran durante el relleno o colocación de concreto.

Donde juntas de construcción deban hacerse arriba de la membrana, las secciones expuestas de BENTOFIX® BFG 5000 deben cubrirse con un revestimiento adecuado resistente a la intemperie, protegiendo la membrana de la hidratación prematura. Además, el forro de protección debe proteger contra daños mecánicos accidentales, y se debe prohibir que los vehículos y el personal del sitio transiten por esta área. Cuando conecte la membrana a un área previamente instalada, se deben acatar cuidadosamente las recomendaciones de traslape detalladas anteriormente con respecto a la limpieza del producto. Se recomienda la colocación adicional de bentonita de alta expansión para sellar alrededor de tales áreas, garantizando el sellado de los traslapes.

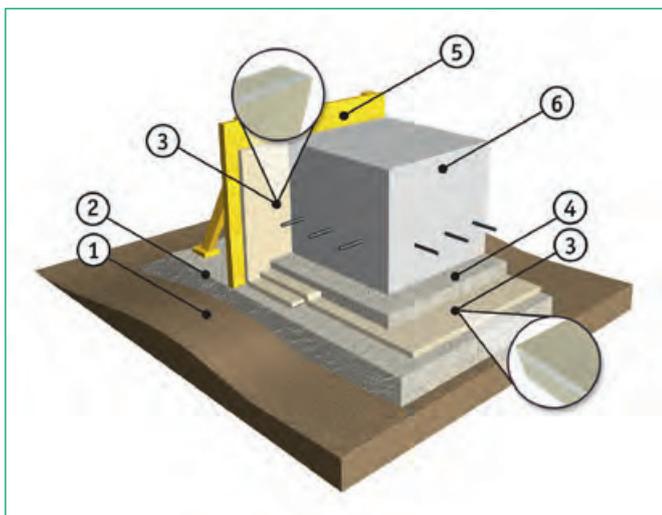
Para proporcionar el sellado más eficiente, se recomienda que la bentonita se mantenga seca hasta la colocación del concreto fresco. Esto garantiza que cuando se hidrate la bentonita y por lo tanto se expanda, el peso del concreto fresco superpuesto confine aún más la expansión proporcionando una barrera de sellado de arcilla impermeable de alta presión.

## INSTALACIÓN CONTRA UN ENCOFRADO

### Instalación contra un encofrado

Cuando se encuentra con la transición entre una superficie horizontal y una vertical, como un muro, el revestimiento BENTOFIX® BFG 5000 instalado horizontalmente debajo de la losa de piso, simplemente se sube 90 grados y se clava al encofrado lateral con clavos pequeños, de modo que el encofrado la cimbra se pueden quitar sin dañar el sellado del sistema de impermeabilizado. Los clavos solamente se deben usar donde la membrana debe ser traslapada y se deben utilizar cada 250 a 300 mm.

## SELLADO DE PILOTES DE CIMENTACIÓN

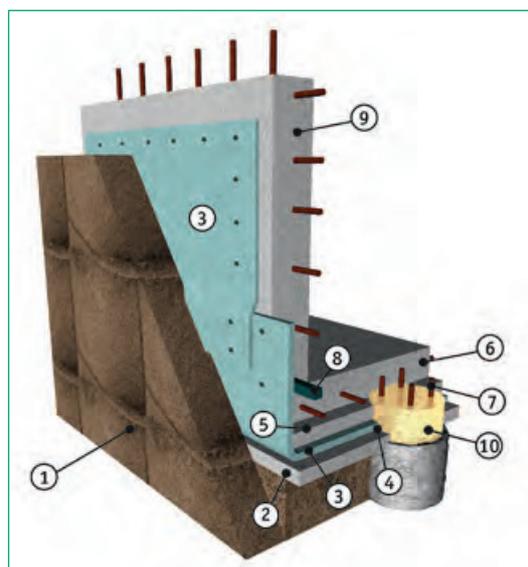


- ① Subsuelo compactado y nivelado.
- ② Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Capa opcional de protección de concreto.
- ⑤ Encofrado
- ⑥ Losa de concreto reforzado.

Esto garantiza que cuando la bentonita se expanda, sellará la penetración del clavo a través de la membrana con una doble capa. Se pueden usar grapas para evitar que se abran las áreas de traslape.

Es importante asegurarse de que la membrana se traslape correctamente para producir un sello hermético. Para penetraciones, etc. coloque polvo de bentonita de alta expansión adicional seco o mezclado con agua en la siguiente proporción: se debe usar aproximadamente 4 partes de agua y 1 parte de bentonita de sodio en polvo.

Para los detalles de las esquinas se recomienda instalar una tira adicional de BENTOFIX®, con un ancho  $\geq 400$  mm, 200 mm en cada flanco, fijada con clavos o grapas.



- ① Suelo.
- ② Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Moldura de pasta de bentonita de  $\geq 40$  mm.
- ⑤ Capa opcional de protección de concreto de limpieza.
- ⑥ Losas de piso de concreto reforzado.
- ⑦ Barras de refuerzo de acero ancladas en el pilote.
- ⑧ Sellador de juntas preformado BENTOSTRIP.
- ⑨ Pared de concreto
- ⑩ Recubrimiento impermeabilizante.



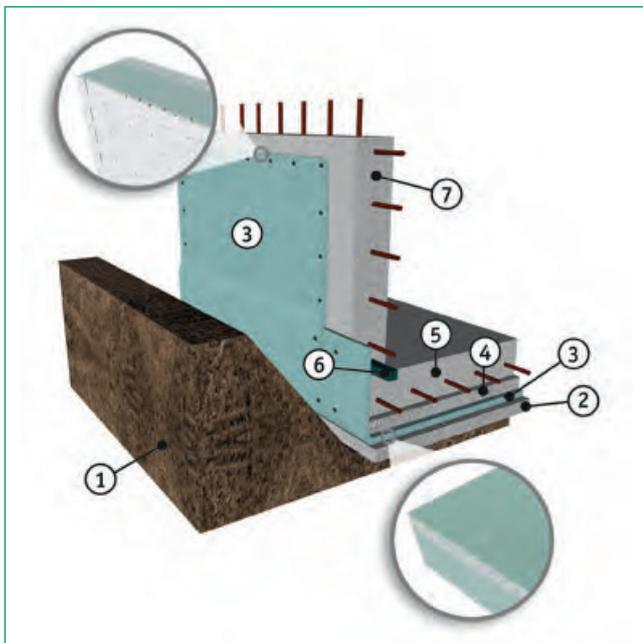
### Sellado de pilotes de cimentación

Los pilotes de cimentación a sellar deben estar completamente limpios y sin ninguna irregularidad superficial. Si el ingeniero lo requiere, cubra la cabeza del pilote con un recubrimiento impermeable cementoso ⑩. Recortar la membrana BENTOFIX® para ajustarla a la cabeza del pilote. Entre el BENTOFIX® y la cabeza del pilote selle con un relleno de pasta de bentonita de  $\geq 40$  mm ④.

Es importante verificar que no queden áreas sin sellar alrededor del pilote. Fije otro micro liner BENTOFIX® o un panel de membrana previamente recortado con precisión con clavos o grapas a la capa inferior para proteger el borde de pasta de bentonita ④ de un posible arrastre causado por el vertido de concreto fresco.

El polvo de bentonita (suministrado en bolsas de 25 kg) se mezcla con agua en una proporción de aproximadamente 4 partes de agua y 1 parte de bentonita sódica. Esto transforma el polvo seco de bentonita en una consistencia suave parecida al gel que permite una fácil manipulación y moldeado para realizar reparaciones y sellos adicionales.

### INSTALACIÓN EN MUROS VERTICALES



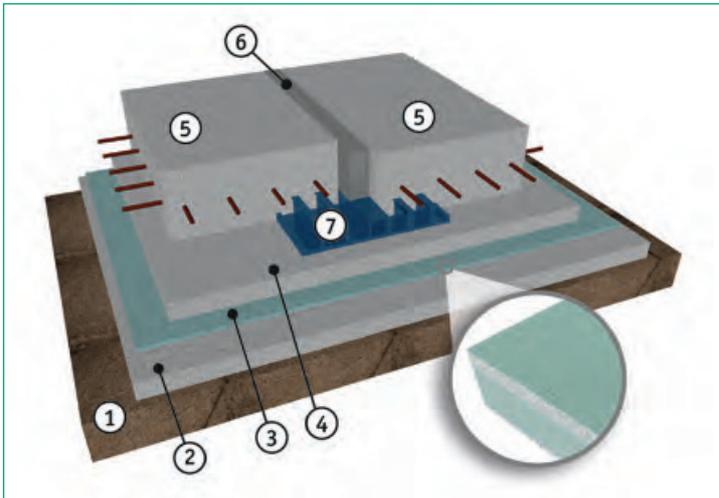
- ① Suelo.
- ② Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Capa opcional de protección de concreto ( $\geq 40$  mm).
- ⑤ Losa de concreto reforzado.
- ⑥ Sellador de juntas preformado BENTOSTRIP.
- ⑦ Muro vertical.

### Instalación en muros verticales

La instalación de BENTOFIX® BFG 5000 en muros verticales debe realizarse, dependiendo de la altura de los muros, con micro liners de 1.20 m x 4.50 m, especialmente fabricados para este fin, o utilizando mini liners de 2.50 m x 15 m. Después de la terminación del muro de concreto reforzado, se debe fijar la membrana BENTOFIX® BFG 5000 a la cara de la pared clavándola con clavos con arandelas blandas, asegurándose que el geotextil impregnado con bentonita sódica sea colocado contra la pared de concreto. Los revestimientos deben tener un traslape mínimo de 100 mm (vea la ver página 5) y deben clavarse cada 250 a 300 mm a lo largo del borde superior dentro del área de traslape al concreto reforzado. No es necesario clavar el área restante de cada revestimiento. Utilice grapas industriales o fije con una tira delgada de metal para garantizar que los solapamientos no se abran durante la operación de relleno. Los traslapes del revestimiento vertical deben ser planos y sin pliegues, arrugas o escombros. Se debe asegurar que la membrana tenga contacto directo y uniforme con la estructura de concreto y el suelo. El traslape de la membrana entre el resalto y el muro debe ser de un mínimo de 350 mm, y esta área debe ser clavada firmemente. Si es necesario, se puede utilizar una tira de sellado de membrana adicional con una anchura de 400 mm. Esta debe colocarse directamente sobre la junta de construcción, corriendo paralela a esta de tal manera que las zonas de traslape de los revestimientos en la conexión se sellen herméticamente. Cada traslape del panel de revestimiento debe colocarse en forma de tejas. El revestimiento superior traslapa al inferior. Esto evita la penetración de tierra en las zonas de traslape durante el relleno del muro. La tierra de relleno no debe tener objetos afilados o sobresalientes que pudiera dañar la membrana y se debe compactar tan firmemente como sea posible contra la estructura.



## REALIZACIÓN DE UNA JUNTA DE DILATACIÓN HORIZONTAL



- ① Suelo.
- ② Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000 (el material no tejido impregnado de bentonita hacia arriba).
- ④ Capa opcional de protección de concreto ( $\geq 40$  mm).
- ⑤ Placa base / placa de cimentación.
- ⑥ Material de relleno de juntas de dilatación.
- ⑦ Sello de juntas preformado.

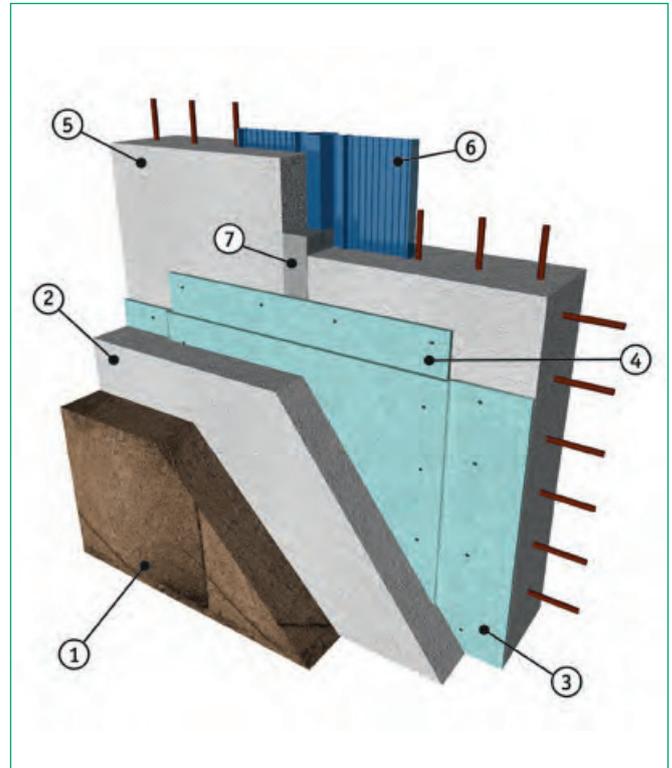
### Realización de una junta de dilatación horizontal

La junta de dilatación debe ser sellada con un sello de juntas preformado adecuado ⑦ colado dentro del concreto reforzado u otro sistema aprobado. Debajo de la placa base, debajo de la junta de dilatación, es necesario instalar una tira extra de 500 mm de ancho de membrana Bentofix BFG 5000, en caso de que la capa opcional de protección de concreto no esté instalada.



El llenado de la parte superior de la junta de dilatación se realiza de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero ⑥.

## SEALING OF EXPANSION JOINTS IN VERTICAL WALLS



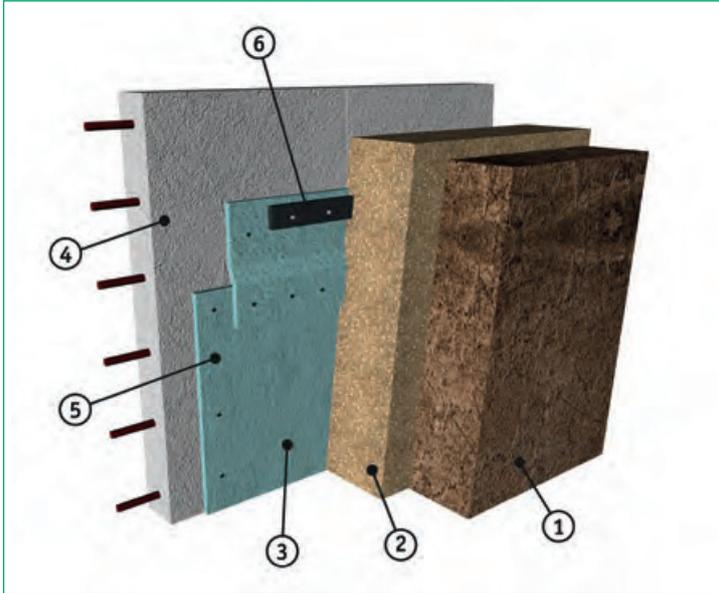
- ① Suelo.
- ② Relleno.
- ③ Revestimiento BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Tira adicional de BENTOFIX® BFG 5000 ( $\geq 500$  mm).
- ⑤ Estructura de concreto.
- ⑥ Sello de juntas preformado
- ⑦ Material de relleno de juntas de dilatación.

### Sellado de juntas de dilatación en paredes verticales

La junta de dilatación debe ser sellada con un sello de juntas preformado adecuado colado dentro del concreto reforzado u otro sistema aprobado. En el lado exterior del muro, es necesario instalar una capa doble de revestimiento BENTOFIX® BFG 5000.

Las tiras de membrana se clavan en las secciones del muro de concreto. El sellado interior de la junta de dilatación se realiza de acuerdo con las instrucciones del Ingeniero. Después de instalar BENTOFIX® BFG 5000 contra el muro, se debe rellenar el espacio de excavación. La tierra de relleno no debe tener objetos afilados o sobresalientes que podría dañar el revestimiento y se debe compactar lo más firmemente posible.

## BARRA DE ANCLAJE FINAL



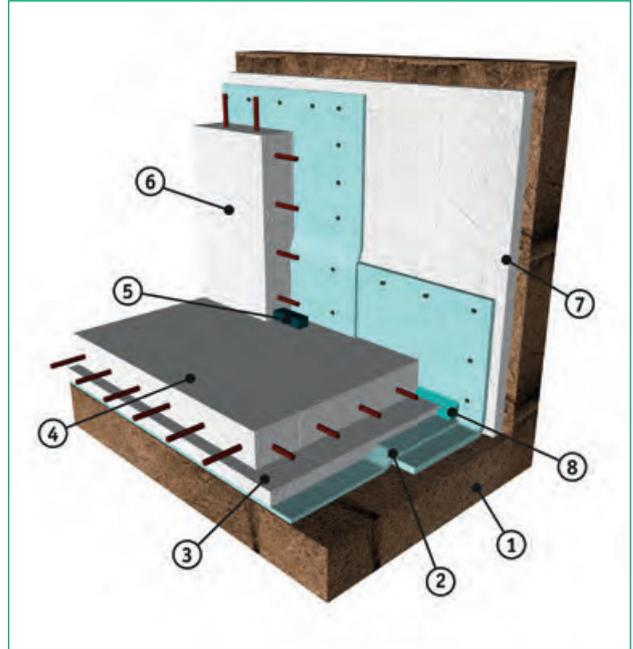
- ① Suelo.
- ② Material de drenaje o aislamiento opcional.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Muro de concreto.
- ⑤ Clavos.
- ⑥ Barra de anclaje final.

### Barra de anclaje final

Para evitar la posible intrusión de suelo u otros materiales entre los bordes del panel de BENTOFIX® BFG 5000 y la estructura de concreto reforzado, se puede instalar un elemento de cubierta protectora. Este elemento debe fijarse a la estructura ligeramente por debajo de la línea impermeable (100 a 150 mm) alrededor de toda la estructura. Es común utilizar tablas o barras no degradables para este propósito.



## SELLADO DE MUROS VERTICALES CONTRA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN



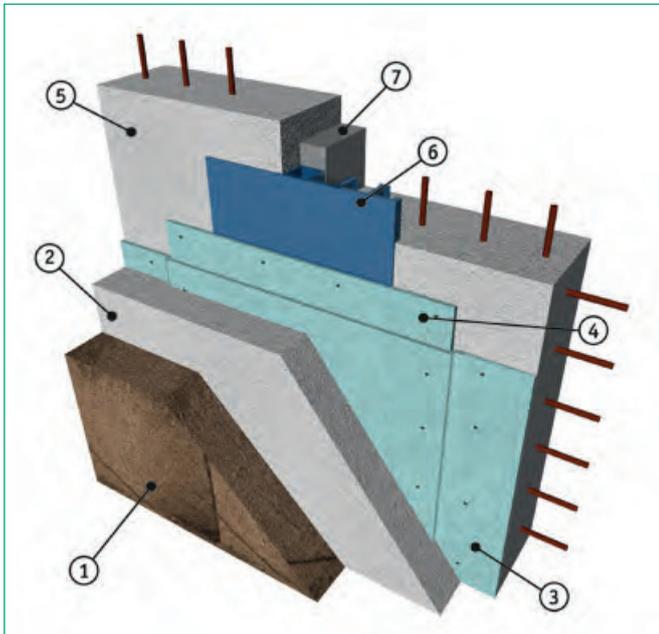
- ① Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ② BENTOFIX® BFG 5000.
- ③ Capa opcional de protección de concreto.
- ④ Losa de concreto reforzado.
- ⑤ Sellador de juntas preformado BENTOSTRIP.
- ⑥ Muro de concreto.
- ⑦ Estructura de contención, por ejemplo concreto lanzado.
- ⑧ Moldura de pasta de bentonita de  $\geq 40$  mm.

### Sellado de muros verticales contra estructuras de contención

Cuando la excavación del sótano está asegurada con un muro de contención (por ejemplo pilotes, etc.), el BENTOFIX® se asegura primero verticalmente a la sección inferior de los elementos de contención con un mínimo de 350 mm horizontalmente a lo largo del suelo. Después el BENTOFIX® BFG 5000 se instala en el piso de la excavación hasta la unión piso/muro. Se debe aplicar una moldura de pasta de bentonita de  $\geq 40$  mm a la junta de piso /muro. Después de la construcción de la losa base de concreto, se realiza el colado del muro de concreto exterior contra el BENTOFIX® instalado verticalmente, utilizando BENTOSTRIP en las juntas de construcción.

BENTOFIX® BFG 5000 se ajusta fácilmente a las irregularidades del muro de contención debido a su naturaleza flexible y al refuerzo de fibra apretada. Sin embargo, se recomienda hacer que la superficie del muro de contención sea lo más lisa posible.

La colocación de los clavos de los traslapes se realiza cada 250 a 300 mm. Es importante que los revestimientos estén instalados uniformemente y tenga buen contacto directo dentro del área de traslape.



- ① Suelo.
- ② Relleno.
- ③ Revestimiento BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Tira adicional de BENTOFIX® BFG 5000 (≥ 500 mm).
- ⑤ Estructura de concreto.
- ⑥ Sello de juntas preformado
- ⑦ Material de relleno de juntas de dilatación.

## SELLADOR DE JUNTAS PREFORMADO BENTOSTRIP

**Sellador de juntas preformado hidrófilo BENTOSTRIP**  
BENTOSTRIP es un sellador de juntas preformado utilizado para sellar juntas de construcción de concreto y consiste en 75% de bentonita sódica y 25% de caucho butílico. BENTOSTRIP se expande más del 400% al contacto con el agua formando un sello hermético. Debido a su composición de caucho/bentonita, BENTOSTRIP permanece flexible incluso a temperaturas de congelación de hasta menos 15° C. BENTOSTRIP resiste químicos como el concreto fresco.

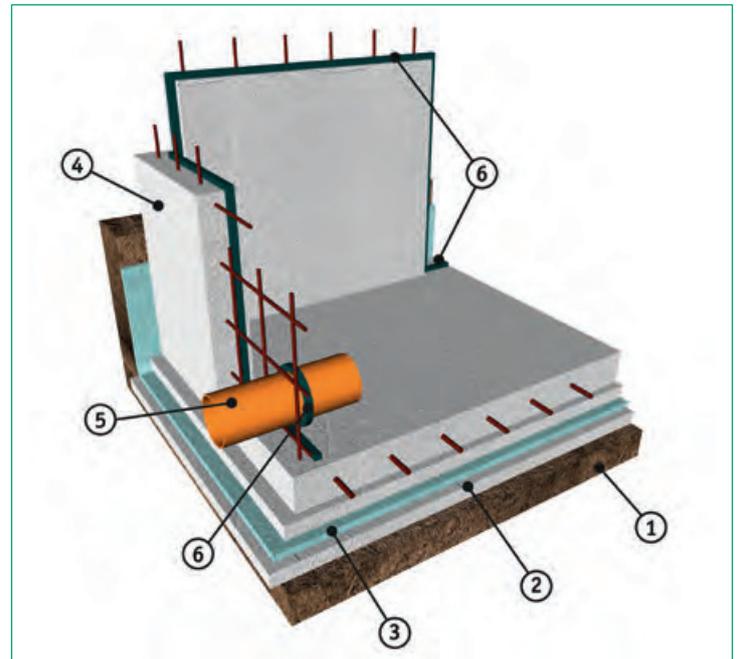
### Instalación

BENTOSTRIP se posiciona en el centro de la junta de construcción y se fija a 300 a 400 mm con clavos de acero. BENTOSTRIP se puede sujetar con el perfil metálico de fijación "Bentonet" al verter concreto o para reforzar la tira cuando se instala verticalmente. BENTOSTRIP se aplica a una superficie seca y uniforme. Para superficies irregulares, el BENTOSTRIP se puede fijar en su lugar con un adhesivo hidrófilo. Se requiere una cubierta de concreto de al menos 75 mm.

Los extremos del BENTOSTRIP se pueden unir a tope.

### Fabricación y propiedades técnicas

BENTOSTRIP viene en forma de tira rectangular suministrada en rollos de 8 metros lineales. Vienen 5 rollos por caja. Las dimensiones transversales típicas de las cintas de unión son de 25 mm x 19 mm. Los perfiles de protección Bentonet se suministran en longitudes de 1 m.



- ① Suelo.
- ② Capa opcional de concreto de limpieza, capa de arena o grava compactada con una superficie lisa. Espesor de la capa de concreto de limpieza de acuerdo con las especificaciones del sitio.
- ③ BENTOFIX® BFG 5000.
- ④ Muro de concreto.
- ⑤ Penetración.
- ⑥ Sellador de juntas preformado BENTOSTRIP.





Transportación de mini liner BENTOFIX® BFG 5000



Desenrollado de la membrana BENTOFIX® sobre una base



Foso de ascensor revestido con BENTOFIX® BFG 5000



Fijación vertical de BENTOFIX® contra una fachada de concreto



Refuerzo de acero colocado al frente de BENTOFIX®



Impermeabilización de un sitio con BENTOFIX®



Penetración de tubería sellada con BENTOFIX®



Colado de una capa opcional de protección de concreto sobre BENTOFIX®

Información adicional sobre el tema de los **geosintéticos** está disponible a través de nuestro sitio web o en nuestro:

- **Folleto Corporativo**
- **Folleto relacionados a aplicaciones:**
  - Ingeniería civil
  - Protección de aguas subterráneas
  - Ingeniería hidráulica
  - Ingeniería de rellenos sanitarios
  - Aplicaciones de túneles
  - Manual de impermeabilización
- **Volantes relacionados con aplicaciones y volantes técnicos con soluciones específicas al proyecto:**



NAUE GmbH & Co. KG  
Gewerbestraße 2  
32339 Espelkamp-Fiestel · Alemania  
Teléfono +49 5743 41-0  
Fax +49 5743 41-240  
Correo info@naue.com  
Internet www.naue.com



Naue Geosynthetics Ltd.  
The Genesis Centre, Garret Field  
Birchwood, Warrington · WA3 7BH · Reino Unido  
Teléfono +44 1925 810280  
Fax +44 1925 810284  
Correo enquiries@naue.co.uk

Distribuido por:



NI<sup>®</sup> y Bentofix<sup>®</sup> son marcas registradas de NAUE GmbH & Co. KG en varios países.

La información aquí contenida es verdadera y exacta de acuerdo a nuestro leal saber y entender. No se ofrece ninguna garantía implícita o expresa.  
© 2015 por NAUE GmbH & Co. KG, Espelkamp-Fiestel, Alemania · Todos los derechos reservados. · Estatus 02.11.2015