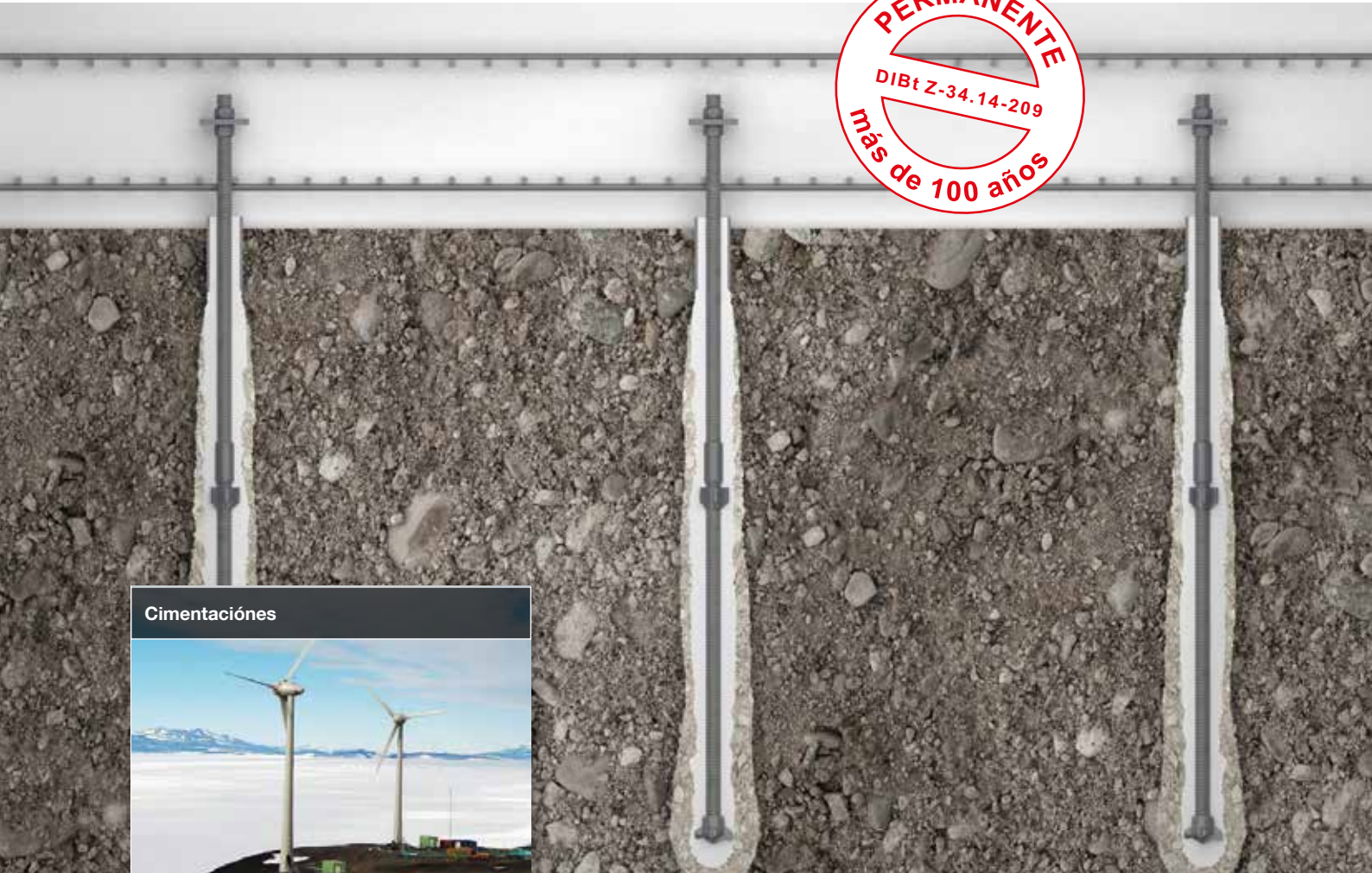




Cimentaciones



Recalces



Anclajes de subpresión



**Cimentaciones y recalces
con micropilotes TITAN**
temporal y permanente

Homologación oficial Z-34.14.209
(Instituto Alemán de la Construcción)

Cimentaciones y recalces con micropilotes TITAN

Los micropilotes TITAN, según norma UNE EN 14199 (+ DIN SPEC 18539), están regulados en Alemania por la homologación oficial Z-34.14-209, otorgada por el Instituto Alemán de la Construcción (DIBt).

Según la norma UNE EN 14199, los micropilotes transmiten las compresiones y tracciones, así como las cargas cíclicas, mediante rozamiento con el suelo circundante. Los micropilotes TITAN, aprobados por la homologación oficial Z-34.14-209 del Instituto Alemán de la Construcción (DIBt), son el único sistema tubular de inyección permitido para el caso de aplicaciones permanentes con 100 o más años de vida útil.

La barra hueca cumple simultáneamente la función de varillaje de perforación, tubo de inyección y armadura. El sistema puede aplicarse en cualquier tipo de suelos, y debe tenerse especialmente en cuenta como solución en suelos inestables. La perforación se estabiliza mediante inyección de lechada de cemento desde el fondo de modo seguro y fiable. De este modo no son necesarias operaciones adicionales, como por ejemplo el uso de entubados o la realización de reinyecciones en varias etapas.

El sistema es rápido, sencillo y flexible. Las posibilidades de aplicación de los micropilotes TITAN son múltiples: cimentaciones y recalces, losas de subpresión, cimentaciones termoactivas (geotermia), e incluso situaciones de gran exigencia con cargas cíclicas y/o dinámicas. En cualquier caso, el sistema de instalación es siempre el mismo.

Los micropilotes TITAN ofrecen:

- un sistema homologado para aplicaciones temporales y permanentes
- posibilidades de aplicación en obras con poco espacio y en terrenos de difícil acceso
- una instalación sencilla y sin apenas vibraciones, mediante equipos ligeros o perforadoras convencionales.

Cimentación de poste para una nueva catenaria

Arlon – Steprenich, Bélgica

En primer lugar se alinearon los cimientos prefabricados de hormigón para los postes de la catenaria. En los prefabricados se dejaron preforos a través de los cuales se ejecutaron micropilotes TITAN 40/16. Cada cimiento requirió 4 o 7 micropilotes. La instalación se llevó a cabo desde un vagón sobre la vía férrea que transportó todas las barras necesarias. Gracias a la escasa longitud del brazo de la excavadora, la segunda vía pudo seguir en servicio sin interrupción del tráfico ferroviario.



Cimentación de una pantalla antiruido

Tramo ferroviario entre la estación central de Leipzig y la estación Leipzig-Leutzsch

La pantalla se cimentó sobre micropilotes TITAN 40/16 y TITAN 73/53 capaces de soportar, entre otros tipos, cargas dinámicas. El sistema TITAN resultó idóneo ya que los bloques de viviendas circundantes se hallaban demasiado cerca, limitando el espacio disponible para la ejecución de cimentaciones convencionales. Además, justo detrás de la pantalla discurría un talud hacia los bloques de viviendas.





Ventajas de diseño

- Sistema homologado oficialmente
- Posibilidades de instalación flexibles, incluso con limitaciones espaciales y de acceso
- Asientos reducidos
- Aplicable en todo tipo de suelos

Ventajas de ejecución

- Procedimiento único independiente de la aplicación
- Aplicable incluso en espacios de obra muy confinados
- Gran velocidad de ejecución
- Independiente de cambios en el tipo de suelo

Ventajas para el promotor

- Protección permanente frente a la corrosión
- Método de ejecución con gran fiabilidad
- Afección menor al entorno
- Sistema económico

Ventajas del sistema

El micropilote TITAN es un pilote mixto con rosca continua, para el que en Alemania se requiere una homologación. Las tracciones o compresiones actuantes se transmiten del elemento portante de acero al suelo a través del bulbo de lechada de cemento. La geometría de rosca de la barra posibilita una adherencia óptima y cumple con todos los requisitos exigibles al acero de armar según las normas UNE EN 10080/DIN 488. El elemento portante de acero cumple la función de varillaje de perforación, tubo de inyección y armadura (3 en 1). Las barras tienen en general una longitud de 3 m y se acoplan mediante manguitos de unión.

Protección permanente frente a la corrosión

Debido a la inyección dinámica del micropilote TITAN se forma un bulbo de inyección que se entrelaza mecánicamente de modo continuo con el suelo circundante. El elemento portante de acero TITAN cumple todos los requisitos exigibles a las armaduras, de modo que se alcanza una adherencia excelente entre la barra y el bulbo de inyección. El recubrimiento requerido por la homologación (generado por el bulbo de lechada de cemento) se cumple claramente, con aberturas de fisura por debajo de 0,1 mm, lo que garantiza una protección permanente del sistema frente a la corrosión. Por ello, los micropilotes TITAN pueden usarse para aplicaciones permanentes sin medidas adicionales de protección frente a la corrosión.



Manguito de unión

El manguito de unión con tope central (junta con sellado) posibilita

- cambios de carga tracción/compresión
- resistencia a cargas dinámicas
- transmisión óptima de la energía de impacto
- presión de inyección hasta 240 bar



Calidad del acero

- Elemento portante de acero, fabricado con acero de grano fino S460NH
- Límite elástico f_{yk} : 400 - 600 N/mm²
- Deformación bajo carga máxima ϵ_{uk} o $A_{gt} \geq 5,0\%$
- El valor de energía absorbida obtenido en el ensayo de resiliencia realizado en el acero empleado como materia prima es de $W \geq 40$ Joule/cm³ (a -20 °C). Esto implica un riesgo mínimo de daño inducido por la rotopercusión durante la instalación.



Ámbito de aplicación

Las características constructivas y ventajas tecnológicas del sistema de micropilotes TITAN, gracias a las cuales pueden soportarse cargas cíclicas dinámicas además de compresiones y tracciones, dotan a su aplicación de gran versatilidad. Otras soluciones como el micropilote combinado para terrenos inestables (aumento de resistencia a pandeo) o las inyecciones de alta presión completan las posibilidades de aplicación del sistema.



Cimentaciones

- Postes de línea eléctrica, torres de telecomunicaciones y generadores eólicos
- Pantallas antirruído
- Estribos de puente
- Edificación
- Cimientos de grúa
- Postes de señalización



Recalces

- Edificación (industrial, residencial y comercial)
- Mástiles
- Estribos de puente
- Cimientos de grúa
- Fosos de ascensor



Losas de subpresión

- Tanques de decantación
- Pasos inferiores
- Excavaciones profundas
- Estructuras en U (tipo canal)

Ventajas de ejecución

La instalación se lleva a cabo normalmente con martillos de perforación hidráulicos. Al contrario que con perforaciones entubadas, los micropilotes TITAN pueden instalarse con perforadoras de tamaño notablemente menor. Esto posibilita la instalación en obras de difícil acceso. A diferencia de otros sistemas, con los micropilotes TITAN se hacen innecesarias las contratuercas en los manguitos de unión para cargas

cíclicas. Así mismo, los micropilotes TITAN no requieren de sistemas de doble protección contra la corrosión (como es el caso p.e. de GEWI DCP) para aplicaciones permanentes. Por estos motivos se han llevado a cabo numerosos recalces en estructuras existentes con los micropilotes TITAN homologados.

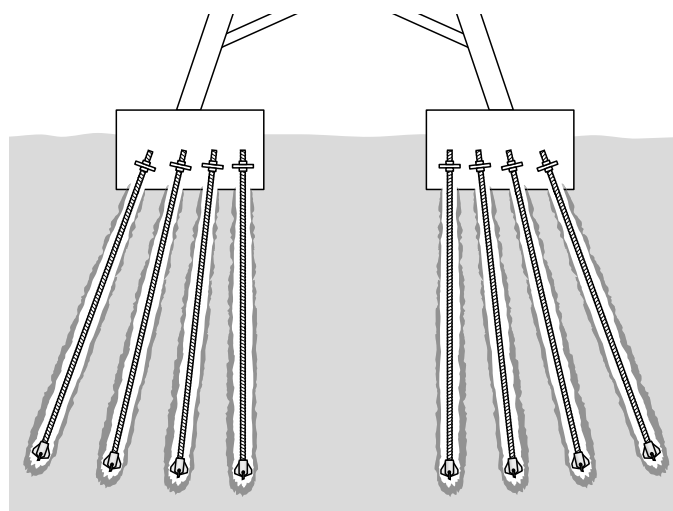


Cimentaciones

En **construcciones tipo torre**, como por ejemplo postes de líneas de alta tensión o de líneas de telecomunicación, generadores eólicos o remotes mecánicos, suelen actuar simultáneamente tracciones, compresiones, cortantes, así como momentos flectores y torsores. Pequeños grupos de micropilotes TITAN distribuidos radialmente pueden absorber estas cargas fácilmente y transmitirlas al suelo por rozamiento.

Las construcciones tipo torre suelen erigirse en regiones remotas y en condiciones complicadas. El sistema de micropilotes TITAN permite una instalación rápida con equipación móvil y compacta, sin grandes esfuerzos logísticos. En regiones urbanas con muchas líneas de abastecimiento soterradas, el sistema ofrece una alternativa a los pilotes perforados o cimientos pesados.

Las cabezas enroscables de los micropilotes permiten una conexión sencilla con superestructuras de acero o de hormigón armado.



Paneles solares cimentados sobre micropilotes TITAN

En estos casos, las cargas inducidas por el peso propio de los paneles solares son normalmente secundarias. El caso de carga determinante tiene su origen en el viento, que provoca empujes (en algunos casos ascendentes) sobre la gran superficie expuesta. Para reducir el peso y alcanzar una alta velocidad de ejecución, los cimientos se sustituyen por elementos prefabricados de hormigón,

apoyados/anclados mediante micropilotes TITAN. La transmisión de carga a los elementos prefabricados se consigue por adherencia. La demolición del firme existente (asfalto, adoquinado, etc) solo es necesario en zonas puntuales. Además se evitan daños por el uso de maquinaria pesada y se reduce el transporte de grandes cantidades de material de excavación y hormigón para la ejecución de la cimentación.



Los **micropilotes TITAN**, dispuestos en grupo, son especialmente apropiados para cimientos de puente, donde habitualmente solo pueden admitirse asentamientos mínimos. Los micropilotes agrupados conllevan asentamientos mucho más reducidos que los pilotes de gran diámetro.

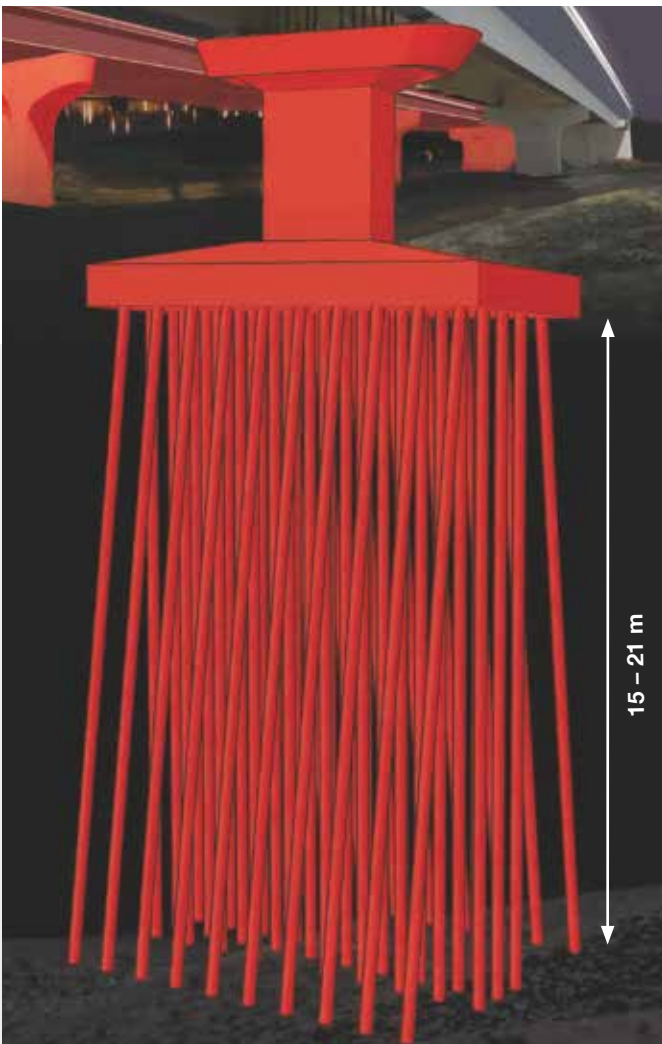


Cimentación de pilas de puente

Autovía S-3, Polonia

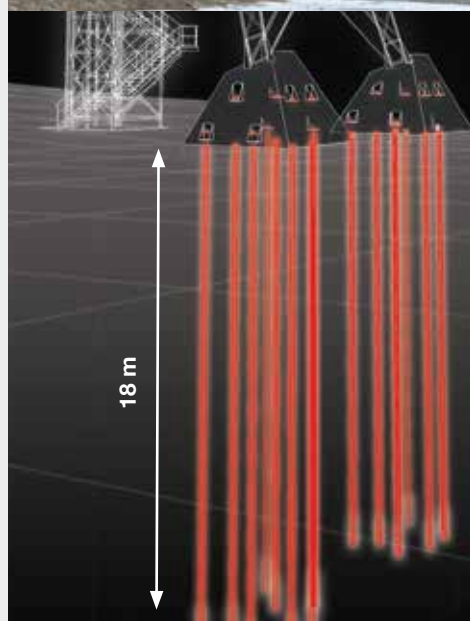
La autovía cruza el cauce del río Paklica, por terrenos pantanosos y fangosos. Se decidió recurrir a micropilotes TITAN debido a las siguientes ventajas:

- mejor comportamiento frente a asentamientos (grupo de micropilotes) y equipos de perforación más ligeros que con pilotes de gran diámetro,
- menores esfuerzos de planificación y logísticos,
- sin necesidad de jaulas de armado,
- menor volumen de hormigón.



Asentamientos reducidos

En una primera fase se llevaron a cabo cálculos empleando el software FLAC 3D. Se diseñaron e instalaron micropilotes TITAN 103/51 y 103/78 con una longitud entre 15 - 21 m. En las pruebas de carga se midió un asiento en el micropilote aislado de solo 13,2 - 15,7 mm (bajo carga de 1400 kN y 1000 kN respectivamente). Las mediciones de asentamientos en el cimiento del puente dieron resultados muy pequeños, de solo 1 - 4 mm. De este modo se validaron los resultados de los cálculos previos.



Aplicación versátil

Museo Silesio, Katowice (Polonia)

En este proyecto singular fueron de utilidad casi todas las posibilidades de aplicación de los micropilotes TITAN.

1. Recalce con micropilotes TITAN

Todas las plantas del museo se encuentran por debajo del nivel del terreno. Fue necesario realizar excavaciones de gran profundidad justo al lado de las edificaciones existentes. Para poder ejecutar las nuevas plantas subterráneas, tanto al lado como debajo de las edificaciones históricas protegidas sin causarles daños, se recalzaron los muros existentes con micropilotes TITAN 73/53 y 73/56 de 18 m de longitud.

2. Anclaje con micropilotes TITAN

En zonas críticas de la estructura se dispusieron pantallas de pilotes, arriostradas con anclajes temporales TITAN 40/16 para reducir al mínimo los desplazamientos de la estructura de contención.

3. Bulonado con micropilotes TITAN

Se estabilizó la excavación principal de 15 m de profundidad con bulones TITAN.

Para adaptar la torre de extracción Warszawa II a su nuevo uso como torre mirador y a la inclusión de un ascensor, se procedió al recalce de la cimentación con micropilotes TITAN 73/53 de 18 m de longitud.



Recalce de torre de alta tensión

El incremento de la carga de hielo a considerar debido a una modificación de la normativa existente, hizo imprescindible el recalce de esta torre.

En líneas de alta tensión debe respetarse un gálibo de altura suficiente. Por ello, se instalaron los micropilotes TITAN 103/78 en tramos cortos, reduciendo la altura del mástil de perforación. Adicionalmente, por localizarse un área natural de especial protección, se retiró el reflujo de lechada de cemento mediante un bombeo controlado.



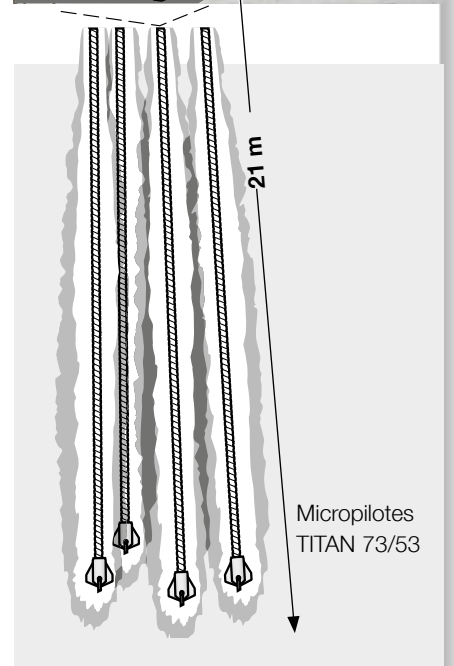
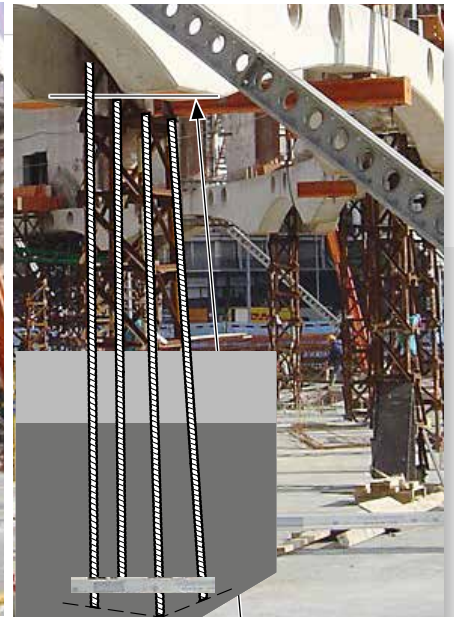
Instalación en condiciones de difícil acceso y espacios reducidos

Las grietas existentes en la iglesia jesuita de San Ignacio, de casi 400 años de antigüedad, hicieron necesario un refuerzo en los cimientos. Para un refuerzo tradicional con hormigón y pequeños pilotes de perforación, hubiera sido necesario el descubrimiento de los cimientos. En cambio, los micropilotes TITAN se anclan directamente en el muro de cimentación del edificio. Así, se pudo evitar el descubrimiento de los cimientos. En cuestión de pocos meses se instalaron aprox. 600 micropilotes TITAN 52/26, TITAN 73/53 y TITAN 73/45.



Soporte de una fachada histórica (aplicación especial)

Centro comercial, Barcelona
La conversión de una antigua plaza de toros en un centro comercial con aparcamiento subterráneo se llevó a cabo manteniendo la fachada histórica. Ésta se sostuvo sobre columnas de micropilotes. Vigas de hormigón in situ por el interior y el exterior distribuyeron el peso de la fachada elevada sobre los micropilotes. Los micropilotes se sujetaron a la fachada mediante barras pretensadas.



Recalce con micropilotes TITAN

- Instalación posible con equipos ligeros
- Vibraciones muy limitadas

Anclaje de subpresión

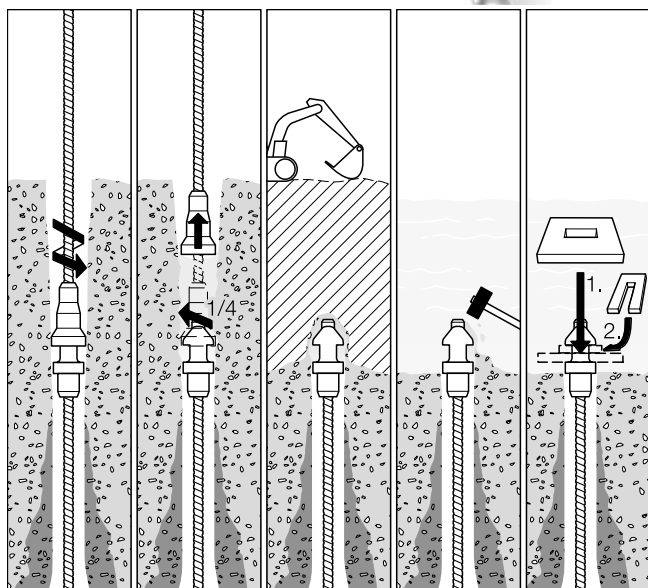
El micropilote TITAN asegura de modo eficiente las losas de depósitos de decantación, pasos inferiores y zanjas profundas frente al levantamiento provocado por la subpresión. Con el nuevo sistema de bayoneta ISCHEBECK es posible hacer perforaciones estancas a través de agua y de suelo. Los sistemas en bayoneta (campana + cabezal, o bien conector + tuerca con placa) constituyen una conexión robusta durante la instalación. Los micropilotes utilizados como anclajes de subpresión pueden perforarse antes o después de la excavación, a través del suelo o a través del agua. Así se suprimen fases de construcción y se reducen al mínimo las maniobras subacuáticas (empleo de buzos).

Perforación a través de suelo

El anclaje de subpresión se ejecuta antes de la excavación. Tras alcanzar la profundidad prevista, puede desacoplarse la campana de bayoneta (con elemento portante de acero) mediante un cuarto de giro en la dirección opuesta a la perforación, y finalmente ser retirada. Gracias a esta solución innovadora la excavación puede ejecutarse sin obstáculos.

Campana de bayoneta

Cabezal de bayoneta



Montaje de las placas de conexión en cabeza

La placa de bayoneta se coloca sobre el cabezal de bayoneta expuesto y se conecta rigidamente a éste mediante la placa de acúñado. Los componentes del sistema se han diseñado de tal manera que los buzos puedan limpiar fácilmente el cemento adherido al cabezal de bayoneta con el uso de un martillo y fijar fácilmente la placa de bayoneta con la placa de acúñado. Los bordes redondeados del cabezal facilitan la tarea.

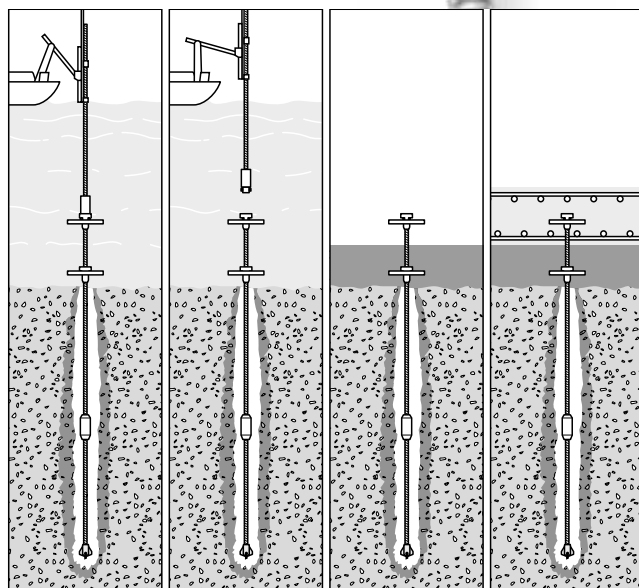


Perforación a través de agua

Al perforar a través de agua se instalan dos placas circulares en la profundidad de solera: una para el hormigón sumergido y otra para el posterior hormigón armado (cimiento). El cabezal de bayoneta se instala hasta la profundidad prevista desde la pontona y se desacopla girando en sentido contrario. A continuación se hormigona la losa sumergida. Para el montaje de las placas de conexión no se requieren buzos.

Conector bayoneta

Tuerca bayoneta con placa



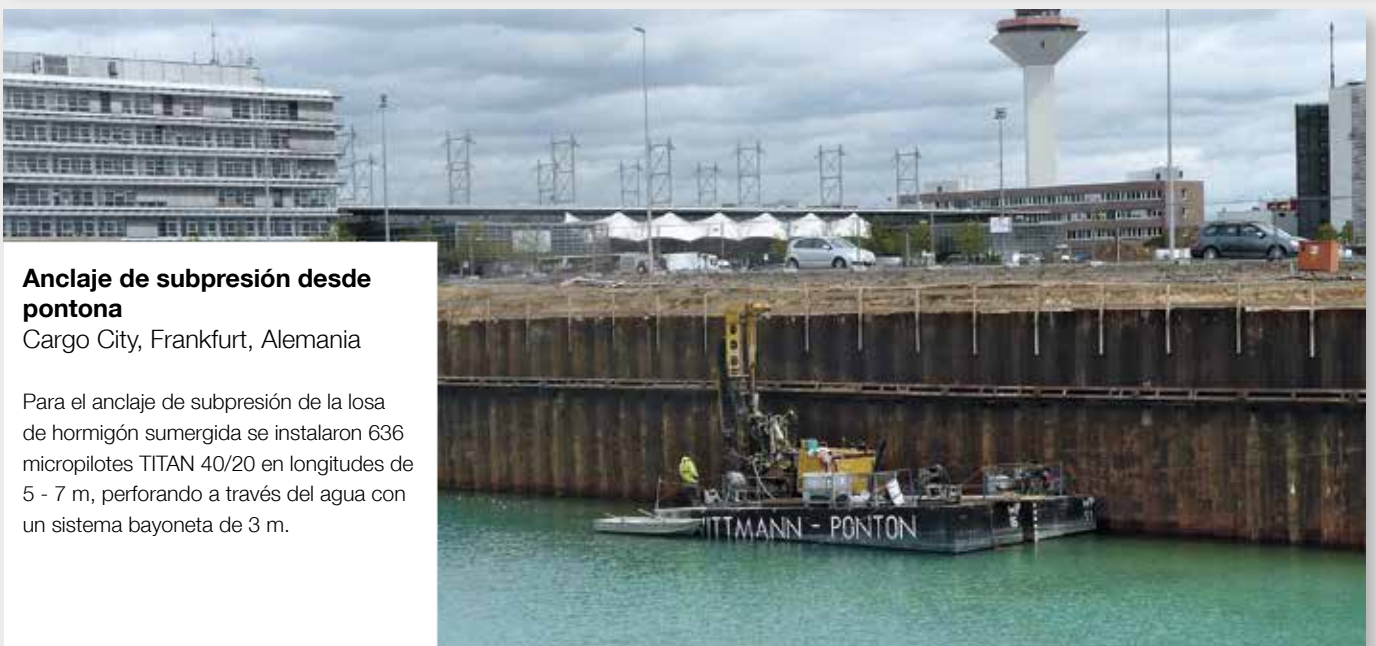


Anclajes de subpresión

Paso inferior en Shagara, Sharjah, E.A.U.

En la primera fase de diseño se partió de una losa de hormigón de 4 m de espesor, de modo que el peso propio de la estructura evitara levantamientos por subpresión. El equipo de ingenieros de Friedr. ISCHEBECK GmbH pudo ofrecer una alternativa para el sistema de anclaje: combinar micropilotes TITAN con una losa de solo

1,3 m de espesor. Esta variante proporcionó, además de una gran reducción de costes, un ahorro considerable de tiempo ya que la profundidad de excavación se redujo en 3 m y se pudo prescindir por ello de entre una y dos líneas de anclajes para arriostrar las tablestacas.



Anclaje de subpresión desde pontona

Cargo City, Frankfurt, Alemania

Para el anclaje de subpresión de la losa de hormigón sumergida se instalaron 636 micropilotes TITAN 40/20 en longitudes de 5 - 7 m, perforando a través del agua con un sistema bayoneta de 3 m.

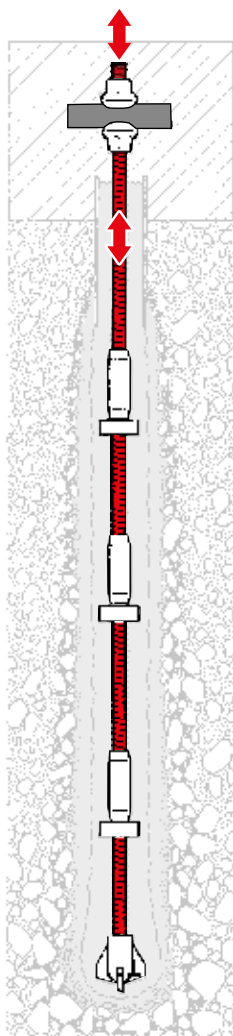
Comprobaciones

Los micropilotes TITAN se diseñan según el EC7 (UNE EN 1997). Dependiendo de la aplicación prevista y de las condiciones de contorno, las siguientes comprobaciones pueden ser relevantes:

- resistencia interna
- resistencia externa
- seguridad a pandeo
- condiciones en servicio
- durabilidad

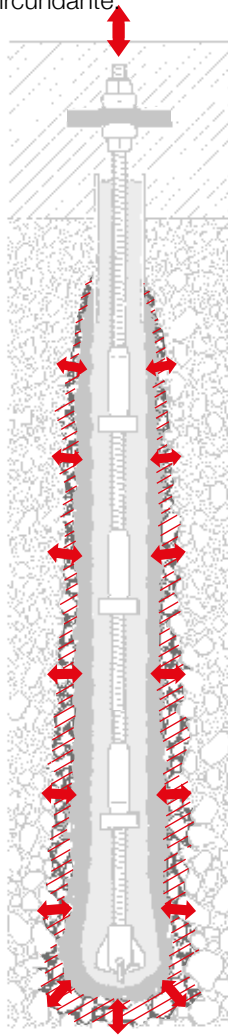
Comprobación de la resistencia interna

Para la comprobación, el valor de diseño de las acciones E_d debe ser inferior al valor de diseño de la resistencia del elemento portante de acero R_d .



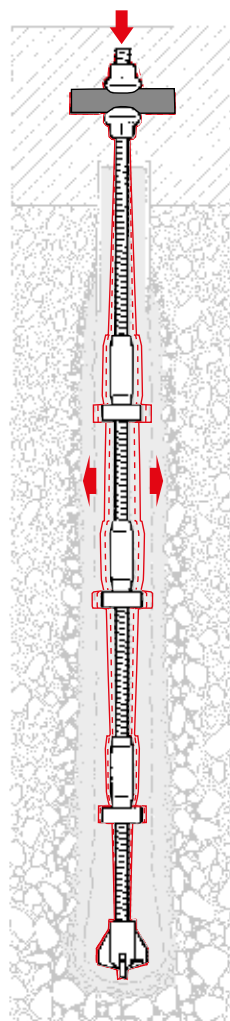
Comprobación de la resistencia externa

La resistencia del micropilote en el terreno (hundimiento/arranque) depende fundamentalmente de la superficie del bulbo de cemento y del valor de adherencia límite (rozamiento) del suelo circundante.



Comprobación a pandeo (micropilotes a compresión)

Según la norma UNE EN 1997-1 / UNE EN 14199, la comprobación a pandeo sólo es necesaria en suelos muy blandos.

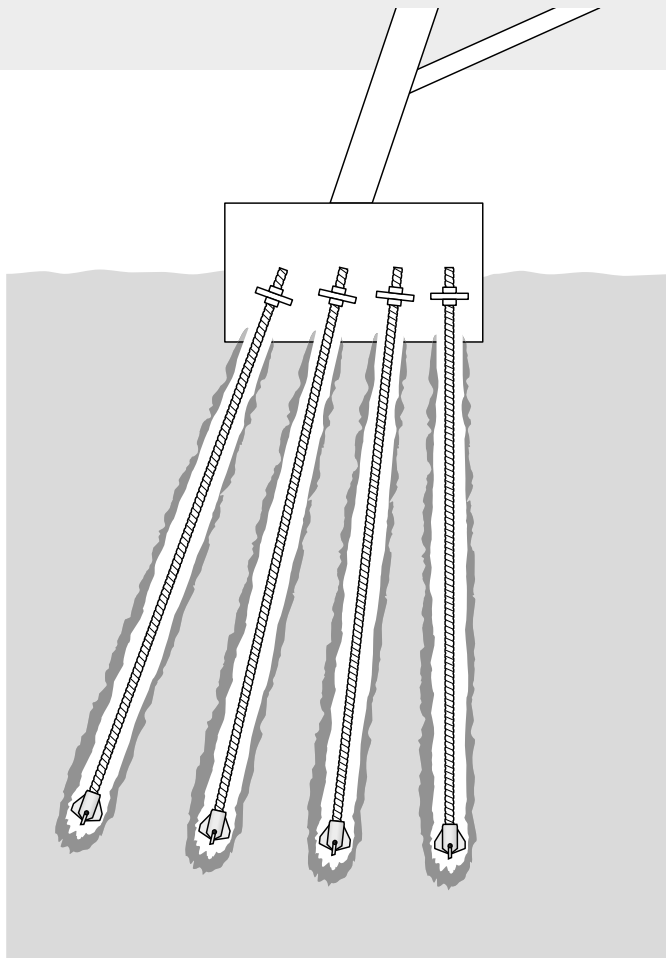


Puede encontrar indicaciones detalladas sobre las comprobaciones en nuestro catálogo "Micropilotes de inyección TITAN"



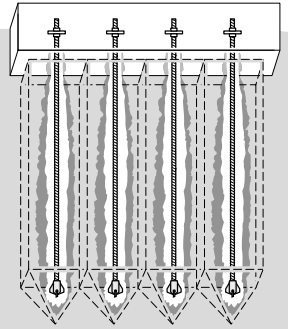
Diseño de grupos de micropilotes

Según la norma UNE EN 14199 "Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Micropilotes", los micropilotes aislados sólo pueden asumir cargas axiales. En presencia de esfuerzos cortantes y momentos flectores, se recomienda formar grupos de micropilotes conectados rigidamente. Los momentos flectores se descomponen en pares de fuerzas axiales compresión/tracción. La variación de inclinaciones de los micropilotes puede acomodar las combinaciones de fuerzas axiales y cortantes.



Resistencia al arranque (grupos de micropilotes)

En el caso de grupos de micropilotes a tracción, debe comprobarse adicionalmente la resistencia al arranque del cuerpo de suelo circundante.



En los grupos de micropilotes, debe analizarse su efecto de grupo. Según la norma DIN SPEC 18539, las siguientes indicaciones son de aplicación:

En caso de una separación entre micropilotes de al menos 80 cm en la zona de aplicación de carga, éstos no se influyen mutuamente y puede considerarse cada uno como aislado. Si la separación es inferior a 80 cm, según la norma UNE EN 1997-1 deben considerarse dos tipos de fallo para grupos de micropilotes a compresión:

- agotamiento de la resistencia a compresión de un micropilote aislado
- agotamiento de la resistencia a compresión del grupo de micropilotes, considerando todo el suelo movilizado como un bloque. Para ello se considera la superficie de todo el bloque circundante en el cálculo de la resistencia a compresión. El menor valor de ambos se considerará la resistencia de diseño.

Pruebas de carga de los micropilotes

UNE EN 14199
DIN SPEC 18539
UNE EN 1997-1, o DIN 1054
Recomendaciones sobre pilotes (EA-Pfähle, por la Asociación Alemana de Geotecnia)

La norma UNE EN 14199 "Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Micropilotes" contempla la realización de pruebas de carga. El proyectista debe establecer en las especificaciones de proyecto si dichas pruebas de carga deben realizarse sobre micropilotes preliminares de sacrificio o sobre micropilotes in situ durante la ejecución de obra. Los resultados de las pruebas sobre micropilotes preliminares se utilizarán para la estimación de la resistencia y para optimizar el diseño.

La carga máxima, el número y duración de los escalones de carga, así como los ciclos de carga deben diseñarse de tal modo que en base a los resultados pueda establecerse el comportamiento deformacional, la fluencia y la respuesta frente a recarga de los micropilotes. Para ello el proyectista puede basarse en las pautas de las normas UNE EN 1997-1, DIN 1054, DIN SPEC 18539 y las Recomendaciones sobre pilotes (EA-Pfähle).

Nota para la prueba de micropilotes a compresión:
Dado que los micropilotes TITAN transmiten las cargas de compresión y tracción al terreno exclusivamente por fuste, estos pueden someterse a una prueba de tracción. En caso de requerir una prueba de compresión, ésta debe mencionarse en las especificaciones de proyecto.

Encontrará información más detallada sobre pruebas de carga para micropilotes en nuestro catálogo "Anclaje de estructuras de contención con micropilotes TITAN"



Fig.:
Prueba a compresión de un micropilote en un suelo con riesgo de pandeo.

Obra: "Recalce del cimiento de una torreta de línea eléctrica"

Posición 1: Micropilote para recalce tracción/compresión TITAN 52/26 permanente

Micropilote según norma UNE EN 14199 / Homologación Z-34.14-209 para recalce, para resistir cargas a tracción/compresión, resistencia de cálculo R_d 565 kN. Elemento portante de acero en forma de barra hueca de 52 mm de diámetro exterior y 26 mm de diámetro interior, con **rosca continua DIN 488, materia prima UNE EN 10210 S 460 NH**, Ischebeck TITAN 52/26.

Aplicación permanente (superior a 2 años), **protección frente a la corrosión a través del recubrimiento** mínimo de 40 mm del bulbo de lechada de cemento, diámetro medio del bulbo 135 mm, con centradores separados 3 m como máximo, con tubo de transición para la cabeza del micropilote, grado S235JR, dimensiones según la homologación, longitud 580 mm, con placa de cabeza 145/145/28 mm, fijada entre dos tuercas esféricas.

Cantidad.....unidades

Longitud en m.....

Inclinación respecto a la vertical en grados

La longitud del micropilote se calcula desde el extremo inferior hasta la base de la cabeza del mismo.

Ejecución por perforación a rotopercusión sin entubación, lechada de estabilización de la perforación y limpieza con $A/C = 0,4$ a $0,7$, **inyección dinámica** desde frente de perforación con lechada $A/C = 0,4$ a $0,5$, con cemento Portland según UNE-EN 197-1 en función de la clase de exposición, incluso elaboración de un parte de registro de la ejecución para cada micropilote según homologación oficial, pruebas de carga según UNE EN 1997-1.

Posición 2: Prueba de aceptación de micropilotes in situ según la pos. 1

prueba de carga a tracción, puesta en carga en 2 ciclos, carga de ensayo 585 kN ($F_d < P_p < 0,9 \times R_k$)

En algunos casos pueden ser necesarias especificaciones adicionales respecto a:

- tipo de cemento y excesos de consumo
- limitaciones en el espacio de trabajo
- ubicación de los puntos de perforación
- recogida y gestión de las suspensiones de perforación e inyección
- carga contaminante de los residuos de perforación
- requerimientos y documentos especiales

Las especificaciones ISCHEBECK pueden ser fácilmente generadas con nuestro accesible sistema online, para después ser descargadas en formato de texto, tabla o formato GAEB. Simplemente entre en <http://ischebeck.bauprofessor.de> y nuestros expertos estarán encantados de ayudarle.



Micropilote combinado

La solución para terrenos inestables (pandeo)

El micropilote TITAN ofrece la posibilidad de conectar elementos portantes de acero de diámetros diferentes, formando un micropilote combinado. En muchos casos resulta innecesario y antieconómico disponer un mismo diámetro de barra en toda la longitud del micropilote. El incremento de sección del elemento portante de acero sólo se plantea en tramos con terrenos inestables en los que exista riesgo de pandeo. De este modo se aumenta la rigidez a flexión del micropilote sin la necesidad de recurrir a costosas medidas adicionales, como por ejemplo la entubación metálica.

Puede encontrar más información sobre el micropilote combinado en el catálogo "Micropilotes de inyección TITAN".



Aumento del diámetro de perforación y del bulbo de inyección

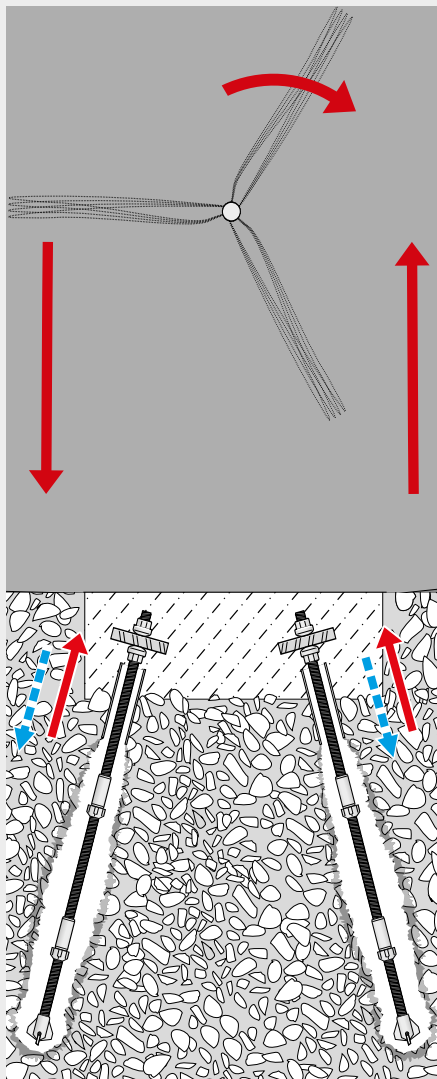
Los adaptadores también son de aplicación cuando se necesitan bocas de perforación de un diámetro superior, por ejemplo una boca para TITAN 103 (boca trialeta de metal endurecido, diámetro 175 mm) sobre elemento portante de acero TITAN 73/53.



Manguito de unión

Solución para la resistencia de cargas dinámicas

Se consideran como cargas dinámicas las cargas de carácter cíclico alternantes, como por ejemplo las que afectan a cimientos de maquinaria, de generadores eólicos o de pantallas antiruido en las cercanías del ferrocarril, o las propias de escenarios sísmicos. Es importante considerar las consecuencias de estas cargas, en particular la fatiga del material. El riesgo de fallo es elevado especialmente en elementos portantes con uniones intermedias, ya que cada junta puede convertirse en una rótula y constituir por tanto un punto débil.



Manguito de unión

Se ha desarrollado para el sistema TITAN un manguito de unión con anillo metálico central integrado. Una vez ajustado con un par de apriete especificado, el manguito posibilita una unión rígida de los elementos portantes de acero sin necesidad de contratuerca, permitiendo la transmisión de cargas dinámicas al terreno.



En el marco del desarrollo de la homologación oficial, se ensayaron los manguitos de unión en la Universidad Técnica (TU) de Múnich sometiéndolos a tests de fatiga de 2 millones de ciclos de carga, obteniendo un rango admisible de tensiones de 70 N/mm². Con un menor número de ciclos de carga el rango de tensiones aumenta según la curva S-N (Wöhler).

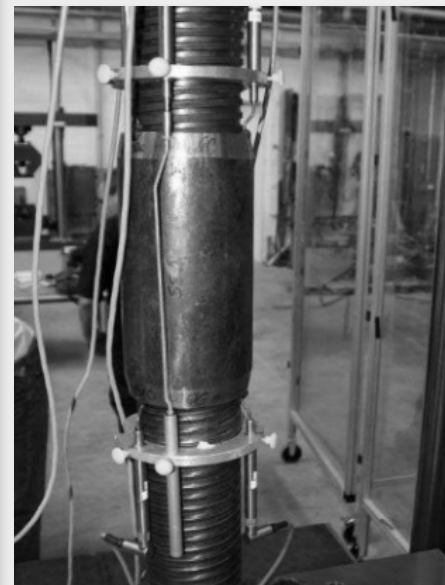
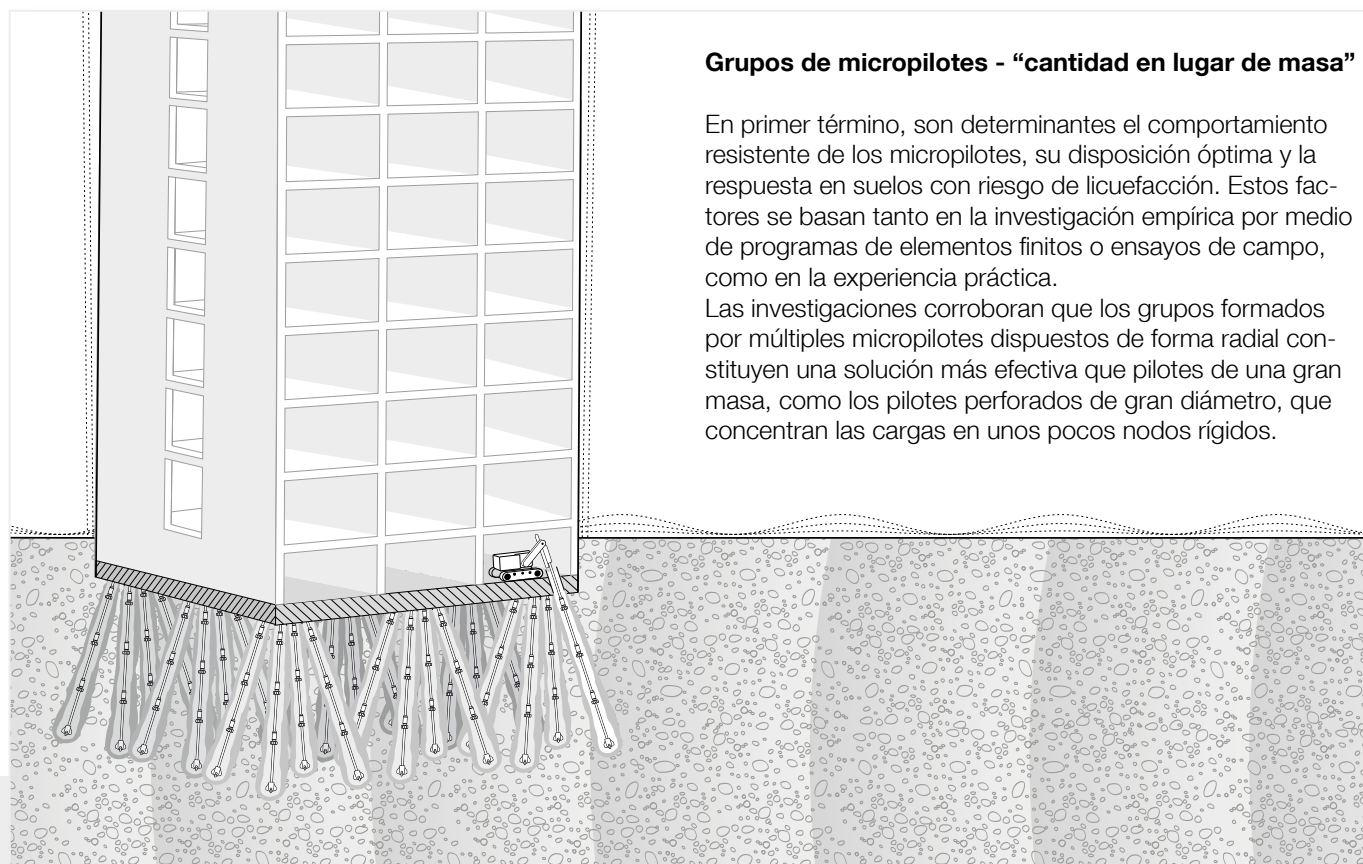


Fig.: Test de fatiga de una unión TITAN 103/78 en la TU de Múnich

Refuerzo sísmico

Los grupos de micropilotes reducen el riesgo de licuefacción del terreno

La construcción de estructuras sismorresistentes es una de las tareas más exigentes del sector. Los terremotos son una fuerza de la naturaleza, incontrolable y difícilmente predecible, que puede conllevar niveles nefastos de destrucción. En Alemania, comparativamente, el riesgo sísmico es reducido. Sin embargo, varios proyectos realizados en regiones claramente expuestas al sismo lo corroboran: el micropilote TITAN es óptimo para el diseño de cimentaciones sismo-resistentes.



Grupos de micropilotes - “cantidad en lugar de masa”

En primer término, son determinantes el comportamiento resistente de los micropilotes, su disposición óptima y la respuesta en suelos con riesgo de licuefacción. Estos factores se basan tanto en la investigación empírica por medio de programas de elementos finitos o ensayos de campo, como en la experiencia práctica.

Las investigaciones corroboran que los grupos formados por múltiples micropilotes dispuestos de forma radial constituyen una solución más efectiva que pilotes de una gran masa, como los pilotes perforados de gran diámetro, que concentran las cargas en unos pocos nodos rígidos.

Experiencia práctica en todo el mundo

A través de ensayos con micropilotes TITAN ha quedado establecido que los grupos de micropilotes reducen localmente y en gran medida el riesgo de licuefacción del terreno. Estos hallazgos se han puesto en práctica en todas las regiones sísmicas del mundo.

El terremoto de Chile en febrero de 2010, de magnitud M_w 8,8, constituyó una auténtica prueba de fuego para el sistema de micropilotes TITAN. Todas las construcciones en todos los campos de aplicación del sistema -micropilote de cimentación, anclaje o bulón- resistieron este test extremo sin sufrir daños.



Recalce de un estribo de puente con 40 micropilotes TITAN 103/78 en una región fuertemente sísmica en Chile, en el año 2009.

Inyecciones de alta presión

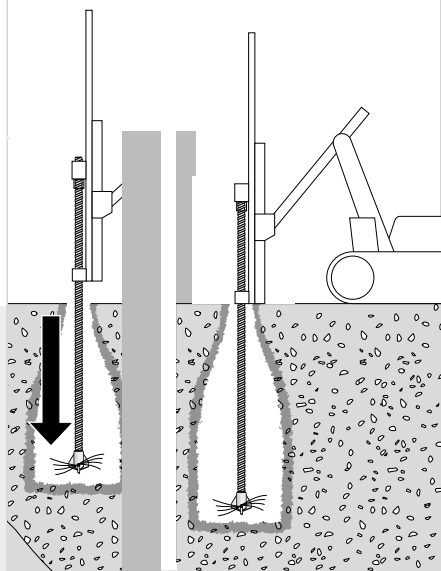
Mayor ensanche del orificio de perforación que con métodos convencionales



Con el procedimiento convencional, el micropilote TITAN se instala con una presión de inyección de aprox. 5-10 bar. Según nuestra experiencia, los ensanches del orificio de perforación están en el rango 20-75 mm. En suelos muy blandos con una reducida resistencia por fuste el micropilote TITAN también puede instalarse con altas presiones de inyección. Con una presión de hasta 240 bar se consiguen grandes bulbos de inyección, reduciendo así su longitud. Una instalación inclinada es asimismo posible, por ejemplo como anclaje de tablestacado.



Principio de la inyección de alta presión



Recalce de un viaducto ferroviario

La instalación se llevó a cabo con aprox. 230 bar y un avance de 0,75 m/min (lechada de limpieza con A/C 0,8). El cemento utilizado para la inyección (p.e. DORODUR 135), de gran finura, es ideal para este tipo de procedimientos (jet grouting).

Sistema estanco

La boca de perforación para arcillas HDI, desarrollada para grandes presiones, dispone de 1-2 toberas con un diámetro de 3,5 mm. Gracias al ingenioso desarrollo del manguito de unión con tope central, anillo metálico y sellado, el sistema TITAN es estanco.



Fig.: Bulbo de inyección en arenas sueltas a alta presión (micropilote TITAN 40/16 con boca para arcillas HDI Ø 110 mm y tobera HM).



Boca de perforación para arcilla HDI (jet grouting)



Manguito de unión patentado

Desde bulones (soil nailing) y anclajes hasta estabilizaciones en túneles - el micropilote TITAN tiene múltiples aplicaciones.



Puede encontrar información general y comprobaciones en nuestros catálogos de micropilotes TITAN. También puede encontrar información sobre otras posibilidades de aplicación en los catálogos sobre “Estabilización de taludes y bulonados”, “Anclaje de estructuras de contención”, así como “Túneles y minería”:



Las fotos en este catálogo muestran momentos específicos de diversas obras. Es por tanto posible que los estados en ellas reproducidos no cumplan íntegramente todos los requerimientos técnicos o de seguridad.

Sistemas de encofrado



Sistemas de entibación



Geotecnia



Sistema de gestión certificado según UNE EN ISO 9001:2015 **DVS** ZERT

ISCHEBECK
IBÉRICA

ISCHEBECK
TITAN

Filial en España: ISCHEBECK IBÉRICA S.L.

Pol. Industrial "El Oliveral", Calle S, N° 25, ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA / VALENCIA
Tel.: +34 96 166 60 43 | Fax +34 96 166 61 62
E-Mail: ischebeck@ischebeck.es | <http://www.ischebeck.es>

FRIEDR. ISCHEBECK GMBH

Gerentes: Dipl. Wi.-Ing. Björn Ischebeck, Dr. jur. Lars Ischebeck
Loher Str. 31-79 | DE-58256 Ennepetal | Tel. +49 2333 8305-0 | Fax +49 2333 8305-55
Correo electrónico: info@ischebeck.de | <http://www.ischebeck.de>