

Procedimiento para construcción de anclajes activos con barras autoperforantes o aceros equivalentes, generando condición de pretensado en la zona libre para optimizar su funcionamiento

José Luis Parada Barajas
Especialista en Geotecnia

Abril de 2024

Contenido	Pág.
1. Objetivo.....	4
2. Alcance.....	4
2.1 Definiciones	4
2.2 Responsabilidades	5
2.3 Descripción	6
3. Equipo	6
3.1 Unidad hidráulica.....	6
3.2 Compresor de aire	6
3.3 Bomba de inyección.....	6
3.4 Canasta de perforación.....	6
3.5 Track drill.....	7
3.6 Generador eléctrico	7
3.7 Gato de tensionamiento.....	7
3.8 Equipo menor y accesorios	7
3.9 Materiales.....	8
3.10 Elementos de seguridad	8
4. Proceso constructivo de anclajes activos con barras.....	8
4.1 Autoperforantes.....	8
5. Fase 4. Instalación de placas, tuercas de anclaje y tensionamiento	13
5.1 Construcción del dado de anclaje	13
5.2 Colocación de la Placa y Tuerca:.....	14
5.3 Tensionado del Anclaje.....	14
5.4 Llenado de la Zona Libre del Anclaje Activo.....	15
6. Controles de calidad y registro	16
6.1. Materiales.....	16
6.2. Lechada	16
7. Medidas SST	16
8. Referencias.....	18

Listado de Figuras	Pág.
Figura 1. Proceso de Perforación.....	9
Figura 2. Paso único de la perforación, martillo en cabeza	10
Figura 3. Perforación inicial con martillo de fondo.....	11
Figura 4. Proceso de Inyección.....	13
Figura 5. Proceso de Tensionamiento	14
Figura 6. Composición interna del anclaje	15

1. Objetivo

Definir el procedimiento adecuado para la construcción de anclajes activos con barras autoperforantes que permitan optimizar su funcionamiento mediante la utilización de la zona libre del anclaje como elemento estructural pretensado.

2. Alcance

Este procedimiento aplica para la construcción de anclajes activos con barras autoperforantes o aceros equivalentes.

2.1 Definiciones

Anclaje Activo con Barras Autoperforantes: Los anclajes activos autoperforantes consisten en la instalación de barras huecas roscadas, fijadas al terreno en su zona de bulbo mediante la inyección de lechada y tensionadas según las especificaciones de la obra. Las barras, al ser huecas en su interior, permiten el paso de agua/aire de barrido durante la perforación; así como, la inyección de la lechada de cemento o de resina barras huecas claje® Drill, 2015.

Cabeza, o cabezal de anclaje: Parte externa del anclaje capaz de transmitir la carga del tirante al área del lote o a la composición a anclar. Esta región está formada por la placa de reparto y las tuercas.

Inyección: Proceso de la ejecución de un anclaje, que permite transmitir la carga del tirante al terreno a través de la zona de bulbo. Siempre se efectúa en la perforación, antes del tensado del anclaje © ISCHEBECK 1999.

Tensado: Operación en la cual se transmite una tensión al tirante, y de éste al terreno a través del bulbo. Durante la misma se debe controlar la curva alargamiento-carga.

2.2 Responsabilidades

Gerente general: Asignar los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades definidas en el presente programa y dar cumplimiento a las obligaciones contempladas en el proyecto.

Residente de obra / Supervisor de Obra: Velar por el cumplimiento de especificaciones técnicas referidas a la ejecución de la obra objeto del contrato.

SST/HSE: Coordinar las actividades en temas de seguridad y salud en el trabajo durante la ejecución de las actividades descritas en el procedimiento, además desarrollar las funciones con respecto a los principios generales de prevención y de seguridad.

Topógrafo / Comisión de topografía: Encargado(a) de realizar mediciones de precisión en el procedimiento de localización mediante coordenadas.

Inspector Ambiental: Identifica agentes perturbadores del medio ambiente, su deterioro, condiciones de riesgo, fuentes de contaminación y promueve actividades de concientización y de conservación del recurso.

Inspector de obra: Es quien hace seguimiento y verificación del cumplimiento de las especificaciones y directrices del residente de obra, con el fin de garantizar la adecuada ejecución de las labores de obra encomendadas.

Cuadrilla de perforación: Personal destinado para la ejecución de las actividades del proceso constructivo de armado de la plataforma de trabajo, perforación e instalación de anclajes. Este personal debe contar con experiencia certificada en esta labor y tener vigente el curso avanzado en alturas DYWIDAG 2021.

2.3 Descripción

Los recursos a utilizar para esta actividad son los siguientes sin limitarse a ellos:

3. Equipo**3.1 Unidad hidráulica**

La unidad de potencia hidráulica es una unidad integral que suministra potencia hidráulica incluso en ubicaciones remotas. Este equipo permite utilizar herramientas hidráulicas y componentes de equipos hidráulicos. Disponibilidad de una estación hidráulica en un lugar de trabajo.

3.2 Compresor de aire

Son máquinas que aspiran el aire ambiente, a presión atmosférica, y lo comprimen hasta lograr una presión superior. Generalmente, el fluido que comprimen es aire que es expulsado a presión.

3.3 Bomba de inyección

Es un equipo utilizado para inyectar lechadas de cemento en estructuras de anclajes activos o pasivos, teniendo en cuenta la manejabilidad que garantice un buen procedimiento con presiones controladas.

3.4 Canasta de perforación

Es un equipo diseñado para realizar perforación suspendida a cualquier altura y grado de inclinación de acuerdo a las especificaciones del cliente, se ejecutan actividades de perforación de anclajes activos, pasivos y drenes ISCHEBECK TITAN 2006.

3.5 Track drill

Consisten básicamente en una perforadora hidráulica articulada a una guía de acero o mástil, que accionada por medios hidráulicos, gira, sube o baja a lo largo de la torre. El número de posiciones es ilimitado. Son conocidas como perforadoras de columnas. Emplean modernas brocas Intercambiables con insertos de carburo de tungsteno, teniendo una longitud de avance muy grande que permite la utilización de secciones de acero (barras). Son generalmente de accionamiento por percusión habiendo también de rotación ISCHEBECK TITAN 2014

3.6 Generador eléctrico

Un generador eléctrico es un equipo que toma la energía mecánica, generada por cualquier componente, en este caso el generador produce energía para suministrar a los compresores de aire y demás equipos que requieran energía eléctrica.

3.7 Gato de tensionamiento

El gato hidráulico es un equipo compuesto cilindros hidráulicos que se usan para el tensado de anclajes de cable o barra, así como en el tensado o pruebas de micropilotes.

3.8 Equipo menor y accesorios

Se deben tener en el sitio o en obra los siguientes accesorios:

-) Llaves de tubos No 24.
-) Mangueras hidráulicas
-) Mangueras de aire.
-) Tanques de almacenamiento
-) Pulidora
-) Planta eléctrica
-) Taladro
-) Macetas

) Herramienta básica

3.9 Materiales

-) Barra Autoperforantes o Aceros Equivalentes.
-) Acoples
-) Espaciador o separador
-) Tuerca Hexagonal Biselada
-) Broca de botones, aleta o la indicada según el suelo.
-) Placa
-) Cemento
-) Expansor
-) Plastificante

3.10 Elementos de seguridad

-) Casco de seguridad.
-) Botas con puntera de acero.
-) Guantes de vaqueta.
-) Guantes de nitrilo
-) Gafas de seguridad.
-) Mascarilla para material particulado.
-) Protectores auditivo copa y/o inserción
-) Dotación de invierno
-) Careta de acetato

4. Proceso constructivo de anclajes activos con barras

4.1 Autoperforantes

La construcción se realizará de la siguiente forma:

Fase 1. Construcción de anclajes: Se arma el anclaje activo con barras autoperforantes, se acoplan las uniones se le instala la broca de perforación DSI Underground Austria GmbH 2019

Fase 2. Perforación de Anclaje: Se inicia la perforación utilizando la barra autoperforante. La perforación avanza mediante la rotación y el golpeo simultáneo, lo que permite que la barra avance a través del terreno y la broca triture el material.

Figura 1

Proceso de Perforación



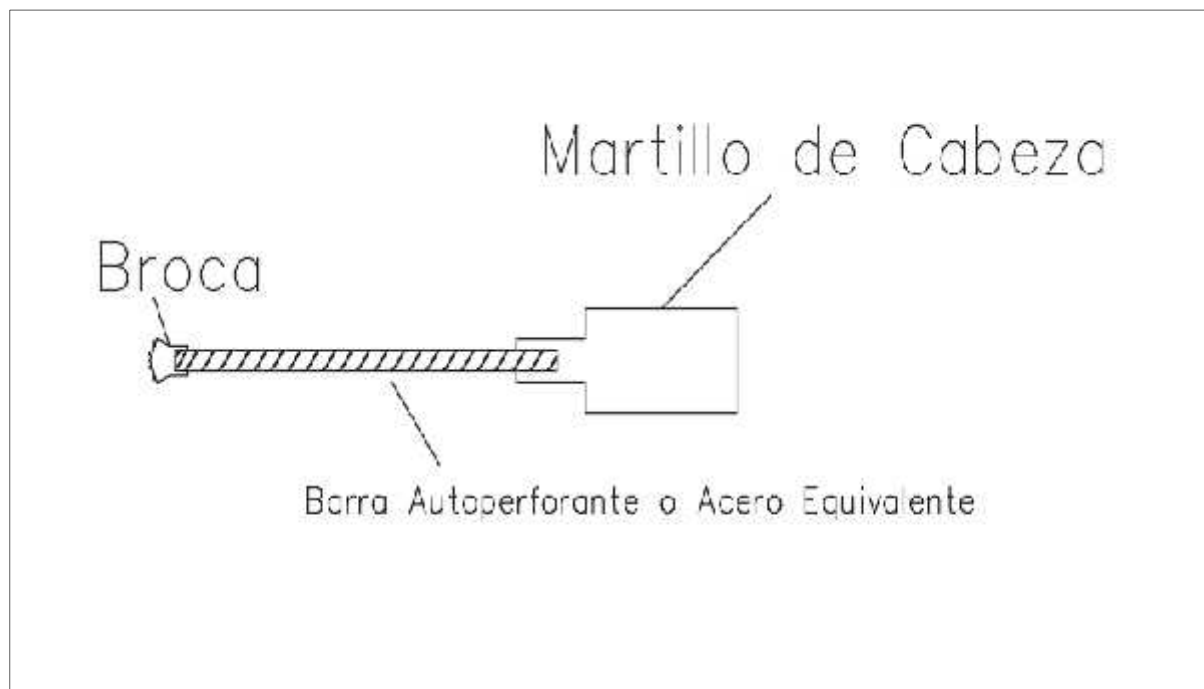
Fuente: Elaboración Propia

Método a. Perforación e instalación del Anclaje: Se realiza la perforación del anclaje conforme a las indicaciones especificadas en el diseño de estabilización del talud considerando siempre que la perforación debe tener un diámetro mayor al diámetro de las barras a instalar, la perforación se debe realizar con una de las dos alternativas técnicas que se describen a continuación:

Perforación con barras autoperforantes con martillo en cabeza: La perforación se realiza instalando las barras con una broca que quedará embebida en el anclaje y el impacto se realiza en la cabeza de la perforación que corresponde al nivel superficial del talud DYWI Drill 2016.

Figura 2

Paso único de la perforación, martillo en cabeza

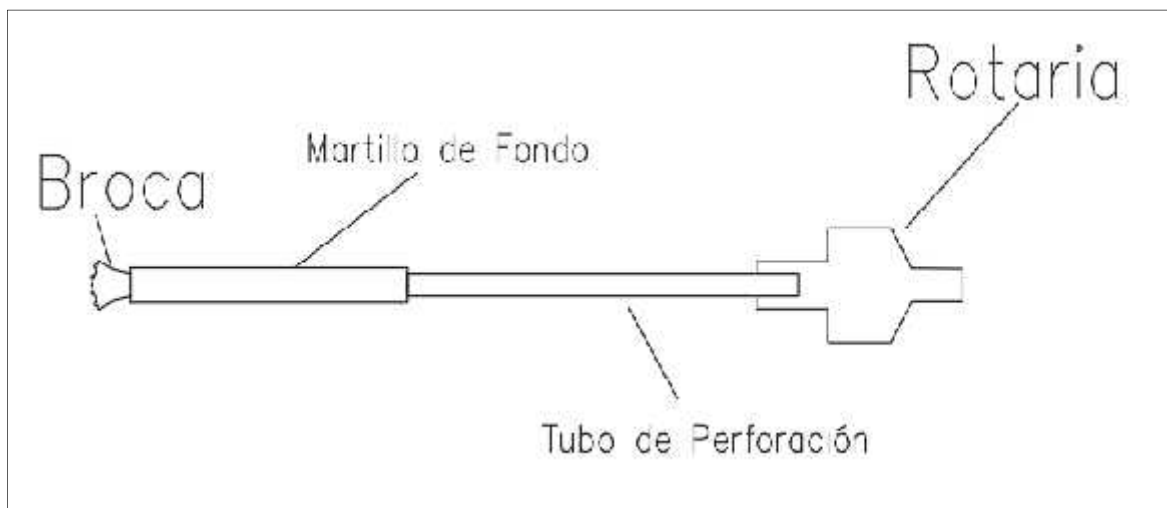


Fuente: Elaboración Propia

Perforación con martillo de fondo y posterior instalación del anclaje con martillo en cabeza: La perforación se realiza con el sistema convencional de martillo de fondo, seguidamente se retira la sarta de perforación para dar paso a la instalación de las barras autoperforantes conforme a lo descrito en la técnica de perforación a.

Figura 3

Perforación inicial con martillo de fondo



Fuente: Elaboración Propia

Método b. Inyección del Anclaje Activo: Para la correcta instalación del anclaje activo compuesto por barras autoperforantes o aceros que permitan un comportamiento equivalente para el anclaje, se realiza la instalación del anclaje conforme a los procedimientos establecidos en el método a.

Fase 3. Inyección de Anclaje: Seguidamente se deberá instalar la lechada de inyección conforme a lo indicado en las especificaciones y planos de obra, para garantizar que la inyección se realice en la zona específica del bulbo se deberá realizar la inyección de forma progresiva iniciando con la cantidad equivalente, en litros por metro lineal, al área de la perforación menos el área ocupada por la barra y accesorios que se multiplicará por un metro lineal para obtener el volumen por metro lineal de lechada teórica, de esta manera se realizará el proceso de inyección según la longitud especificada del bulbo y el volumen efectivo de inyección por metro lineal. La lechada se inyectará desde el fondo del anclaje en dirección hacia la superficie.

Ejemplo: para un anclaje de 35 metros de longitud, si después de realizar la operación de resta del área de la perforación con el de la barra y accesorios y multiplicar por un metro lineal, nos

resulta una cantidad de 10 litros de lechada por metro lineal de anclaje, y la longitud del bulbo es de 10 metros se opera la cantidad de lechada por la cantidad de metros del bulbo:

10 litros de lechada/m x 10 m de bulbo = 100 Litros de lechada.

Una vez inyectada la lechada inicial se deberá realizar la verificación de inyección efectiva, que para el ejemplo corresponde a 10 metros de bulbo, se inserta por el tubo una sonda de medida con un dispositivo de barrido en la punta que permita realizar la limpieza interna de la lechada del anclaje en la zona libre o hasta donde la lechada haya alcanzado su efecto de inyección, dicho dispositivo puede ser un obturador con orrins perimetrales que permitan que el dispositivo se deslice y a su vez limpie el anclaje internamente, se marcará el punto al que la guaya ingrese sin oponer resistencia, en ese punto debe presentarse una resistencia considerable para que la sonda de limpieza continúe ingresando a una mayor profundidad, seguidamente se retirará la sonda para insertar, ya con la superficie interna limpia, una segunda sonda que será la sonda de medida, dicha sonda dispondrá de una punta metálica roma que debe tener un diámetro menor al del diámetro interno de las barras, se insertará la sonda de medida hasta la profundidad en la que se encontró la resistencia por la sonda de limpieza y un metro más, posteriormente se retira la sonda de medida registrando la profundidad a la que ingresó en el anclaje, una vez se saca la sonda se verifica la traza de lechada que ha quedado marcada y se verifica la profundidad alcanzada por la inyección, si no se ha alcanzado la inyección efectiva del bulbo, se procede a continuar el proceso de inyección, esta condición puede presentarse especialmente en suelos con fisuras o cavidades internas, también por el tipo de suelo que componga el talud u obra que se esté estabilizando, de manera que para dicha condición se realizará un cálculo de campo que permita recalcular la cantidad de consumo por ml del anclaje en la zona de inyección y se obtendrá como resultado la cantidad de lechada faltante para culminar la inyección efectiva del anclaje, por lo cual se procederá a continuar con la debida inyección de la cantidad de lechada faltante de forma progresiva tomando medidas periódicas para evaluar la inyección efectiva, una vez finalice este proceso se deberá realizar nuevamente la medida del anclaje internamente para verificar si se ha alcanzado la inyección efectiva del bulbo, cuando se determine que ya se ha completado la inyección efectiva del bulbo se dará por terminado el proceso de inyección. Finalmente para garantizar que el anclaje quede limpio internamente y habilitado en caso de

requerirse reinyección, se deberá insertar tubería metálica de lavado con un obturador que permita realizar un lavado interno del anclaje sin afectar el proceso de inyección.

Figura 4

Proceso de Inyección



Fuente: Elaboración Propia

5. Fase Instalación de placas, tuercas de anclaje y tensionamiento

5.1 Construcción del dado de anclaje

Se deberá instalar un tubo de 4" PVC o similar en el punto de intersección entre el anclaje y la superficie del talud, o el que se defina según el diámetro de las barras, el mismo deberá estar dentro de la perforación realizada por lo menos 15 centímetros para garantizar su ubicación, seguidamente se deberá construir el dado del anclaje conforme a las especificaciones indicadas en procedimientos y planos de obra, se instalarán dos mangueras o tubos que permitan el posterior llenado del anclaje, una vez construido el dado y alcanzada la resistencia de diseño, se procede a instalar los accesorios de tensionamiento.

5.2 Colocación de la Placa y Tuerca:

Una vez que la lechada ha fraguado, se coloca la placa de anclaje sobre el extremo libre de la barra, junto con una tuerca de fijación.

5.3 Tensionado del Anclaje

) **Aplicación de la Carga:** Se usa un gato hidráulico para aplicar la tensión a la barra. La carga aplicada debe ser la indicada en el diseño para garantizar la estabilidad del talud.

) Se procede con los incrementos de carga de 25% en 25% hasta llegar a la carga de diseño que debe ser del 100%.

) Hacer un registro escrito con las cargas y las elongaciones, para verificaciones posteriores. En este registro debe quedar la identificación del anclaje, fecha de ejecución del ensayo y los equipos usados.

) En caso de que el tensionamiento no cumpla se debe reinyectar y repetir el tensionamiento DYWI 2014

Figura 5

Proceso de Tensionamiento



Fuente: Elaboración Propia

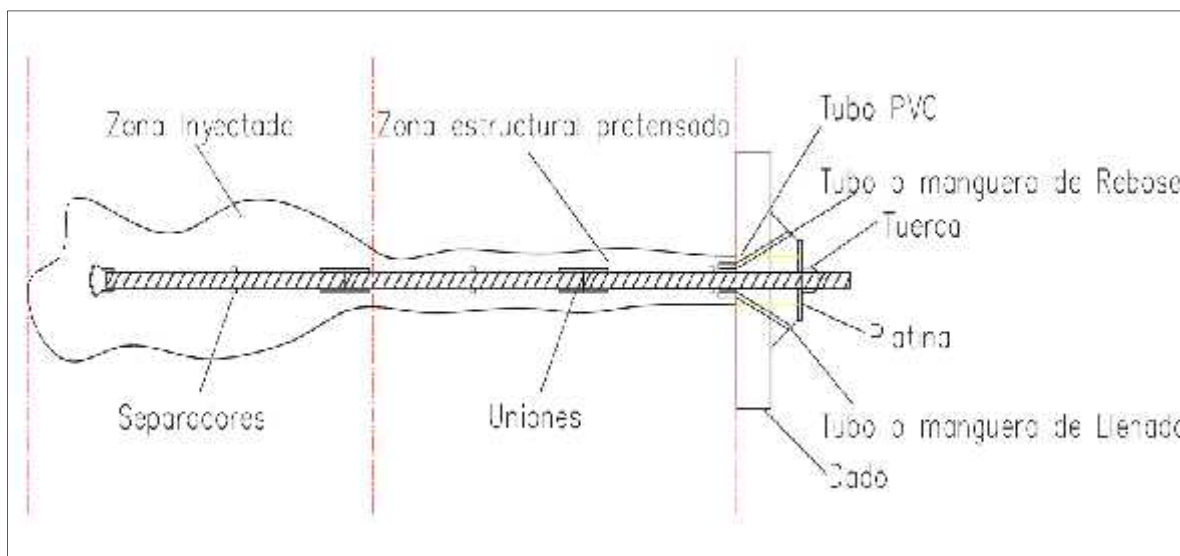
Fijación de la Tuerca: Una vez se alcanza la carga deseada, se ajusta la tuerca para mantener la tensión aplicada en la barra. Esto convierte al anclaje en un anclaje activo, es decir, que aplica una fuerza constante al suelo. Se Ajustan los diferentes elementos del anclaje y se verifica la alineación.

5.4 Llenado de la Zona Libre del Anclaje Activo

Una vez se ha realizado el Tensionamiento, se ha generado un efecto de pretensado en la zona libre del anclaje, es allí donde se realizará el llenado a presión del anclaje por medio de elementos instalados previamente en el dado de anclaje que permiten el ingreso de lechada dejando también un tubo de retorno como indicador del llenado total de la zona libre del anclaje, una vez se ha llenado la zona libre y la misma ha fraguado hemos logrado obtener un anclaje activo con una zona libre actuando como un elemento estructural pretensado que permitirá que el anclaje sea mucho más eficiente en caso de estrés dinámico, de esta forma se alcanza una mayor eficiencia del anclaje, de la misma manera la lechada actúa como protector para la corrosión y agentes externos.

Figura 6

Composición interna del anclaje



Fuente: Elaboración Propia

6. Controles de calidad y registro

6.1. Materiales

Verificar que los Anclajes y sus accesorios cumplen cabalmente con las dimensiones y características de calidad indicadas en los planos y en las especificaciones técnicas ISCHEBECK TITAN 2015.

Verificar que las resinas o aditivos a utilizar como medio de anclaje cumplen las recomendaciones del fabricante en cuanto a almacenamiento y conservación de las mismas, y las características de calidad establecidas en las especificaciones técnicas DYWI 2013.

6.2. Lechada

Se deberá verificar que el diseño de lechada para los anclajes cumpla con los parámetros de resistencia especificados en los planos de obra y las especificaciones técnicas.

Las muestras de lechadas se deberán tomar por jornada, las edades de falla serán a los 7, 14 y 28 días respectivamente o como lo indique el cliente. Estas muestras se tomarán en moldes tricubo de dimensión 5cmx5cmx5cm.

Diseño de mezcla para inyección de lechada

El diseño de mezcla que será transmitido por el cliente o realizado según se indique.

7. Medidas SST

) Antes de iniciar las actividades en los frentes de trabajo se deberá realizar el análisis de trabajo seguro y dejar registro de este.

-) Si las condiciones ambientales o topográficas cambian, el ingeniero encargado del frente en conjunto con los encargados del área de seguridad y análisis para el trabajo seguro, divulgaran al personal del frente las medidas de control a implementar como resultado del análisis de seguridad.

-) Se debe evaluar en el frente de trabajo las condiciones atmosféricas.

-) Verificar el área y condiciones del suelo para determinar la seguridad del personal.

-) Todo el personal debe contar con los EPP adecuados para la actividad.

8. Referencias

Dill. 2015 Coeficientes Expansión DYWI Drill.pdf. [Coeficientes Expansión DYWI Drill.pdf](#)

ISCHEBECK 1999 Anclajes de Inyección TITAN
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/CATALOGOS%20ISCHEBECK.pdf](#)

Drill Hollow Bar System 2014. [file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/dsi-dywidag-dywi-drill-hollow-bar-system-en.pdf](#)

DYWI® Drill 2016 Sistema de Barras Autoperforantes
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/dsi-dywidag-sistema-de-barras-autoperforantes-dywi-drill-la-sp%20\(1\).pdf](#)

DSI Underground Austria 2019 GmbH Evaluación Técnica Europea
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/dsi-eta-es.pdf](#)

Drill Hollow Bar System 2013 European Technical Approval Soil and Rock Nails
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/ETA%20120603%20DYWI%20Drill%20Hollow%20Bar%20System.pdf](#)

DYWIDAG 2021 Procedimiento instalación DYWI Drill activos
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/Procedimiento%20instalaci%C3%B3n%20DYWI%20Drill%20activos.pdf](#)

ISCHEBECK TITAN 2006 International geotechnical Seminar 28th September 2006 Ennepetal
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/Catalogo%20Ischebeck%20Titan%201.pdf](#)

ISCHEBECK TITAN 2014
[file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/Catalogo%20Ischebeck%20Titan%202.pdf](#)

ISCHEBECK TITAN 2015 Micropilotes, anclajes y bulones ischebeck titan: normativas vigentes, legalidad, calidad y producción.

<file:///D:/Users/SECRETARIA/Downloads/Catalogo%20Ischebeck%20Titan%203.pdf>