

PROCEDIMIENTO PARA CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES ACTIVOS CON BARRAS AUTOPERFORANTES O ACEROS EQUIVALENTES, GENERANDO CONDICIÓN DE PRETENSADO EN LA ZONA LIBRE PARA OPTIMIZAR SU FUNCIONAMIENTO

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se enmarca en el sector de la ingeniería geotécnica, específicamente en la estabilización de taludes mediante sistemas de anclajes activos construidos con barras autoperforantes o aceros equivalentes. Aplica principalmente en obras de infraestructura vial, ferroviaria, minería y edificaciones en zonas inestables o en zonas que requieren estabilización.

DESCRIPCION DEL ESTADO DEL ARTE

Actualmente, existen sistemas ampliamente utilizados como los de DYWIDAG. (2024). Geotechnical Product Range: Anchoring, Micropiles, DYWI® Drill, Soil Nails, and Testing Equipment (Enero 25, 2024, Ed.). Recuperado de https://assets.ctfassets.net/wz1xpzqb46pe/4TRfpM9UBT2oC89SFp8Rw2/fee5b5041728c297392ac93bfed44922/DYWIDAG-GT_Product_Range_Brochure_Jan25_ENG_WEB.pdf y TITAN de ISCHEBECK Colombia. (s.f.). Barras Autoperforantes TITAN – Anclajes y Micropilotes. Recuperado de <https://www.ischebeckcolombia.com/barras-autoperforantes>, los cuales permiten la perforación simultánea con inyección de lechada utilizando barras huecas roscadas, su objetivo es estabilizar taludes, estructuras de contención o cimentaciones profundas mediante la transferencia de cargas desde la superficie hacia el bulbo adherido en el interior del suelo o roca. El procedimiento actualmente usado es el siguiente:

- a. Se utilizan barras huecas roscadas de acero, generalmente con acoples y tuercas. Las más comunes son R25, R32, R38, R51, T76, entre otras.
- b. La broca se selecciona según el tipo de terreno, suelo blando, roca blanda, intermedia o dura, entre otros.
- c. Se conectan los elementos usando acoples roscados, permitiendo perforaciones profundas en tramos.
- d. Se utiliza un martillo en cabeza o de fondo acoplado a una perforadora (p. ej. tipo jumbo, taladro hidráulico o equipo portátil).
- e. Durante la perforación, se bombea lechada de cemento a través de la barra hueca, estabilizando la perforación e inyectando simultáneamente el material de relleno en el bulbo adherido y en la zona libre del anclaje protegida con una vaina o manguera que la aísla del material de relleno.

- f. La lechada generalmente está compuesta por cemento de uso común o de uso estructural, agua y aditivos (reductores de agua o retardantes).
- g. Una vez fraguada la lechada, se construye el dado en la cabeza del anclaje, o se instala si es prefabricado, una vez fraguado el dado se instala la platina y la tuerca, seguidamente se aplica tensión al anclaje con gato hidráulico hueco conectado a una bomba manual o motorizada, la carga se aplica conforme a las especificaciones del cliente, especificaciones técnicas y planos de obra.
- h. Se registra la carga aplicada y la elongación generada. Se usa un manómetro de registro de carga.
- i. La tuerca se ajusta para mantener la carga remanente en el sistema.

Sin embargo, ninguna de estas tecnologías contempla el llenado estructural de la zona libre posterior al tensionamiento, ni su conversión en un componente activo de soporte estructural. Esto constituye el aporte diferenciador de la presente invención.

Las desventajas del sistema actual consisten en un desaprovechamiento de la zona libre debido a la falta de adherencia del anclaje al suelo o macizo debido a la existencia de la vaina o manguera que recubre la zona libre, solo el bulbo transfiere carga, la zona libre permanece pasiva, esta configuración impide que dicha zona contribuya estructuralmente a resistir esfuerzos, al no estar adherida puede haber ingreso de humedad o aire a través de micro fisuras en la vaina o manguera, las barras se acoplan mediante uniones o manguitos roscados que generalmente tienen un diámetro externo mayor al de la barra, durante la fase de tensionamiento estas uniones generan puntos de fricción y potencial fractura del recubrimiento de inyección lo que deja expuesto el sistema y puede dificultar la transmisión de carga a lo largo de la barra ya que pueden bloquearse. El procedimiento convencional requiere múltiples pasos con alto riesgo de errores como la mala colocación de la vaina o manguera, que se puede ver comprometida durante el proceso de perforación por la fricción con el terreno y el torque que le genera el equipo de perforación, la falta de continuidad estructural impide una respuesta integral del anclaje ante vibraciones prolongadas o desplazamientos rápidos del terreno.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1.

Muestra el sistema de perforación con martillo en cabeza (1), constituido por un dispositivo neumático o hidráulico ubicado en el extremo superior del conjunto de perforación. Este martillo transmite energía de impacto a lo largo de las barras, permitiendo que se accione simultáneamente la rotación de las barras autoperforantes (2), las cuales incorporan una broca (3) que posibilita el avance continuo del sistema en el terreno.

Figura 2.

Ilustra el sistema de perforación mediante rotaria (4), que puede funcionar con accionamiento neumático o hidráulico. Este sistema genera la rotación de la tubería de perforación (5) y activa el martillo de cabeza (6), el cual está equipado con una broca (7) para facilitar la penetración en el subsuelo.

Figura 3.

Presenta una vista detallada de la modalidad de la invención, enfocada en la zona de inyección del anclaje (10). Se observa el bulbo de anclaje generado por la inyección de lechada, conformado por los componentes principales: barras auto-perforantes (2), uniones (8), separadores (11), broca (3), dado de anclaje (17), tubo pasante (12), platina de anclaje (15) y tuerca de fijación (14). La zona (9) corresponde al espacio libre que se llena con lechada tras el proceso de tensionamiento del anclaje, a través del ducto de llenado (16), permitiendo que el exceso de mezcla fluya por el ducto de rebose (13).

Figura 4.

Representa una alternativa del sistema de llenado e inyección en la zona libre (9) y en la zona de bulbo (10) del anclaje, mediante la disposición de orificios de salida en las uniones (8), en las barras autoperforantes (2) o en una combinación de ambas. Estos orificios permiten la inyección controlada de la lechada hacia el macizo, eliminando la necesidad de ductos externos. Los orificios pueden incorporar válvulas antirretorno, tapones solubles o sistemas de activación por presión (18) u otros sistemas de control que aseguren la apertura únicamente durante la etapa de llenado, evitando pérdidas de presión durante la perforación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para la construcción de anclajes activos con barras autoperforantes o aceros equivalentes, destinado a obras de estabilización de taludes, cimentaciones profundas, estructuras de contención y otras aplicaciones geotécnicas. A diferencia de los métodos convencionales, en los cuales la zona libre del anclaje es aislada mediante una vaina plástica y no participa estructuralmente, esta invención propone una solución innovadora mediante la transformación de dicha zona en un componente activo y adherido al terreno.

El procedimiento consta de varias etapas secuenciales: perforación mediante barra autoperforante, inyección inicial de lechada para conformar el bulbo adherido, aplicación de tensión controlada mediante gato hidráulico y, posteriormente, llenado de la zona libre una vez alcanzada la carga deseada. Este llenado final se realiza a través de ductos secundarios que permiten el llenado total de la zona libre con lechada estructural, eliminando el uso de vainas y asegurando una adherencia continua entre el acero y el terreno.

La invención mejora la capacidad portante, la rigidez del sistema y su respuesta frente a cargas dinámicas o desplazamientos del terreno. Además, reduce riesgos constructivos asociados a daños en vainas, mejora la durabilidad al sellar completamente la barra y optimiza la eficiencia estructural del anclaje. Su implementación es especialmente útil en zonas de alta complejidad geotécnica o sísmica.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención describe un procedimiento optimizado para la construcción de anclajes activos con barras autoperforantes o aceros equivalentes, en el cual se introduce una mejora sustancial en el aprovechamiento estructural de la zona libre del anclaje. A diferencia de los procedimientos convencionales que aíslan dicha zona mediante una vaina o manguera plástica, la presente invención transforma esta sección en un componente activo y adherido al terreno mediante un proceso secuencial de inyección y pretensado, seguido de un llenado final de consolidación. Esto incrementa significativamente la capacidad de carga, la durabilidad y el comportamiento mecánico del sistema anclado.

El procedimiento inicia con la selección y ensamblaje de barras autoperforantes, comúnmente fabricadas en acero hueco roscado con diámetros estándar como R25, R32, R38, R51, o sus equivalentes estructurales. Estas barras se acoplan mediante uniones o manguitos roscados, garantizando la continuidad estructural. En el extremo frontal se instala una broca adecuada al tipo de terreno, lo cual permite perforar suelos blandos, transicionales o roca, según sea el caso.

La perforación se realiza mediante un martillo en cabeza (Figura 1) o un sistema rotatorio con martillo de fondo (Figura 2), con accionamiento neumático o hidráulico. La energía de impacto y rotación se transmite a través de las barras, facilitando el avance continuo del sistema. Durante esta fase no se realiza inyección de lechada, durante la perforación y previo a la inyección del bulbo, se puede realizar el barrido del orificio mediante aire comprimido, agua o mezcla de ambos, con el fin de remover detritos y garantizar una adherencia adecuada de la lechada al terreno. En condiciones de terreno colapsable o poco cohesivo, durante el proceso de perforación puede adicionarse un fluido estabilizante a base de polímeros, bentonita, lodos sintéticos o mezclas equivalentes, que permita mantener la estabilidad del orificio hasta la

inyección y llenado del bulbo, estos aditivos se introducen a través del sistema de perforación y actúan formando una película protectora o modificando la reología del terreno circundante, preferiblemente dichos aditivos deben ser biodegradables o solubles, de manera que no interfieran con la adherencia estructural entre el anclaje y el terreno durante las etapas posteriores de inyección del bulbo y llenado de la zona libre.

Una vez alcanzada la profundidad deseada, si el procedimiento de perforación se realizó con martillo de fondo (6) se retira la sarta de perforación y se procede a la instalación del anclaje con martillo en cabeza mediante el uso del sistema indicado en la figura (1), en cualquier caso, una vez instalado el anclaje, se procede a la inyección del bulbo adherido del anclaje, es decir, la sección más profunda del sistema. A través del canal interno de la barra hueca, se introduce lechada de cemento que rellena el espacio entre la broca y barras con el terreno circundante, asegurando la adherencia entre el acero y el macizo de suelo o roca. Esta lechada puede contener aditivos como reductores de agua o retardantes, plastificantes y está formulada según el tipo de terreno y las condiciones de diseño.

Después del fraguado inicial del bulbo, se construye o instala el dado de anclaje en cabeza. Luego se colocan la platina de anclaje y la tuerca, y se aplica la tensión al anclaje utilizando un gato hidráulico hueco. La carga aplicada se registra mediante un manómetro calibrado y se ajusta la tuerca para garantizar la carga remanente deseada según los planos y especificaciones del proyecto.

Una vez tensionado el sistema, se procede a la etapa central e innovadora de la invención: el llenado estructural de la zona libre (Figura 3, zona 9). A través de un ducto secundario de inyección (16), se introduce lechada de cemento en el espacio libre entre la barra y el terreno, que tradicionalmente estaría ocupado por una vaina aislante. Esta lechada llena completamente la zona libre, asegurando su adherencia al terreno. El exceso de mezcla es evacuado por un ducto de rebose (13), asegurando una inyección controlada y uniforme.

Este tratamiento convierte la zona libre en un componente estructural activo, que colabora en la transferencia de cargas y mejora la respuesta global del sistema frente a esfuerzos dinámicos, sísmicos o de deformación acelerada. Al eliminar el uso de vainas, también se minimizan errores constructivos asociados al daño mecánico de estos elementos durante la perforación, tales como deformaciones, fracturas o pérdida de continuidad.

La invención aporta beneficios adicionales en términos de durabilidad, al sellar completamente la barra contra el ingreso de humedad, aire o contaminantes. Además, al evitar fricciones o bloqueos en las uniones roscadas, se asegura una transmisión de carga más eficiente a lo largo de toda la barra.

El procedimiento es aplicable en obras de estabilización de taludes, cimentaciones profundas, estructuras de contención, minería subterránea y obras en zonas geotécnicamente inestables. Su implementación mejora la seguridad, la eficiencia estructural y la vida útil de los sistemas de anclaje activos.

En variantes del procedimiento, los orificios para la inyección y llenado de lechada o evacuación por rebose pueden disponerse directamente en la barra autoperforante (2) o preferiblemente en las uniones roscadas (8) entre tramos aprovechando su mayor diámetro y robustez o una combinación entre ambas alternativas. Estos orificios pueden estar equipados con válvulas antirretorno, tapones solubles o sistemas de activación por presión, lo que permite mantener el control durante la perforación y garantizar un llenado estructural uniforme sin comprometer la integridad del sistema.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la construcción de anclajes activos en medios geotécnicos, caracterizado porque comprende las siguientes etapas secuenciales:

- a) instalación de un sistema de perforación con barra autoperforante (2) o acero equivalente, con broca (3) acoplada en su extremo inferior;
- b) inyección de lechada de cemento a través de la barra hueca (2) para conformar el bulbo adherido del anclaje (10) en el terreno;
- c) aplicación de una carga de tensión controlada al anclaje mediante un dispositivo hidráulico (gato hueco) acoplado a la barra (2) y platina (15);
- d) llenado posterior de la zona libre (9) del anclaje con lechada estructural, una vez finalizado el tensionamiento, a través de un ducto de inyección (16);
- e) evacuación del exceso de lechada a través de un ducto de rebose (13).

Dicho llenado posterior transforma la zona libre en un componente estructural activo, asegurando la adherencia entre la barra (2) y el terreno.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la barra (2) utilizada es hueca y roscada, de tipo R25, R32, R38, R51, T76 o equivalente estructural.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la broca (3) se selecciona en función del tipo de terreno: suelo blando, roca intermedia o roca dura.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el bulbo adherido (10) se conforma con lechada de cemento que puede incluir aditivos expansivos o tixotrópicos, aditivos plastificantes, retardantes de fraguado o reductores de agua, inhibidores de corrosión o combinaciones entre ellos.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la carga de tensión se aplica mediante gato hidráulico hueco conectado a una bomba manual o motorizada.

6. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el llenado de la zona libre (9) se realiza únicamente después de alcanzar y fijar la carga remanente del anclaje.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el ducto de llenado (16) está embebido en el dado de anclaje (17), fijado a lo largo de la barra (2) o forma parte integral de la misma.

8. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el ducto de rebose (13) está embebido en el dado (17) o fijado paralelamente a la barra principal (2), permitiendo el control visual del llenado.

9. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la lechada utilizada para el llenado de la zona libre (9) y la inyección del bulbo (10) tiene una relación agua-cemento inferior a 0,5.

10. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el llenado de la zona libre (9) permite la conformación de un sistema monolítico entre el bulbo adherido (10), la barra (2) y la cabeza de anclaje (17), mejorando la transferencia de carga.

11. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque omite el uso de vaina plástica o manguera en la zona libre (9), reduciendo los riesgos de daño por fricción o torque durante la perforación.

12. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque es aplicable a obras como taludes, muros de contención, pilotes anclados, pantallas, puentes, túneles, edificaciones o estructuras subterráneas.

13. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la barra de anclaje (2) se instala mediante martillo en cabeza (1), que transmite energía de impacto desde el equipo de perforación.

14. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la perforación inicial se realiza mediante un sistema rotativo (4) con martillo de fondo (6), utilizando una sarta de perforación (5) que es posteriormente extraída, permitiendo la instalación del anclaje definitivo

mediante martillo en cabeza (1) y barra autoperforante (2) con broca (3), reutilizando el mismo orificio.

15. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la adherencia generada en la zona libre (9) permite la participación de esta sección en la resistencia a tracción del sistema completo.

16. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque contempla el uso de lechadas químicamente compatibles o aditivos adherentes que aseguran la continuidad estructural entre la lechada fraguada del bulbo (10) y la inyección posterior en la zona libre (9).

17. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la lechada de la zona libre (9) puede incluir aditivos expansivos o tixotrópicos, aditivos plastificantes, expansores, retardantes de fraguado o reductores de agua, inhibidores de corrosión o combinación entre ellos para garantizar un llenado completo y sin retracción volumétrica.

18. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque durante la perforación pueden emplearse fluidos o aditivos estabilizantes biodegradables o solubles que no interfieren con la adherencia estructural posterior.

19. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el llenado de la zona libre se verifica mediante control visual del rebose de la lechada a través del ducto (13) asegurando el volumen completo.

20. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la barra autoperforante (2) y/o las uniones roscadas (8) incorporan orificios distribuidos que permiten la inyección de la lechada para la conformación del bulbo (10) y/o el llenado de la zona libre (9), eliminando la necesidad de ductos externos adicionales, sin afectar la resistencia estructural del sistema.

FIGURAS

Figura 1

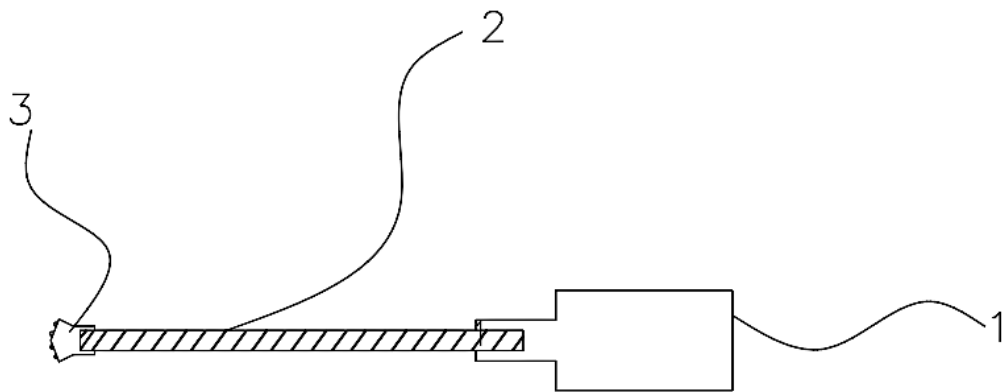


Figura 2

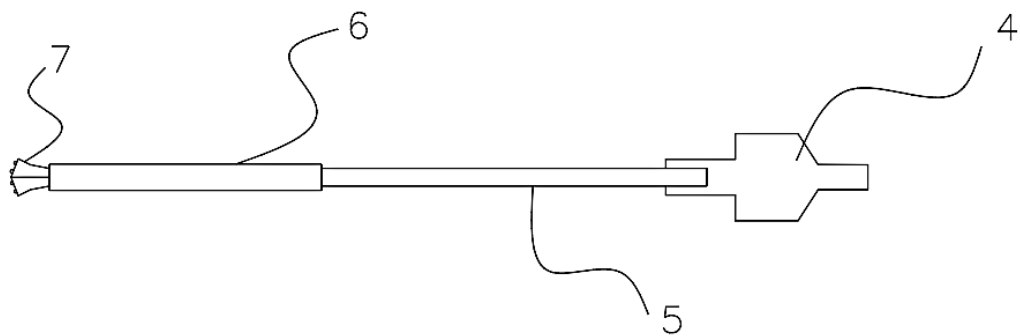


Figura 3

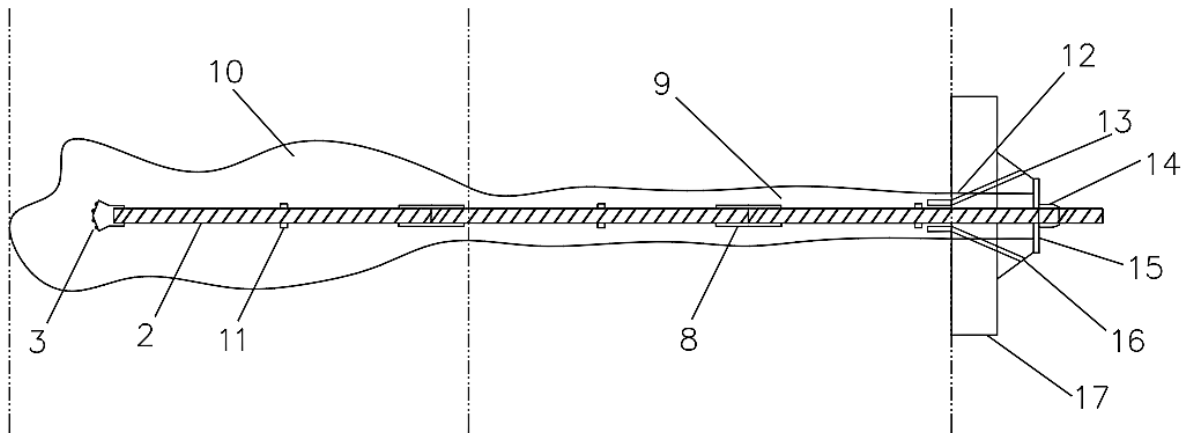


Figura 4

