UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

ESTUDIO EN FORTIFICACION DE PERNO ANCLAJE E INYECCION

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en construcción

Alumnos:
Nelson barrera zuñiga

Profesor Guía:
Ing. Rodrigo Figueroa Oyarzun

2020

Dedicatoria

Quisiera agradecer a mi familia por el inmenso apoyo que me ha brindado en este extenso camino, por estar siempre ahí cuando lo necesité por la confianza y la energía que me daban para seguir con este desafío que me propuse

RESUMEN

Keywords: sistemas de fortificación, pretensado, pilotes, perno anclaje, inyección,

La fortificación son técnicas usadas en la actualidad para proteger el uso, personas, herramientas y equipos en un túnel civil o minero, independiente del uso de la excavación, el concepto de fortificación siempre es el mismo, responder correctamente a los esfuerzos que tiene el macizo rocoso por el hecho de la intervención con la excavación, pero antes debemos entender que es una labor minera o túnel civil, conceptos necesarios para aprender conocimientos básicos y complejos de las distintas formas de fortificación subterránea.

Debemos tener en cuenta que el sostenimiento o fortificación de roca es un término usado para describir procedimientos y materiales aplicados para mejorar la estabilidad y mantener la capacidad portante de la roca circundante a la excavación. El objetivo principal de un elemento de sostenimiento o fortificación es movilizar y conservar el esfuerzo o resistencia inherente a la masa rocosa para que se autosoporte.

El sostenimiento y fortificación de roca generalmente combina los efectos de refuerzo con elementos tales como pernos de roca y soportes con la aplicación de hormigón proyectado, malla metálica y cimbras de acero, los cuales soportan cargas de bloques rocosos aislados por discontinuidades estructurales o zonas de roca suelta.

Además se dará a conocer los distintos sistemas de fortificación que existen en el ámbito de las construcción y minería, también se explicara el sistema de pretensado, al igual que se dará a conocer unos de los sistemas más utilizados en el ámbito de construcción de grandes infraestructuras como lo es el sistema de pilotes y micro pilotes y por último se hablara en que consiste el sistema de perno anclaje, inyección, autoperforantes explicados por sus características más importantes

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1: Antecedentes generales
1.1. Objetivo del trabajo
1.1.2 Objetivos generales
1.1.3. Objetivos especificos
1.2. METODOLOGIA DEL TRABAJO
1.3. MARCO TEORICO
1.3.1 sistemas de fortificaciones
1.3.2. SISTEMAS DE PRETENSADO CON BARRAS DYWIDAG
Capitulo 2. Responder a objetivos especificos
2.1 Describir el sistema de pilotes
2.1.1Definicion
2.1.2Principio de funcionamiento
2.1.3 Clasificacion
2.1.3.1 Según su forma de trabajo
2.1.3.1.1 Pilotes rígidos de primer orden.
2.1.3.1.2 Pilotes rígidos de Segundo Orden.
2.1.3.1.3 Pilotes flotantes.
2.1.3.2 Según el sistema constructivo
2.1.3.2.1 Pilotes prefabricados
2.1.3.2.2 Pilotes de Desplazamiento
2.1.3.2.2.1 Pilotes de Desplazamiento con Azuche
2.1.3.2.2.2 Pilotes de Desplazamiento con Tapón de Gravas
2.1.3.2.3Pilotes con Extracción de Tierra
2.1.3.2.4. Pilotes vaciados in situ
2.1.3.2.4.1. Pilotaje "in situ" en seco.
2.1.3.2.4.2. Pilotaje "in situ" con camisa recuperable o perdida.
2.1.3.2.4.3. Pilotaje "in situ" con ayuda de lodos bentoníticos
2.1.3.2.4.4. Pantalla de pilotes secantes "in situ".
2.1.3.3. Según el diámetro del pilote.
2.1.4. Armaduras de Pilotes
2.1.4.1. Vaciado de Pilote
2.1.4.2. Descabezado y Encepado
2.1.5. Precauciones constructivas

2.1.5.1. Colocación de concreto in situ
2.1.5.2. Vaciado con el método tremie
2.1.6. Materiales Utilizados
2.1.6.1. Madera
2.1.6.2. Acero
2.1.6.3. Concreto
2.1.7. Casos en que se usan Pilotes
2.2 Determinar el sistema de perno anclaje
2.2.1 Clasificación
2.2.1.1 PERNOS ANCLADOS MECÁNICAMENTE
2.2.1.1.1 Ventajas del perno
2.2.1.1.2 Desventajas del perno
2.2.1.2 PERNOS ANCLADOS CON RESINA O CEMENTO
2.2.1.2.1 Ventajas del perno.
2.2.1.2.2 Desventajas del perno
2.2.1.3PERNOS ANCLADOS POR FRICCIÓN
2.2.1.3.1 Ventajas del perno
2.2.1.3.2 Desventajas del pérno
2.3 Dar a conocer Sistema de barra autoperforante DYWI® Drill
2.3.1 Principales características del sistema de barra auto perforante DYWI® Drill
2.3.2 Sistema autoperforante
2.4 Describir pernos autoperforante de inyección Wiborex
2.4.1Áreas de Aplicación
2.4.2 Equipos de Perforación

indice figuras

figura 1.1 cable de acero
figura 1.2 malla de acero
figura 1.3 shotcrete u hormigón proyectado
figura 1.4 marco de acero
figura 1.5 con madera
figura 1.6 PRETENSADO CON BARRAS DYWIDAG
figura 2.1 pilotes
figura 2.2 flotante
figura 2.3 hormigon ejecutado in situ
figura 2.4 cimentacion in situ
figura 2.5 perno anclaje
figura 2.6 Barra autoperforante DYWI® Drill
figura 2.7 pernos autoperforante de inyección Wiborex

Sigla y simbología

A. sigla

In situ : en el sitio o en el lugar

Lhd : load haul dump

B. simbología

Kg/cm2 **:** kilogramos por centímetros cuadrado

m : metros

cm : centímetros

“ : pulgadas

mm : milímetros

INTRODUCCION

La fortificación y anclaje tiene por objetivo mantener la estabilidad de las labores durante la explotación, compensando la condición inestable de la masa rocosa con la instalación de diversas alternativas de soporte. Una manifestación de la inestabilidad en una labor subterránea es el agrietamiento en el techo y las cajas, lo que genera zonas débiles y rocas sueltas que posteriormente se desprenderán, lo que habitualmente se conoce como el "planchoneo". La acuñadura es la acción que se realiza para hacer caer estas rocas de manera controlada antes que los trabajadores transiten por el lugar, para prevenir posibles accidente mediante el estudio de las condiciones geológicas subterráneas del área, se pueden establecer los planes a seguir para garantizar la instalación adecuada de las fortificaciones

Unos de los sistemas fortificación de soporte en el cual existen guías y/o referencias de construcción dedicados a condiciones de operación extremas, en particular para la minería subterránea de depósitos minerales a mayores profundidades, donde las excavaciones se realizan bajo cargas estáticas y dinámicas importantes. Este tipo de minería se encuentra sujeta a deformación, en donde los pilares se destruyen paulatinamente, seguidos de la separación de bloques de roca del techo u otros síntomas de destrucción del macizo rocoso.

A medida que se profundiza cada vez más en una excavación minera, se hace más relevante el hecho de evitar la fractura de la masa rocosa que rodea la excavación debido a la inducción de esfuerzos producida por los trabajos de explotación. Predecir cuándo la roca se romperá es difícil, por lo cual es necesario llevar a cabo diversos estudios con el fin de analizar su comportamiento y con ello, escoger algún elemento de soporte. Así, es de gran importancia estudiar cómo se dañan estas excavaciones, para proteger la vida humana y tener un entorno de trabajo lo más seguro posible.

Capítulo 1 antecedentes generales

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

La fortificación consiste básicamente en recubrir o reforzar el entorno de una labor subterránea, mediante algún elemento de sustento, tales como marcos, mallas, pernos, shotcrete, o una combinación de ellos. La fortificación en labores mineras, es una actividad que constituye una importante contribución a la seguridad en labores subterráneas, por lo tanto, los encargados de esta importante labor minera tienen una gran responsabilidad y deben estar seguros de que su trabajo esté bien hecho. La fortificación en labores mineras tiene los siguientes objetivos básicos: evitar derrumbes, proteger a los trabajadores, equipos, herramientas y materiales, evitar deformaciones de las labores subterráneas

1.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO

1.1.1 Objetivo general

Analizar la fortificación y anclaje es una parte muy importante en el ámbito de la construcción puesto que corresponde entre sus características al soporte que entregara a las distintas infraestructuras que se construirán

1.1.2 Objetivos específicos

-Describir el sistema de pilotes

-Determinar el sistema de perno anclaje

-Dar a conocer Sistema de barra autoperforante DYWI® Drill

-Identificar pernos autoperforante de inyección Wiborex

1.2 METODOLOGIA DEL TRABAJO

Se verán algunos aspectos generales de sostenimiento o fortificación del terreno, en el cual se destacan aspectos de seguridad que siempre deben tomarse en cuenta para la secuencia normal del trabajo. El sostenimiento adecuado del terreno es esencial para garantizar la seguridad tanto de las personas como los equipos que operan al interior de la mina. Existen diversos métodos de fortificación que se han puesto en práctica, todos los cuales dependen exclusivamente de la calidad de su instalación. Una Instalación inadecuada puede ser extremadamente peligrosa debido a que va existir un falso sentido de seguridad para las otras personas que ingresan al área. Algunas consideraciones significativas en la selección de un Sistema de Sostenimiento son los siguientes. El peso máximo de los bloques del lugar Proximidad de las fallas Dislocación o desplazamiento total anticipado Tamaño y dirección

de las fuerzas (presiones) in situ Es de mucha importancia ubicar las zonas que darán problemas de filtración de agua, pues la presión de éstas sobre las fracturas y algunos tipos de arcillas, son parámetros de diseño muy importantes a tomar en cuenta para el sostenimiento de cavidades subterráneas. En el contexto de identificar sectores que requieran sostenimiento o fortificación, existen diferentes formas de identificar las condiciones peligrosas del terreno. Entre ellas se incluye: revisar si las perforaciones normales y los sondajes tienen deformaciones, si han adoptado una forma ovalada o si se han tapado. Si el piso o caja del túnel se desvían de repente, también es una señal de que hay presiones, por lo que se debe informar igual que cuando hay rocas nuevas caídas en el túnel. También se debe tener cuidado con las cuñas, fracturas, fallas y los quiebres que se encuentran en el terreno. Estos pueden crear bloques que podrían caer en forma repentina si no se fortifican. También se debe informar si hay cualquier ruido o movimiento extraño en la roca. En aquellas áreas que tienen un alto contenido de cuarzo es normal que la roca 'trabaje' y produzca leves chasquidos después de una voladura o cuando se le echa agua. Este tipo de actividad es normal, sin embargo, se debe informar cuando se perciban ruidos intensos en las rocas.

El reconocimiento y tratamiento oportuno del terreno peligroso o el sostenimiento en mal estado es vital para evitar que se produzcan accidentes, pérdidas en la producción o daños en el equipo. Existen diferentes indicadores que muestran un aumento de la presión, por lo que, se deben revisar en forma constante. Estos incluyen los pernos deformados o doblados los maderas quebradas o dobladas los pernos cortados la línea del túnel varía o sube las mallas que se pandean debido a la gran cantidad de roca suelta que está sobre ella la aparición repentina de rocas nuevas en el túnel o en el área de trabajo los ruidos extraños fuertes o muy repetitivos o si el cerro comienza a gotear la aparición de nuevas fisuras o señales de movimiento reciente sobre todo a lo largo de las cuñas.

Su estructura se basa en los niveles de ida, perfil, preliminar, anteproyecto y estudio definitivo. En cada uno de los niveles de estudio se deberán abordar los temas que en su conjunto dan forma a la metodología general de evaluación de impactos ambientales, siendo estos de la descripción de proyecto, caracterización del medio ambiente, identificación de impactos ambientales, evaluación de impactos ambientales y las medidas ambientales.

Además, se tratan, también por nivel de estudio, las consideraciones legales ambientales, la participación ciudadana y la gestión ambiental en áreas protegidas.

Los requerimientos para el estudio ambiental de este tipo de proyecto consideran un análisis de las principales componentes del medio ambiente. Es así como son presentadas metodologías, procedimiento y criterios para la caracterización del aire, agua, suelo, ruido y vibraciones, flora y vegetación, fauna, ecosistema acuático, población, patrimonio cultural y arqueológico, paisaje y estética, y organización territorial.

1.3 MARCO TEORICO

1.3.1 sistema de fortificaciones

Son las unidades básicas de los sistemas de fortificación. Se pueden clasificar según su temporalidad y según su funcionalidad. Desde el punto de vista de la temporalidad, básicamente es posible distinguirlos por los tipos de fortificación y por la vida útil del sistema de soporte, existiendo los siguientes: Fortificación Sistemática, temporal o de Desarrollo: Es un sistema de sostenimiento de corto tiempo (menos de un año) y se caracteriza por que se instala inmediatamente después del disparo (detonación) del frente, brindan seguridad inmediata al personal y a los equipos, evitan el deterioro prematuro del macizo rocoso. Ejemplo: Pernos con Anclajes, pernos roscas, mallas, etc.

Fortificación Definitiva:

Se instalan para asegurar la estabilidad de las labores y sus singularidades y se instalan en forma posterior a los disparos de avance para toda la vida útil del proyecto. Ejemplo: Cables de Acero, Pernos con resina o cementados, shotcrete, marcos metálicos y otros. Desde el punto de vista de la función de un sistema de sostenimiento, se clasifican como Fortificación Activa y Fortificación Pasiva. Fortificación Activa: Son aquellos elementos o sistemas de soporte que ejercen acción soportante, desde el mismo momento en que son instalados, mediante la aplicación de una carga externa sobre el macizo rocoso. También se definen como activos, aquellos sistemas que modifican el interior del macizo. Entre estos tenemos los Pernos con Anclajes Expansivos, Pernos tensados y Cables de Acero tensados, Split set y otros.

Fortificación Pasiva:

Son aquellos elementos o sistemas de soporte que no aplican ninguna carga externa al momento de la instalación y sólo trabajan cuando el macizo rocoso experimenta alguna deformación o cuándo son solicitados estáticamente. También se definen como Pasivos los sistemas que modifican el exterior de la excavación: Entre estos se encuentran las mallas, Soporte con Maderas, Marcos Metálicos, Shotcrete, etc. En la industria minera se conocen los siguientes elementos de fortificación: Pernos, Cables, Malla, Madera, Marcos metálicos, Hormigón armado y Schotcrete

Fortificación con cable de acero:

Un cable de acero es un conjunto de alambres de acero, retorcidos helicoidalmente, que constituyen una cuerda de metal apta para resistir esfuerzos de tracción con apropiadas cualidades de flexibilidad. El cable de acero está formado por tres componentes básicos. Aunque pocos en número, estos varían tanto en complejidad como en configuración de modo de producir cables con propósitos y características bien específicas. Los tres componentes básicos del diseño de un cable de acero normal son: los alambres que forman el cordón., los cordones, el alma.

Los alambres son las unidades básicas de la construcción del cable de acero. Los mismos se arrollan alrededor de un centro en un modo específico en una o más capas, de manera de formar lo que se denomina un "cordón". Los cordones se arrollan alrededor de otro centro llamado "alma" y de esta manera se conforma el cable de acero. La forma más simple de representar un cable de acero es por su sección transversal:

Este sistema ha sido utilizado en refuerzos de estructuras rocosas de obras civiles en los pasados 20 ó 30 años. Este sistema fue introducido en la industria minera hace unos 15 a 20 años, teniendo un notable desarrollo en sistemas sin pretensión. Hay varios hechos en el uso del cable flexible respecto de la barra de acero o acero tratado que lo hacen particular. Por ejemplo, la variación del largo del barreno no le afecta por cuanto el cable puede ser instalado en cualquier longitud y en galerías estrechas, tiene una alta capacidad de soporte de carga, con un costo más reducido y por último se presta notablemente para la mecanización. • Su uso como elemento de anclaje está creciendo rápidamente y son utilizados en sistemas permanentes de fortificación. En ingeniería civil ha tenido notable desarrollo. El cable normalmente utilizado corresponde al tipo 15,2 mm x 7 torones. Fortificación con cable y resina

Sus principales campos de aplicación son en el control de bloques inestables, tales como: excavaciones de gran tamaño, puntos de extracción, piques de traspaso, intersecciones de galerías. Una vez instalados y anclados pueden tensarse por medio de herramientas especiales, con lo cual se obtiene mayor estabilidad de la roca al lograr un reforzamiento adicional. Posteriormente se cementan en toda su longitud (o no) consiguiéndose un mayor confinamiento y protección a la corrosión. La función principal del cemento o resina es la de transferir la carga de la roca al cable, además de cumplir con la función de anclaje cable-macizo. Ventajas: Costó reducido Correctamente instalado, es un durable sistema de refuerzo · Puede ser instalado de cualquier largo en áreas estrechas · Entrega una alta capacidad de carga en cualquier tipo de roca Alta capacidad a la corrosión · Una vez anclados pueden tensarse por medio de herramientas especiales Desventajas: Una pretensión del cable sólo puede ser posible con una instalación especial · El uso de cemento estándar requiere de varios días de fraguado, antes que el cable pueda tomar carga.

Partes de Cables Anclados Este tipo de pernos constan de los siguientes elementos: Cable de acero del tipo 15,2 mm x 7 torones (más común), Resina o cemento, Barril Cuña, Planchuela, Separadores de cables. El barril y la cuña, constituyen el sistema de anclaje externo del cable, ya que al interior del macizo, dicha función la cumple la lechada. En conjunto ambos sistemas, permiten que se realice la transferencia de carga de la roca al cable. Las planchuelas cumplen la función de permitir el trabajo en conjunto del cable con el sistema de fortificación (malla o malla–schotcrete), formando parte también del sistema de anclaje del cable, colaborando en la transferencia de la carga al cable. Los separadores permiten contar con la máxima fuerza de adherencia al reducir vacíos y discontinuidades en la lechada interior. Su utilizan en la instalación de cables dobles, los que permiten, en comparación a los cables simples, aumentar la capacidad de carga del conjunto.

Fuente empresa skylotec

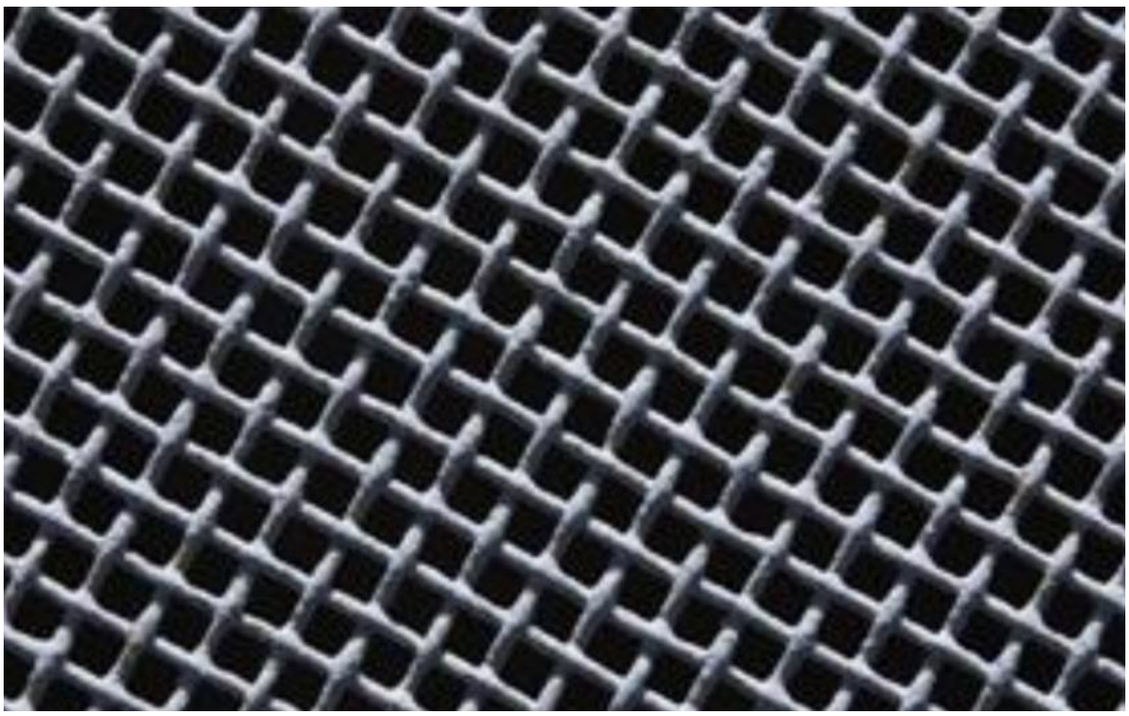
Figura 1.1 cable acero

Fortificación con mallas de acero:

Las mallas para fortificación de túneles están fabricadas, por alambre de acero especial de alta resistencia, en diferentes grosores, lo que permite utilizar una mayor distancia entre los anclajes. Su uso es especialmente indicado en zonas comprometidas por estallidos de rocas o donde el macizo rocoso está muy alterado y por lo tanto muy fragmentado. El alambre está protegido contra la corrosión por una aleación especial 4 veces superior al galvanizado habitual, lo que lo hace muy útil y usado en ambientes mineros. En minería hay dos tipos de

mallas que son las utilizadas; las Mallas Mineras Electrosoldadas y las Mallas Tejidas, trenzadas o de “bizcocho” Tipos de mallas Electrosoldadas.

Las mallas soldadas se caracterizan por tener medidas y pesos conocidos, tiene uniones más sólidas y terminaciones de alta calidad, al tener uniones soldadas que no se "corren", las secciones de acero se mantienen sin variación y por tratarse de elementos prefabricados, las mallas soldadas son fáciles y rápidas de instalar, ahorrando tiempo y dinero. Malla tejida o de “bizcocho”. La principal característica de las mallas tejidas es su alta flexibilidad y capacidad de absorber importantes cantidades de energía, dependiendo de su instalación. Es muy eficiente en la retención de bloques pequeños inestables, provocados por eventos sísmicos, activaciones estructurales y otros. Para la fortificación, las mallas se instalan apegadas a las paredes de la labor, con todas sus singularidades, siendo afirmadas con pernos de anclaje o con lechada, dependiendo de la durabilidad y afianzadas a la superficie de la roca con planchuelas y tuercas. Entre una y otra malla deben ser traslapadas en sus bordes periféricos. Las mallas metálicas se usan como parte de sistemas de fortificación, y es un muy buen complemento al shotcrete.



Fuente: getty images

Figura: 1.2 malla de acero

Fortificación con shotcrete u hormigón proyectado:

El hormigón proyectado o Shotcrete es un material transportado a través de una manguera, que se lanza neumáticamente, a alta velocidad, contra una superficie. La fuerza con que el hormigón o mortero llega a la superficie, hace que la mezcla se compacte logrando que esta se sostenga a sí misma, sin escurrir, incluso en aplicaciones verticales y sobre la cabeza. Este sistema, relativamente nuevo y que ha tenido en los últimos años un gran desarrollo, sólo o

combinado con otros métodos activos de sostenimiento, da más rapidez, seguridad y menor costo a la faena.

La teoría del sostenimiento por shotcrete se basa en que todo macizo rocoso tiene una tensión interna estable la que se ve alterada cuando, por efecto de la construcción del túnel, se efectúa una perforación en él. Si la roca está muy averiada por efectos de fallas, meteorización y/o el disparo, la fricción de las partes quebradas no será suficiente para detener el movimiento de los fragmentos, es decir, este punto de la excavación es ahora inestable y trata de desplazarse en dirección de la menor fuerza, o sea, hacia adentro del túnel. Investigaciones han demostrado que, si las rocas quebradas alrededor del túnel están ligadas entre sí y se soportan unas a otras, la estabilidad se recupera, logrando que la roca se autosoporte.

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 1.3 con shotcrete u hormigón proyectado

Fortificación con marcos metálicos:

En los comienzos la madera fue usada para la confección de estos elementos de fortificación, por su accesibilidad, buenas condiciones de flexibilidad, pero normalmente tenían una corta vida útil por el deterioro normal que sufre al estar expuesta a las condiciones ambientales subterráneas. Con el pasar de los años, a comienzos de la dé cada del 40 se inició y desarrolló el marco metálico, reemplazando paulatinamente la fortificación de madera, pues son más rápidos y sencillos en colocar y ceden en mucho menor grado, ya que no se deterioran fácilmente como la madera. Este tipo de sostenimiento se utiliza principalmente bajo condiciones, de alta inestabilidad, donde las presiones son demasiado altas para otro tipo de sostenimiento. Este mecanismo de sostenimiento, desde el punto de vista de la temporalidad

es del tipo definitiva y desde el punto de vista de la funcionalidad es un sistema de fortificación pasiva, pues modifican el exterior de la labor y actúa al momento de que el macizo rocoso comienza a sufrir deformaciones o solicitaciones. Su utilización principal es en los siguientes sectores mineros: Puntos de Extracción: se utilizan entre 2 a 5 marcos alineados en una Configuración típica, embebidos en hormigón armado. Reparación de sectores colapsados: se utilizan para recuperar la infraestructura minera colapsada, generalmente combinado, con encastillamiento de madera. Desarrollo de galerías con alta presencia de agua o de muy mala calidad geotécnica: en este ambiente es imposible utilizar otro tipo de sostenimiento, como por ejemplo pernos o cables. Zonas de sobre excavación: Se utilizan los marcos en zonas sobre excavadas, producto de sistemas estructurales, asociado con castillos de maderas. Los marcos determinan la forma del túnel o labor en estos casos. > Intersección de labores, donde el cableado no sea eficiente. Portales de acceso a labores en general. Descripción del Marco Metálico El marco de acero está formado por dos o más piezas metálicas de sección H, L, U. Su estructura puede seguir líneas rectas como la enmaderación o estar constituida por elementos curvos, siguiendo la forma de la excavación de la galería. La unión de las piezas se puede hacer por medio de placas metálicas soldadas a los extremos de las piezas del marco, las cuales son unidas por pernos. Las partes principales de un marco son: 2 pies derechos o postes verticales o inclinados 1 corona o viga (de 1, 2 o 3 piezas) En el caso de túneles construidos para acueductos, de sección circular, existen diseños de marcos metálicos completamente circulares formados por 4 piezas convexas que forman la sección deseada. En esta situación, de túneles con grandes presiones circulares, la ventaja radica en que su parte convexa se apoya sobre el terreno y no puede doblarse

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 1.4 con marco de acero

Fortificación con madera:

La fortificación con madera fue el método más ampliamente usado durante la minería del siglo pasado y aún en la actualidad es muy usada en la pequeña minería y en la minería

subterránea del carbón, aunque en la gran mine ría actualmente tiene un uso restringido a algunos complementos a otros sistemas de sustentación o a sectores muy peligrosos que requieren fortificación pasiva y temporal. Por ejemplo, en el método de extracción por Hundimiento de Bloques, cuando la estabilidad de las labores es precaria con condiciones de fortificación desfavorables, se procede a fortificar aplicando diferentes sistemas según el grado de peligrosidad que presente el sector: En el Nivel de Hundimiento: Cuando las viseras del frente de hundimiento estén en malas condiciones o exista una condición de peligro localizada, se instalaran Monos de madera de dimensiones acorde al terreno, con la finalidad de sostener el posible desmoronamiento de la visera o sostener un planchón cuña localizado, además este sistema permite advertir la presión del cerro en el sector (a través del daño observado en la madera) . En cualquier nivel de la mina, el método utilizado para proteger y asegurar a las personas y equipos, son los marcos de madera, que se instalan principalmente para asegurar sectores con mayor daño y extensión, originados principalmente por fallas geológicas o eventos sísmicos de tronaduras anteriores. Después de cada polvorazo o activación natural de una zona y antes de instalar monos, se debe realizar la acuñadora de cajas y techos, con barretillas del largo adecuado a la sección. Además, se deben descargar las mallas y verificar la existencia de fallas geológicas que formen cuñas inestables. La instalación de monos se hace desde afuera hacia el frente hundido, para ir asegurando el sector. Se instalan los monos que sean necesarios para resguardar la integridad de las personas. Una vez visualizado y evaluado el sector, se pone el mono con la inclinación necesaria para la sujeción de planchón o cuña, se cortan a medida, poniendo especial cuidado de que tenga un buen apoyo en la base para asentar la “callampa” y luego instalar el mono, poner la callampa superior y su posterior bloqueo con cuñas. Se ponen monos provisorios para evitar deslizamiento o caída de colpas. En el caso de colocación de marcos de madera, la instalación de los pie derechos y sombreros se realiza con el apoyo de equipo pesado, LHD o mini cargador. Para asegurar la verticalidad y función de los 2 primeros pie derecho se deben utilizar bloques de madera, cuñas y diagonales de medias lumas. Una vez asegurados los pies derechos, se instala el sombrero con el apoyo de equipo, evitando siempre ubicarse bajo carga suspendida. Dependiendo de la longitud de la sección a fortificar, se instalan la cantidad de marcos necesarios, de acuerdo a los pasos anteriormente señalados.

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 1.5 fortificación con madera

1.3.2 SISTEMAS DE PRETENSADO CON BARRAS DYWIDAG

Los sistemas de pretensado con barras de acero DYWIDAG se han convertido en una herramienta importante en la ingeniería civil, tanto en aplicaciones geotécnicas, permanentes o temporales, como también en diversas soluciones estructurales.

El sistema consiste en barras de acero especial como elemento resistente a la tracción, con tuercas y placas de anclaje que distribuyen la carga aplicada sobre la estructura anclada.

Proporciona una forma simple, segura y eficiente de pretensado con anclajes en suelo o roca, así como en diversas aplicaciones estructurales. Simple y Robusto. Las barras DYWIDAG tienen roscas especiales laminadas en caliente, de calidad superior y paso largo, de fácil limpieza y prácticamente indestructibles. Todas las barras DYWIDAG son previamente tensadas hasta su límite elástico, comprobando así su resistencia.

Anclaje Seguro.

Las barras son ancladas mediante el uso de placas y tuercas de anclaje. Este tipo de anclaje no permite el deslizamiento cuando la fuerza de pretensado se reduce debido al movimiento del suelo o de la estructura.

Alta Adherencia.

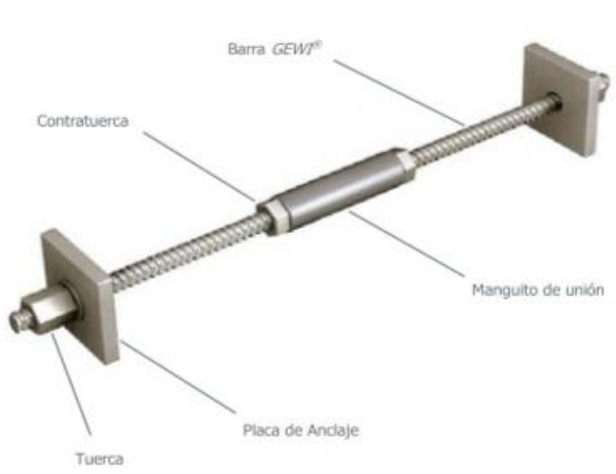
La rosca robusta y doble fileteada proporciona máxima adherencia entre la barra y la lechada de cemento/hormigón, asegurando la adecuada transferencia de carga en la estructura.

Fácil Pretensado.

Los anclajes con placa y tuerca no necesitan ajustes complejos para un perfecto pretensado, y reducen la posibilidad de fallas en la ejecución. El equipo es fácil de manejar, lo que hace el pretensado, retensado y posibles ajustes de la carga, tareas de fácil ejecución.

Retensado.

El sistema posibilita el destensado y retensado en cualquier momento de la vida útil del tirante.



Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 1.6 PRETENSADO CON BARRAS DYWIDAG

CAPÍTULO 2 SISTEMAS DE FORTIFICACION

Capítulo 2 sistemas de fortificacion

2.1 Describir el sistema de pilotes

2.1.1 Definición

Cuando comenzamos a realizar las excavaciones para la ejecución de una obra, podemos topar con diversas dificultades para encontrar el estrato resistente o firme donde queremos cimentar. En este proceso se nos presenta la necesidad de apoyar una carga aislada sobre un terreno no firme, o difícilmente accesible por métodos habituales. Para solucionar estos tipos de dificultades usamos los pilotes. Se denomina pilote al elemento constructivo de cimentación profunda de tipo puntual utilizado en obras, que permite transmitir las cargas de la superestructura e infraestructura a través de estratos flojos e inconsistentes, hasta estratos más profundos con la capacidad de carga suficiente para soportarlas; o bien, para repartir estas en un suelo relativamente blando de tal manera que atraviesen lo suficiente para que permita soportar la estructura con seguridad.

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.1 pilotes

2.1.2 Principio de funcionamiento

Los pilotes trasmiten al terreno las cargas que reciben de la estructura mediante una combinación de rozamiento lateral o resistencia por fuste y resistencia a la penetración o resistencia por punta. Ambas dependen de las características del pilote y del terreno, y la combinación idónea es el objeto del proyecto. Cabe señalar que, como en todo trabajo relacionado con la ingeniería civil, existe cierto grado de incertidumbre en la capacidad final de un pilote. Es por esto que buena parte de la investigación que se viene desarrollando en este campo tiene que ver con métodos que permitan hacer un control de calidad a bajo costo del pilotaje antes de aplicar las cargas. El método más obvio, aunque el más costoso es hacer una prueba de carga. Como métodos alternativos podemos mencionar: pruebas de resonancia, prensa hidráulica de Osterberg, pruebas de análisis de ondas, pruebas sísmicas. En muchos casos las teorías que permiten estimar la resistencia de fuste y la resistencia de punta son de tipo empírico. Es decir, son el resultado de un análisis estadístico del comportamiento de ciertos pilotes en determinadas condiciones de terreno. Por lo tanto, es sumamente importante conocer el origen y las condiciones bajo las cuales determinadas fórmulas de cálculo son válidas.

2.1.3. Clasificación de pilotes

2.1.3.1. Según su forma de trabajo

2.1.3.1.1 Pilotes rígidos de primer orden.

Funcionan principalmente como una columna que, al soportar una carga sobre su extremo superior, desarrollan su capacidad de carga con apoyo directo sobre un estrato resistente.

El pilote trabaja por punta, clavado a gran profundidad. Las puntas de los pilotes se clavan en terreno firme; de manera que se confía en el apoyo en ese estrato, aún si hubiere una pequeña descarga por rozamiento del fuste al atravesar estratos menos resistentes. Lo cual denota que las fuerzas de sustentación actúan sobre la punta del pilote, y en menor medida mediante el rozamiento de la superficie lateral del pilote. Esta acción lateral del terreno elimina el riesgo de pandeo.

Los pilotes rígidos de primer orden son el mejor apoyo y el más seguro, porque se apoya en un terreno de gran resistencia.

2.1.3.1.2 Pilotes rígidos de Segundo Orden.

Son aquellos que al estar soportando una carga sobre su cabeza dentro de un estrato profundo de suelos menos firmes como un estrato profundo de suelo granular o coherente. En este caso se debe utilizar un pilote rígido de segundo orden y éste se debe profundizar hasta que la punta llegue a encontrar terreno firme de mayor espesor.

Este tipo de pilote transmite su carga al terreno por punta, pero también descarga gran parte de los esfuerzos de las capas de terreno que ha atravesado por rozamiento lateral. La punta al perforar la primera capa firme, puede sufrir asientos diferenciales considerables.

2.1.3.1.3 Pilotes flotantes.

Cuando el terreno donde se construye posee el estrato a gran profundidad; en este caso los pilotes están sumergidos en una capa blanda y no apoyan en ningún estrato de terreno firme, por lo que la carga que transmite al terreno lo hace únicamente por efecto de rozamiento del fuste del pilote, su valor resistente es en función de la profundidad, diámetro y naturaleza del terreno.

Se calcula la longitud del pilote en función de su resistencia. En forma empírica sabemos que los pilotes cuya longitud es menor que la anchura de obra, no pueden soportar su carga.

2.1.3.2. Según el sistema constructivo

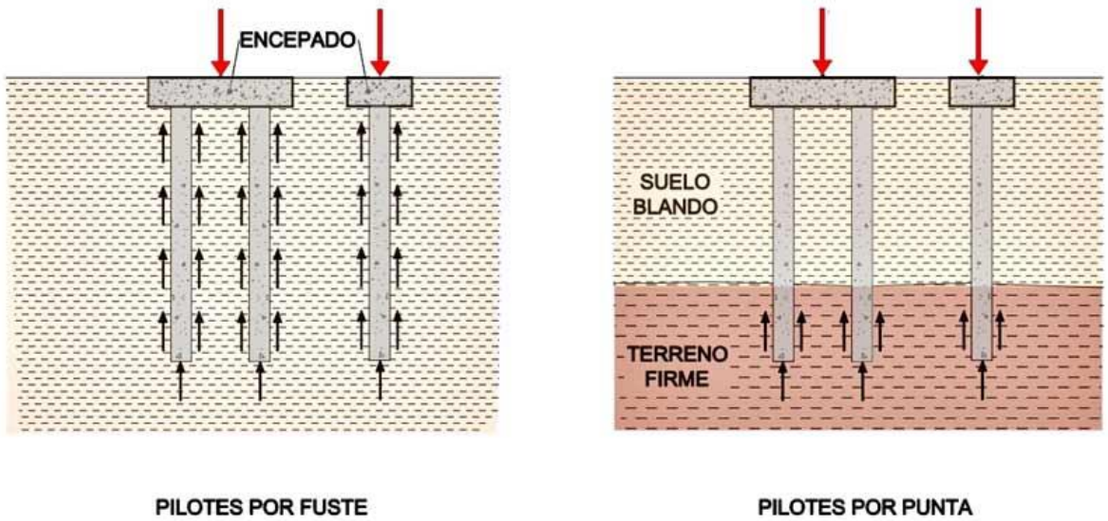
2.1.3.2.1 Pilotes prefabricados

Los pilotes prefabricados también se los conoce por el nombre de pilotes pre moldeados, estos pertenecen a la categoría de cimentaciones profundas; pueden estar construidos con concreto armado ordinario o con concreto pretensados similares a postes de luz o secciones metálicas.

Estos pilotes se hincan o clavan verticalmente sobre la superficie del terreno por medio de golpes, esto mediante un martinete, pala metálica equipada, maquinas a golpe de masas o con martillo neumático esto hace que el elemento descienda, penetrando el terreno, tarea que se prolonga hasta que se alcanza la profundidad del estrato resistente y se produzca el "rechazo" del suelo en caso de ser un pilote que trabaje por "punta", o de llegar a la profundidad de diseño, en caso de ser un pilote que trabaje por "fricción".

Una vez hincado o clavado en el terreno, este ejerce sobre el pilote y en toda su superficie lateral, una fuerza de adherencia que aumenta al continuar clavando mas pilotes en las proximidades, pudiendo conseguir mediante este procedimiento, una consolidación del terreno.

Es importante indicar que la operación de hincado o clavado del pilote debe de realizarse siempre de dentro hacia fuera.



Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.2 pilotes flotantes (por fuste)

Están constituidos en toda su longitud mediante tramos ensamblables. Son relativamente caros ya que están fuertemente armados para resistir los esfuerzos durante el transporte y el clavado en el terreno. La punta va reforzada con una pieza metálica especial para permitir la hinca o el clavado.

La sección del pilote suele ser cuadrada y sus dimensiones normalmente son de 30 cm. x 30 cm. ó 45 cm. x 45 cm. También se construyen con secciones hexagonales en casos especiales.

Están compuestos por dos armaduras: una longitudinal con 4 diámetros de 25 mm. y otra transversal compuesta por estribos de varilla de sección 8 mm. como mínimo.

La cabeza del pilote se refuerza uniendo los cercos con una separación de 5 cm. en una longitud que oscila en 1 m.

2.1.3.2.2 Pilotes de Desplazamiento

Los pilotes de desplazamiento son los pilotes que se construyen sin extraer las tierras del terreno y tienen dos sistemas de ejecución diferentes.

2.1.3.2.2.1. Pilotes de Desplazamiento con Azuche

Se utilizan cuando los pilotes poseen diámetros pequeños (se considera entre 30 y 65 cm. aproximados) y el terreno es resistente pero poco estable.

Se ejecuta la hinca con una entubación que posee un azuche de punta cónica o plana en su extremo inferior, la entubación puede ser metálica o de concreto.

El azuche posee un diámetro exterior mayor en aproximadamente 5 cm. que el pilote, con la parte superior cilíndrica ya preparada para introducir en el extremo inferior de la entubación.

Con golpes de maza o martillo se hinca desde la parte superior de la entubación y se encaja hasta la profundidad que se requiere para el pilotaje.

Luego se extrae la entubación con la precaución de que quede un mínimo de concreto igual a 2 veces el diámetro interior; de esta manera se impide la entrada de agua por la parte inferior. La forma de extraer la entubación es con un golpe en la cabeza, logrando el efecto de vibrado del concreto.

2.1.3.2.2.2. Pilotes de Desplazamiento con Tapón de Gravas

Este sistema se realiza por una hinca y entubación por golpe sobre un tapón de gravas u concreto, introducido antes en la entubación.

El concreto se coloca en pequeñas tongadas y se va compactando hasta obtener un tapón que debe tener como mínimo tres veces el diámetro del pilote.

Con la presión ejercida por las paredes del tubo se va progresivamente efectuando un desplazamiento lateral del terreno, llegando con el tubo hasta la profundidad calculada para el pilotaje. El golpe de maza desaloja el tapón del tubo y queda ensanchada la punta de los pilotes.

Luego se coloca la armadura, se quita la camisa y se realiza la hormigonada por tongadas.

Finalmente se apisona o se vibra para garantizar la continuidad del cuerpo del pilote.

Se procede a extraer el tubo cuidando que quede un mínimo de concreto que deberá ser el doble de su diámetro interno, para impedir el ingreso de agua por la parte inferior de la entubación.

2.1.3.2.3. Pilotes con Extracción de Tierra

Este sistema de Pilotaje por Extracción de Tierras requiere que las tierras de la excavación sean extraídas antes de la ejecución del hormigonado de pilotes.

La excavación se puede realizar de diferentes modos, de acuerdo a las características del terreno. Para lo cual se utilizan maquinarias diferentes como cucharas, trépanos, barrenas y otros.

En terrenos poco cohesivos o cuando el terreno resistente queda debajo del Nivel Freático, se pueden producir desmoronamientos o filtraciones de la napa. Para evitar estos problemas se recurre a una camisa metálica, es un tubo que tiene la misma función de un encofrado; esta camisa se va clavando al tiempo que se efectúa la excavación. Estas camisas

pueden ser recuperables o perdidas si se dejan en el terreno; en este caso, el tubo metálico ha sido tratado en su cara externa con pinturas adecuadas para evitar la corrosión.

Existen otras soluciones que utilizan lodos tixotrópicos para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación; o por extracción de tierras con barrena helicoidal, en terrenos coherentes donde no ocurran desmoronamientos.

2.1.3.2.4. Pilotes vaciados in situ

Los Pilotes vaciados in situ son un tipo de pilotes ejecutados en obra, tal como su nombre lo indica, en el sitio, en el lugar.

La denominación se aplica cuando el método constructivo consiste en realizar una perforación en el suelo a la cual se le colocará un armado en su interior y posteriormente se rellenará con concreto.

En ocasiones, el material en el que se está cimentando, es un suelo friccionante (como son arenas, materiales gruesos y limos, los cuales pueden ser considerados como materiales friccionantes ya que al poseer una estructura cohesiva tan frágil, cualquier movimiento como el que produce la broca al perforar, hace que se rompa dicha cohesión y el material trabaje como un suelo friccionantes), es por ello que se presentan desmoronamientos en el interior de las paredes de la perforación; a este fenómeno se le denomina "caídos", es por ello que se recurre a diversos métodos para evitar que se presente.

Uno de los principales métodos de evitar "caídos", consiste en vaciar "lodo bentonítico" en el interior de la perforación, y al vaciar posteriormente el concreto dentro, el lodo saldrá por diferencia de densidades. Otro método menos empleado, es el uso de "camisas" o "ademes" de acero recuperables, los cuales no son más que secciones metálicas que se introducen en la excavación y evitan que el material de las paredes caiga.

Colocación de estructura para el vaciado posterior

2.1.3.2.4.1. Pilotaje "in situ" en seco.

Este tipo de pilotaje comprende diferentes fases como son la perforación del subsuelo con hélice o cazo, colocación de armadura de acero y vertido de concreto mediante tubo tremie que se realiza de abajo a arriba.

2.1.3.2.4.2. Pilotaje "in situ" con camisa recuperable o perdida.

En terrenos fangosos o cercanos al nivel del mar o cuencas de ríos. Este pilotaje comprende la introducción de camisas para sujeción de las paredes a perforar, perforación del terreno, colocación de armaduras y vertido de concreto.

2.1.3.2.4.3. Pilotaje "in situ" con ayuda de lodos bentoníticos.

Esta perforación no se realiza en seco ya que hay que suministrar el lodo bentonítico a la perforación, el cual penetra en las fisuras del terreno para crear una pequeña "costra" que impida la caída de las paredes perforadas. Así estos lodos se recuperan en un tanque en el cual se filtra y se vuelve a reutilizar en la siguiente perforación. Después de este proceso se coloca la armadura y se vierte el concreto.

2.1.3.2.4.4. Pantalla de pilotes secantes "in situ".

Este es el método más utilizado ya que permite hacer una excavación del terreno a gran profundidad, sin preocupación de que se puedan deteriora cimentaciones de viviendas contiguas como también del acerado de la calle, así impide el paso del nivel freático a los sótanos. Con este método se pueden construir diferentes plantas de parking que, como anteriormente hemos indicado, es solución inminente por el gran problema de aparcamiento que existe en nuestras ciudades. Esta pantalla trabaja también como cimentación de la estructura u obteniéndose así un doble aprovechamiento de este tipo de cimentación especial.

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.3 con hormigón ejecutado in situ

2.1.3.3. Según el diámetro del pilote.

a) Micro pilotes Diámetro menor de 200 mm. Se emplean en obras de recalce.

b) Pilotes convencionales De 300 a 600 mm.

c) Pilotes de gran diámetro mayor de 800 mm.

d) Pilotes pantalla De sección rectangular.

e) Pilotes de sección en forma de cruz.

2.1.4. Armaduras de Pilotes

Las armaduras se conforman como si fuesen jaulas; las armaduras longitudinales están constituidas por barras colocadas uniformemente en el perímetro de la sección, y el armado transversal lo constituyen un zuncho en espiral o cercos de redondos de 6 mm. de sección, con una separación de 20 cm. El diámetro exterior del zuncho será igual al diámetro

de pilote, restándole 8 cm; así se obtiene un recubrimiento mínimo de 4 cm. La cantidad de barras y el diámetro de las mismas, se calcula en función de la carga que deba soportar el pilote.

2.1.4.1. Vaciado de Pilote

El concreto utilizado de acuerdo a la resistencia es de 250 kg/cm2 aproximadamente (consultar con la norma respectiva de su país). Con una consistencia medida en cono de Abrams de 10 a 15 cm.

2.1.4.2. Descabezado y Encepado

Los pilotes se descabezan, por ello, siempre se elimina el concreto de baja calidad que queda en la parte superior. Así quedan las armaduras al descubierto que se entrelazan al encepado. La longitud de la armadura debe permitir que posterior al descabezado, queden sobresaliendo del pilote alrededor de 50 cm. Las armaduras longitudinales del pilote se empalman por un solape mínimo de 40 cm., van soldadas o atadas con alambre en toda su longitud. Si se utilizare cercos a modo de armadura transversal, los cierres se hacen por solape de 8 cm como mínimo, y van soldados o atados con alambre.

El solapado se hace alternado para cercos sucesivos. Se atan firmemente las armaduras formando una jaula que soporte la hormigonada. Cada pilote se vacía de una vez sin interrumpir la operación, no se admiten juntas de hormigonado. Al finalizar el pilote, debe quedar vaciado a una altura superior a la definitiva; lo que excede de concreto se demuele cuando ha fraguado. No se debe efectuar la hincada con desplazamiento de pilotes o entibar en un área menor de 3 m. alrededor del pilote, hasta que el concreto tenga una resistencia mínima de 30 kg/cm2, de acuerdo a ensayos previos. Posterior al descabezado los pilotes deben sobresalir del terreno lo suficiente para permitir el empotramiento del concreto de 5 cm mínimo para el encepado.

2.1.5. Precauciones constructivas

2.1.5.1. Colocación de concreto in situ

La distancia mínima entre la piloteadora y la colocación del concreto debe ser especificada. Se han realizado pruebas que muestran que las vibraciones provenientes de la piloteadora no tienen efectos contrarios sobre el concreto fresco, y un criterio de un pilote abierto entre las operaciones de perforación y las de vaciado es considerado como satisfactorio.

La camisa, cascarón, tubo o tubería, debe ser inspeccionado justo antes a rellenarlo con concreto y debe estar libre de material extraño y no contener más de diez centímetros de agua, a menos que se utilice el método tremie para introducir concreto. El concreto debe ser vertido

en cada perforación o camisa sin interrupción. Si es necesario interrumpir el proceso de vertido de concreto por un intervalo de tiempo tal que endurezca el concreto, se deben colocar dovelas de acero en la zona superior hormigonada del pilote. Cuando el vaciado se suspende, todas las rebabas deben ser retiradas y la superficie del concreto debe ser lavada con una lechada fluida.

2.1.5.2. Vaciado con el método tremie

El método tremie, de llenado por flujo inverso, se usa para verter concreto a través de agua, cuando la perforación queda inundada. El concreto se carga por tolva o es bombeado, en forma continua, dentro de una tubería llamada tremie, deslizándose hacia el fondo y desplazando el agua e impurezas hacia la superficie. El fondo del tremie se debe cerrar con una válvula para prevenir que el concreto entre en contacto con el agua. El tremie llega hasta el fondo de la perforación antes de iniciarse el vertido del concreto. Al principio, se debe elevar algunos centímetros para iniciar el flujo del concreto y asegurar un buen contacto entre en concreto y el fondo de la perforación.

Como el tremie es elevado durante el vaciado, se debe mantener dentro del volumen del concreto, evitando el contacto con el agua. Antes de retirar el tremie completamente, se debe verter suficiente concreto para desplazar toda el agua y el concreto diluido.

2.1.6. Materiales Utilizados

Se indicamos los materiales utilizados en pilotaje:

2.1.6.1. Madera

La madera se emplea desde la prehistoria; en ese entonces los habitantes lacustres construían sus chozas apoyándolas sobre troncos hincados en el lecho del lago. Estos troncos lograron conservarse mientras las aguas que los rodeaban eran ácidas, es decir de pantanos turbosos. Los rollizos de madera se conservan más tiempo si se los mantiene permanentemente mojados o secos, pero si se alternan estas condiciones de humedad, se destruyen rápidamente.

Antes de colocar los pilotes se aconseja impregnarlos a presión con una sustancia protectora para evitar el ataque de hongos o insectos que destruyen sus fibras. Las maderas más usadas, por ser más económicas, son pino y abeto. Si se requiere de mayor resistencia por el ataque de aguas de mar o por impactos, se debe recurrir a maderas más costosas, pero de mayor dureza, como por ejemplo la haya o la teca. Los rollizos naturales son más económicos, pero si poseen sección cuadrada, son mejores para sus posibles empalmes. El hincado debe realizarse con golpeteo suave sobre la parte más gruesa del tronco. En pilotes más grandes la carga de trabajo no ha de superar las 25 T. Esta clase de pilotaje se emplea donde el tronco

de árbol es un material habitual fácil de encontrar en ese lugar, o cuando se trata de cimentaciones en zonas lacustres.

2.1.6.2. Acero

Se utilizan con secciones en H o en Cajón. En tipo cajón pueden rellenarse de concreto después de haberse colocado. A veces se constituye el pilotaje con perfiles planos empalmables, es el tablestacado, que se consiguen con secciones de acero laminado en caliente. Se los utiliza como contención de tierras y como barrera del agua en caso de excavaciones para cimentaciones, sótanos. En muelles y zonas ribereñas también suele usarse. Para evitar la corrosión, el acero puede contener una cantidad importante de cobre, se lo llama acero de oxidación controlada o estar impregnado con pintura bituminosa. Los hincados en pilotes de acero son más fuertes y vigorosos. Si es necesario, pueden recuperarse y se les puede hacer variar su longitud por corte o por soldadura. Armazón de acero

2.1.6.3. Concreto

Los pilotes fabricados de este material se dividen en:

Pilotes Prefabricados

Pilotes vaciados in Situ

2.1.7. Casos en que se usan Pilotes

Cuando las cargas transmitidas por el edificio no se pueden distribuir adecuadamente en una cimentación superficial excediendo la capacidad portante del suelo.
Puede darse que los estratos inmediatos a los cimientos produzcan asientos imprevistos y que el suelo resistente esté a cierta profundidad; es el caso de edificios que apoyan en terrenos de baja calidad. Cuando el terreno está sometido a grandes variaciones de temperatura por hinchamientos y retracciones producidos con arcillas expansivas. Cuando la edificación está situada sobre agua o con la capa freática muy cerca del nivel de suelo. Cuando los cimientos están sometidos a esfuerzos de tracción. Aquí tenemos varios casos:
En edificios de altura expuestos a fuertes vientos. En construcciones que requieren de elementos que trabajen a la tracción, como estructuras de cables, o cualquier estructura anclada en el suelo. Cuando se necesita resistir cargas inclinadas; como en los muros de contención de los muelles. Cuando se deben recalzar cimientos existentes.

En la cimentación por pilotaje deben observarse los siguientes factores de incidencia:1. El rozamiento y adherencia entre suelo y cuerpo del pilote.2. La resistencia por punta, en caso de transmitir compresiones, para absorber esfuerzos de tracción puede ensancharse la parte inferior del pilote, para que trabaje el suelo superior.3. La combinación de ambos. Para hincar el pilote siempre se busca el apoyo sobre una capa resistente que soporte las cargas transmitidas. Frecuentemente la capa firme está a mucha profundidad,

entonces el rozamiento lateral puede ser de importancia según el caso. Con un terreno mediocre en superficie y fuertes cargas, el rozamiento lateral será menos importante cuanto más débiles sean las capas del terreno atravesadas; por ello conviene emplear este sistema.

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.4 con cimentación in situ

2.2 Determinar el sistema de perno anclaje

Actualmente se usan diferentes tipos de pernos de anclaje. Muchos de ellos tienen muy poca diferencia uno de otro y en su diseño son variedades del mismo concepto. Sin embargo, es posible clasificar a estos de acuerdo al sistema de anclaje o sujeción. Este puede ser anclaje puntual (extremo) o sistemático a lo largo de toda la barra del perno o anclaje repartido.

Los pernos de anclaje sirven para fortificar el techo y los lados de las labores mineras, donde existe peligro de caída de rocas, también su uso es para asegurar fracturas grandes u otras áreas de roca insegura que no pudieron ser eliminadas mediante la acuñadura. Los pernos de anclaje se usan también en otros trabajos mineros como, por ejemplo, en el soporte de cañerías para aire y agua. Los pernos de anclaje pueden utilizarse también en la sujeción temporal del techo de una zanja o veta en explotación, o los lados de los mismos.

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.5 Perno anclaje

2.2.1 Clasificación

2.2.1.1 PERNOS ANCLADOS MECÁNICAMENTE

El perno de anclaje con cabeza de expansión es el más común de este tipo de anclaje mecánico. Al introducir el perno en la cuña de la cabeza de expansión, ésta se expande y queda sujeta en las paredes de la roca dentro de la perforación. Este sistema es usado tanto en las labores mineras como en las de ingeniería civil. Con muy pocas excepciones, estos pernos de anclaje se usan en rocas medianamente duras o duras. No es recomendable usar en rocas muy duras, pues la cabeza de expansión puede que no penetre adecuadamente en las paredes de la perforación y con el tiempo resbalar. En lugares donde la labor permanecerá por muchos años se puede rellenar con cemento. Los pernos de anclaje constan de las siguientes partes: Cabeza de expansión, Perno de anclaje, Plancha metálica (4’ x 4’ y 1/4” de espesor), Tuerca del perno

2.2.1.1.1 Ventajas de este perno

Relativamente de bajo costo Trabaja de manera inmediata, Al girar el perno se aplica presión lateral en la cabeza del perno y de esta manera se acumula tensión en el mismo. Con un relleno posterior de cemento el perno puede servir como fortificación permanente. En rocas duras el perno puede soportar cargas altas en un sistema versátil para fortificación en rocas duras

2.2.1.1.2 Desventajas de este perno

Su uso está limitado a rocas moderadamente duras. Es difícil de instalar. Debe ser monitoreado después de su instalación. Pierde capacidad debido a tronaduras cercanas o cuando la roca se fractura alrededor de la zona de expansión.

2.2.1.2 Perno anclados con resina o cemento

Los pernos de anclaje por adherencia, con resina o cemento han sido usados en los últimos 40 o 50 años en minas y construcciones civiles. El tipo más comúnmente usado es el perno, barra de fierro o acero tratado. Se utiliza cemento o resina como adherente. Debe asegurarse la adherencia necesaria para solidarizar la barra al terreno. La resina resulta conveniente para ser usada en pernos sometidos a altas tensiones desde momentos tempranos y se prestan para pretensado, lo cual no descarta su uso en pernos sin tensión previa. En cualquiera de sus variedades, es recomendable para soporte temporal o permanente bajo variadas condiciones de rocas. El perno de acero tratado se utiliza predominantemente en aplicaciones de ingeniería civil para instalaciones permanentes. Hace pocos años atrás se anticipó que la resina podría, en general, reemplazar el uso del cemento como agente adherente, sin embargo, por una serie de razones, principalmente el costo, esto no ha ocurrido.

2.2.1.2.1 Ventajas del perno.

Rápida acción después de haber sido instalado, Si una resina de rápido fraguado se usa como adherente, el perno puede ser permanentemente presionado, En instalaciones permanentes el perno puede tener alta resistencia a la corrosión.

2.2.1.2.2 Desventajas.

Dificultad con los cartuchos de resina en ambientes subterráneos que pueden afectar su uso. En determinados casos su manipulación representa un riesgo

2.2.1.3PERNOS ANCLADOS POR FRICCIÓN

Estos pernos representan el más reciente desarrollo en la técnica del anclado. Existen dos tipos: Split set, Swellex. Para ambos sistemas, la resistencia a la fricción para el deslizamiento entre la roca y el acero, sumado a la acción mecánica de bloqueo es generada por la fuerza axial entre la superficie del barreno y el perno. En instalaciones transitorias la presencia de humedad no es inconveniente, pero debe descartarse para uso permanente bajo estas condiciones. Aunque los dos sistemas están descritos bajo un mismo denominador, estrictamente hablando solo el split set es realmente de fricción. En caso del swellex, combina la fuerza de fricción sumada al mecanismo de expansión del perno al interior del barreno que habitualmente tiene paredes irregulares. Esta situación genera una acción de bloqueado que permite obtener alta resistencia a la tracción. Ambos pernos son habitualmente usados en

minería, y su uso en ingeniería civil es limitado, pero el Swellex está ganando campo en trabajos de túneles.

2.2.1.3.1 Ventajas de este perno

Instalación rápida y simple, El soporte es inmediato después de su instalación. Puede ser usado en una variedad de condiciones de terreno. La instalación causa contracciones a lo largo del perno, esto tensiona efectivamente la plancha contra la superficie de la roca

2.2.1.3.2 Desventajas.

Relativamente caro. Se requiere protección contra la corrosión si se usa en instalaciones permanentes. Se requiere una bomba para su instalación. (Swellex)

Los pernos de anclaje sirven para fortificar el techo y los lados de las labores mineras, donde existe peligro de caída de rocas, también su uso es para asegurar fracturas grandes u otras áreas de roca insegura que no pudieron ser eliminadas mediante la acuñadura. Los pernos de anclaje se usan también en otros trabajos mineros como, por ejemplo, en el soporte de cañerías para aire y agua. Los pernos de anclaje pueden utilizarse también en la sujeción temporal del techo de una zanja o veta en explotación, o los lados de los mismos.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO, UBICACIÓN E INCLINACIÓN DEL PERNO DE ANCLAJE.

El número de pernos de anclaje depende del tamaño de la roca a asegurarse y del grado de peligro de caída de la misma. Como guía para áreas normales que necesiten pernos de anclaje, podemos decir que pueden estar espaciados cada 1.20 mt de distancia. Los pernos de anclaje deben instalarse en una posición tal que le permita pasar por la fractura o fracturas y la roca madre, permitiendo de esta manera que la cabeza de anclaje quede fija en la roca firme. Los pernos de anclaje son de diferentes diámetros (3/4”, 1/2”, 1”) y vienen en diferentes largos. La plancha del perno de anclaje, en lo posible, debe ser perpendicular al perno de anclaje y debe ser considerado al momento que se elija el lugar donde se colocará el perno. La inclinación de los pernos de anclaje es muy importante para su efectividad. En lo posible el perno debe ser colocado perpendicularmente a la fractura o fracturas y a la cara de la roca.

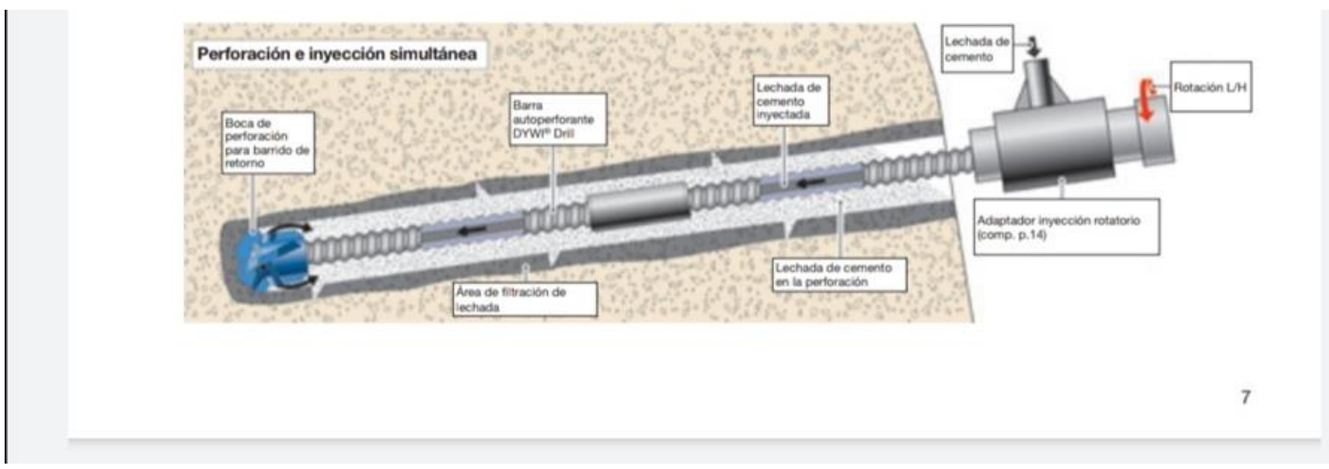
Instalación de los Pernos de Anclaje

Una vez realizada la perforación para instalar el perno de anclaje, se procede de la siguiente manera para su instalación: Colocar la plancha en la base del perno. Enroscar, un poco y con la mano, la cabeza de expansión en el otro extremo del perno. Insertar completamente el perno en la perforación, con la cabeza de expansión hacia adelante, hasta el fondo de la perforación. Enroscar el perno de anclaje, girando en sentido del reloj la cabeza del perno. Esto enrosca el perno dentro de la cabeza de expansión y la expande y se acuña (asegura)

contra la roca y queda firme. Se puede enroscar el perno inicialmente manualmente con ayuda de una llave inglesa, pero al final se tiene que asegurar con la máquina aseguradora. · Conectar la máquina aseguradora con la manguera para aire comprimido. · Colocar la palanca en dirección de las agujas del reloj (a la derecha). Colocar la boca de la máquina sobre la cabeza del perno. · Apretar el botón de arranque y el perno será asegurado. Verificar si el perno está seguro.

2.3 Dar a conocer Sistema de barra autoperforante DYWI® Drill

La barra autoperforante DYWI® Drill es un sistema de anclaje autoperforante con rosca continua exterior que se puede perforar e inyectar simultáneamente sin entubación en terrenos sueltos o inestables o en roca meteorizada. Además, la barra dispone de rosca a izquierdas para la perforación a rotopercusión convencional. La barra autoperforante DYWI® Drill está fabricada base de tubos de acero altamente resistentes y laminada en frío para así crear su rosca redonda o trapezoidal estandarizada. El proceso de laminación DYWI® Drill mejora la estructura de grano fino del acero, aumentando así el límite de rotura y creando un acero de perforación robusto y adecuado para una multitud de aplicaciones de perforación e inyección. El sistema de barra autoperforante DYWI® Drill incluye una completa gama de accesorios consistente en bocas de perforación, adaptadores de boca, manguitos, tuercas y placas de apoyo. Además, gracias a la gran selección de adaptadores de inyección y de herramientas de perforación, la barra autoperforante DYWI® Drill se puede instalar con multitud de equipos de perforación disponibles.



Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.6 Barra autoperforante DYWI® Drill

2.3.1 Principales características del sistema de barra auto perforante DYWI® Drill

No se necesita entubado. Las barras pueden perforar en terrenos sueltos o inestables sin camisa no se necesita entubación para estabilizar la perforación. Perforación e inyección en un solo paso. Durante los trabajos de perforación, la lechada de cemento se extiende de manera homogénea en la perforación y se distribuye en los estratos de terreno o roca

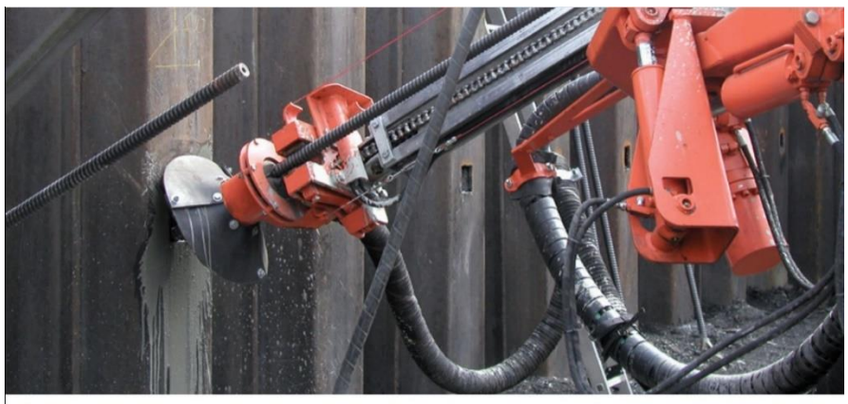
circundantes (creando un bulbo mayor). Esto mejora la adherencia entre el terreno y la barra autoperforante. Perforación mediante martillo de rotopercusión.
Se trata de una técnica muy eficaz que proporciona una alta velocidad de perforación además de estabilidad direccional de la barra autoperforante. Simultáneamente, esta técnica sirve para consolidar la lechada de cemento en el interior de la perforación. Rosca continua de las barras de perforación. Gracias a la rosca contínua, la barra de perforación se puede cortar, alargar o empalmar con manguitos de unión en cualquier parte. Rosca altamente resistente.
Tanto la rosca redonda como la rosca trapezoidal nos proporcionan una barra fuerte y robusta idónea para la perforación con martillo a rotopercusión, garantizando una fuerte adherencia con la lechada de cemento en el taladro.

2.3.2 Sistema autoperforante

Debido a su función autoperforante, las barras se pueden usar en la mayoría de terrenos. Se pueden utilizar con cargas de tracción, de compresión y con cargas alternativas cambiantes, y pueden ser también empleadas como conductos de inyección.

2.4 Identificar pernos autoperforante de inyección Wiborex

son barras hechas con acero fino para construcción y están equipadas con hilo grueso que se puede usar como barra de perforación desechable, tubería de refuerzo y como tubería de inyección. Gracias al hilo continuo de la barra es posible hacer alargamiento con mangos de acople, utilizar diferentes brocas y tener la capacidad de sujetar con tuercas y una placa.
Los pernos de inyección Wiborex permiten perforar, inyectar, anclar y estabilizar
todo en un sencillo paso con un considerable ahorro de tiempo en comparación con los métodos normales de fortificación, excavación y de inyección. En minería, tunelería y en ingeniería civil especializada se utilizan los pernos de inyección Wiborex como pernos de roca, como pernos o pasadores, o como pilotes. Se cuenta con los debidos permisos para los sistemas Wiborex



Wiborex - Sistema de Pernos
Perforadores de Inyección

Fuente: Empresa HS Engineering &Construction

Figura: 2.7pernos autoperforante de inyección Wiborex

2.4.1Áreas de Aplicación

Anclajes de sistema, Interceptación y fortificación de alivio de esfuerzos, Aplicación como escudos de conexión, Reparación de túnel, Aseguramiento de pendientes y de fosos de excavación, Consolidación de estratos, Instalación contra avalanchas, Aseguramiento de listones laterales, Apuntalamiento de base en una obra, Reparación de muros de contención Los anclajes perforadores de inyección Wiborex se ofrecen en distintas dimensiones para numerosas aplicaciones. Los pernos perforadores de inyección Wiborex se encuentran disponibles con distintos revestimientos de protección contra corrosión (galvanizado en caliente, Duplex, INOX). Usados con resinas y fraguado Las resinas de inyección de dos componentes Carbolith Thix y Carbolith Flex son especialmente adecuadas para fijar pernos perforadores de inyección Wiborex porque las resinas están listas en pocos minutos y el perno se puede cargar en un tiempo muy corto.

Carbolith Thix es una resina de silicato de rápido endurecimiento y secado. Es libre de CFC y de halógenos. Carbolith Thix se puede utilizar en tiros con diámetros grandes ya que se endurece muy rápidamente después de la mezcla. Una vez que ambos componentes han sido mezclados entre sí, la resina comienza a endurecerse, se vuelve viscosa y no puede fluir incluso en grandes grietas por si sola por lo que tiene que ser bombeada. La mezcla se transforma en una resina de silicato viscoplástica. Carbolith Flex es una resina de silicato de medio ajuste, sin espuma. No contiene CFC. Carbolith Flex también reacciona en presencia de agua corriente. Su corto tiempo de fraguado evita que el material sea barrido por los movimientos del agua subterránea. Una vez que ambos componentes se mezclan, la emulsión viscosa resultante no absorbe más ni se mezcla más con agua. La mezcla de resina inicialmente líquida rápidamente alcanza una consistencia en la que ya no fluye más libremente y a continuación se seca sin más formación de espuma. Todos los materiales

comercialmente disponibles se pueden utilizar en conexión con fraguado de anclaje y los cementos.

Por ejemplo, el fraguado hidráulico de mezcla final es adecuado para anclas de roca y para trabajo de inyección. El fraguado tiene que ser manipulado y bombeado con holgura, tiene que ser adecuado para la inyección, y no debería tender a descargarse o a segregarse. Para garantizar el trabajo superior, el fraguado utilizado también debería ser tixotrópico

2.4.2 Equipos de Perforación

Se usan taladros neumáticos o hidráulicos, idealmente montados. Pilas de perforación para inyección Wiborex rotan en sentido contrario a las agujas del reloj; desde hacia arriba giran en el sentido de las agujas del reloj. Wiborex se encuentran disponibles como pila de perforación rotatoria en sentido contrario a las agujas del reloj

o en el sentido de las agujas del reloj. La pretensión/fraguado de las anclas de perforación de inyección Wiborex se puede llevar a cabo durante el procedimiento de perforación utilizando suspensiones de cemento. Esto requiere la inserción de un adaptador de taladro en la punta de descarga. después de la perforar en la parte posterior del tiro utilizando resinas de dos componentes, fraguado ancla o cemento.

Conclusión y recomendaciones

Se puede concluir que con este trabajo que toda excavación en el ámbito de la construcción y minería necesita del proceso de fortificación y de sus distintos tipos de elementos y sistemas puesto que este proceso es cual le dará la oportunidad obtener una mayor capacidad de sostener, reforzar y contener la infraestructura

Unos de los elementos que mayor soporte y más utilizado para las excavaciones es el perno cable con lechada de cemento puesto que es de bajo costo y que a la vez da una gran estabilidad comparado a otros elementos de fortificación

La principal recomendación es utilizar elementos de fortificación de buena calidad puesto que se pueden ocasionar graves accidentes en minas construcciones de grandes

infraestructuras ya sea hacia las maquinarias o trabajadores, todo por intentar de abaratar costos.

Bibliografía

Información otorgada Empresa HS Engineering &Construction

https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/03/7.fortificacion-acunadura.pdf

http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Fortificacion-y-acunadura(RaulGonzalezSergnageomin).pdf

Anexos

KOBELCO