



## CUADERNO DE PARTICIPANTE

**MÓDULO:** INSTALAR FORTIFICACIONES PERNOS, CABLES Y MALLAS

**PROGRAMA:** OPERADOR DE FORTIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURA  
AVANZADO MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE

## Contenido:

<b>MÓDULO: INSTALAR FORTIFICACIONES PERNOS, CABLES Y MALLAS .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Nociones Básicas de Fortificación Pernos, cables y Mallas. ....</b>	<b>3</b>
ACTIVIDAD N° 1.....	6
<b>2. Monitoreo del Proceso de Fortificación.....</b>	<b>9</b>
ACTIVIDAD N° 2.....	12
<b>3. Secuencia de instalación de Fortificación.....</b>	<b>15</b>
ACTIVIDAD N° 3.....	19

## MÓDULO: INSTALAR FORTIFICACIONES PERNOS, CABLES Y MALLAS

### 1. Nociones Básicas de Fortificación Pernos, cables y Mallas.

**Aprendizaje esperado:** Identificar las características apropiadas del área a fortificar.

#### Conceptos Claves

##### IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO EN EL PROCESO DE FORTIFICACIÓN

Reconocerlos riesgos asociados en la tarea de la fortificación.

##### PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FORTIFICACIÓN

Comprender cual es el principio fundamental de una fortificación en una mina subterránea. .

#### Resumen de contenido

Este capítulo tiene por objeto fijar las disposiciones generales que regulan las operaciones de fortificación de las diferentes labores de una Mina Subterránea. Para ello las personas, y los equipos usados en las faenas deberán cumplir las normas del D.S. Nº 132 de Minería, Reglamento de Seguridad Minera referidas a fortificación de faenas mineras. Asimismo, las normas contenidas en el presente capítulo tienen como objetivo particular fijar las condiciones de seguridad que deben cumplir las galerías, cavernas y desarrollos mineros, y que deben respetar las personas que las operan, con el fin de resguardar los riesgos que ellas representan.

Su cumplimiento, junto a una adecuada operación, garantiza un trabajo libre de riesgos.

El sistema de fortificación a utilizar debe fundarse en decisiones de carácter técnico, definido por especialistas y disposiciones generales que regulan las operaciones de fortificación de las diferentes labores de una Mina Subterránea. Para ello las personas, y los equipos usados en las faenas deberán cumplir las normas del D.S. Nº 132 de Minería, Reglamento de Seguridad Minera referidas a fortificación de faenas mineras.

Artículo 157 del D.S Nº 132, dice que los trabajos subterráneos deben ser provistos, sin retardo, del sostenimiento más adecuado a la naturaleza del terreno y solamente podrán quedar sin fortificación los sectores en los cuales las mediciones, los ensayos, su análisis y la experiencia en sectores de comportamiento conocido, hayan demostrado su condición de auto soporte consecuente con la

presencia de presiones que se mantienen por debajo de los límites críticos que la roca natural es capaz de soportar.

Para el proceso se debe antes de iniciar cualquier operación de fortificación se debe proceder a acuñar y limpiar la labor a fortificar, para maniobras de fortificación manual y en altura, se utilizarán equipos de levante apropiados que cumplan con las exigencias del Trabajo en Altura Física.

Una evaluación de riesgos es un proceso de identificación de los peligros que tienen el potencial para dañar al personal durante las tareas de trabajo. Estos peligros pueden provenir de los objetos y equipos que se utilizan o el ambiente de trabajo.

El objetivo del proceso de evaluación de riesgos es eliminar un peligro o reducir el nivel de su riesgo mediante el control de este, según sea necesario. De este modo, se ha creado un lugar de trabajo más seguro. Es un paso importante en la protección suya y de sus compañeros de trabajo, uno de los riesgos más importantes de accidentes en las labores mineras subterráneas, es la caída de rocas desde el techo de las galerías o de sus cajas o costados. Al construir labores subterráneas, se extrae un volumen de masa rocosa que provoca cambios en las condiciones naturales de equilibrio. Se crean espacios en los cuales las caras libres quedan sometidas a fuerzas que quedan sin oposición y convergen hacia el espacio vacío, provocando grietas en el techo y las cajas, y pueden generar el desprendimiento de rocas sueltas o planchones y estos son los que provocan una gran cantidad de accidentes en las tareas y labores en mina subterránea.

Los accidentes por desprendimiento puede favorecerse por condiciones inadecuadas de:

- Características y condiciones determinadas de la masa rocosa.
- Forma y dimensiones de la excavación.
- Método empleado de explotación.
- Debilitamiento producido por las tronaduras.
- Presencia de agua.

Estas condiciones pueden aumentar el agrietamiento de la roca en el tiempo. La prevención de estos riesgos comienza con un adecuado diseño de las labores mineras, un correcto diagrama de disparo y una adecuada dosificación de explosivos. No obstante, la acuñadura es fundamental para el mantenimiento de labores seguras y la fortificación en aquellos casos que no presente la condición de auto soporte. De esta manera, el objetivo de estas acciones es asegurar la estabilidad física de labores de las obras en minas subterráneas.

**FORTIFICACIÓN.** “La Fortificación de minas es una construcción artificial” que se hace en la excavación subterránea para prevenir la destrucción de la roca circundante y preservar las dimensiones de la sección que tiene un túnel o galería, la fortificación como una obra más de la ingeniería debe satisfacer una serie de exigencias: Técnicas, Productivas y Económicas.

Los dispositivos de bloqueo están asociados a delimitar o confinar las áreas en donde se está realizando la tarea de fortificación, con la finalidad de evitar el acceso a personas no relacionadas con la actividad de fortificación y de esta manera controlar los riesgos de esta.

**CONFINAR:** Acción de limitar la entrada a un sector por todos sus accesos en donde se estén realizando trabajos con equipos o sólo personas, mediante letreros “Área Restringida”, éstas

señalizaciones deben ubicarse de tal modo que sean vistos por cualquier persona que quiera ingresar al área, preferentemente, a una altura de 1,50 m con respecto al piso, al medio de la galería confinada.


Las señaléticas que se muestran a continuación deben ser usadas y respetadas.

La aplicación de los sistemas de seguridad no excusa a ningún trabajador, sea de la empresa que sea, de la obligación de respetar todos los procedimientos y normas establecidas, para la prevención de riesgos a las personas, equipos e instalaciones, evitando la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales, también los sistemas de seguridad define las atribuciones, responsabilidades, obligaciones, deberes de los supervisores y de todos los trabajadores de las empresas, cuando sea necesario realizar operaciones de fortificación, incluyendo la obligación de que los trabajos y operaciones se realicen tomando todas las medidas de seguridad que sean necesarias, para proteger eficazmente la vida y salud de quienes las realicen.

Las personas que realicen actividades de saneamiento, acuatora y de fortificación deben contar con un entrenamiento y capacitación, las personas expuestas en áreas propensas a riesgos propios del macizo rocoso, deben estar entrenadas y capacitadas respecto a identificar peligros, métodos de control y conocer las zonas de seguridad y resguardo, además de estar instruidos y entrenados para actuar en caso de emergencia.

Todo trabajo deberá ser planificado por el supervisor a cargo, determinándose claramente los sectores a fortificar, el alcance de los trabajos a realizar en cada uno de ellos, los medios que se emplearán en su ejecución, el tiempo aproximado que durará la operación, riesgos asociados a la tarea y las medidas preventivas respectivas, antes de iniciar la faena y cualquier operación de fortificación, el supervisor deberá revisar y evaluar el área a fortificar para luego, una vez terminada la observación y definida la aplicación de la tarea de fortificación, se debe realizar la ART (análisis del Riesgo de la Tarea), en conjunto con los trabajadores que intervengan en esta operación, el supervisor de operaciones debe coordinar los trabajos de perforación, tronadura u otros con las demás áreas si es necesario cuando se efectúen trabajos de fortificación.

## ACTIVIDAD N° 1



**Actividad de Aprendizaje:**

-Revisión a través de los reglamentos, procedimientos y videos demostrativos realizara actividades de identificación y la comprensión del principio fundamental de la fortificación.

**Objetivo**

-Explica que es la fortificación y los riesgos asociados a esta tarea respetando los reglamentos y procedimientos establecidos por la empresa.

**Materiales y recursos**

- Manual del participantes.
- Formatos de listas
- Lápices de colores
- Fotos y videos de un área fortificada.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: una inspección en terreno sobre la necesidad de fortificar.

Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y realizarán una evaluación de los riesgos asociados a la tarea de fortificación que pueden lesionar al personal involucrado. Esta evaluación la deben registrar en una hoja de análisis de riesgo.

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que usted ha planificado para ellos.

- A) El instructor explica la manera en que se debe realizar la actividad, y refuerza los conceptos que se tendrán presentes en la actividad.
- B) El instructor entrega a cada grupo los formatos de análisis del riesgo de la tarea en el cual anotan los riesgos que se presentan en esta tarea.
- C) Por cada grupo revisan en terreno porque es necesario fortificar y cuál será el beneficio.
- D) Ahora hacen un paso a paso sobre lo que se debe hacer antes de fortificar.
- E) Los participantes preparan un resumen de lo observado y lo presentan al resto de los participantes.
- F) El instructor hace un resumen de lo expuesto, resaltando las diferencias en las observaciones de cada grupo y motiva a los participantes a aclarar dudas sobre la necesidad de fortificar y cuáles son las tareas previas a la fortificación.

Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.  
Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos:

- Uso del manual del participante.
- Apoyo constante del instructor durante el desarrollo de la actividad.
- Uso de fotos y videos de las áreas sin fortificar y con fortificación realizada.

### Desarrollo de la actividad (continuación)

---

- Se dispone de 30 minutos por grupo para realizar la actividad que considera la preparación de la presentación y luego 5 minutos por grupo para exponer frente a los demás participantes.
- El instructor debe recorrer los grupos de trabajo y reunirse con cada grupo para mantener un enfoque de lo que se va a realizar y motivar a que todos los integrantes del grupo distribuyan las actividades de manera que todos los participantes por grupo realicen una etapa de la actividad.

### Cierre de la actividad

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- Identificación de riesgos asociados a la tarea de fortificación.
- Comprendan los principios fundamentales de una fortificación.

**Duración de la actividad**

150 minutos.

### RESUMEN

Identificar los riesgos asociados en la tarea de la fortificación, reconocer los principios fundamentales de una fortificación en una mina subterránea y sus alcances



## 2. Monitoreo del Proceso de Fortificación.

**Aprendizaje esperado:** Identificar los diferentes tipos de fortificación según las condiciones del área.



### Resumen de contenido

Los sistemas de fortificación son un conjunto de elementos que son instalados durante la construcción de una labor subterránea, con el fin de estabilizar el contorno de la excavación producto del mismo desarrollo y de la actividad minera a través de tres objetivos como son: reforzar, sostener y contener los bloques. En general los tipos de fortificación buscan proteger la integridad física de las personas y de los equipos mineros, además de asegurar el negocio minero dándole estabilidad a la excavación minera. Las técnicas de diseño labores subterráneos aceptadas en la actualidad están basadas considerando los siguientes fundamentos: El principal auto soporte de una excavación subterránea es la roca que rodea a dicha excavación, ya que al realizar la excavación se va formando un arco de descarga alrededor del túnel que transmite las tensiones a ambos lados de la excavación. Es por lo anterior que para facilitar la distribución de las tensiones en los túneles se deben diseñar con formas redondeados evitando la formación de ángulos en las esquinas. Como primer principio siempre es conveniente mantener lo menos alteradas las características iniciales de la roca, generalmente en las excavaciones de túneles se usan explosivos, por lo que se deben emplear técnicas que minimicen los efectos de las tronaduras sobre la roca. La fortificación o sostenimiento se aplicará de forma que el terreno deje de deformarse y la roca alcance o desarrolle su capacidad de auto soporte.

Existen tres formas de fortificación la primera es la fortificación Definitiva, esta 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, luego la 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, la 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, luego la fortificaciones rígidas que son las que sostienen sin permitir ningún movimiento de la roca y deben ser lo bastante resistentes para sujetar los bloques que puedan caerse. Los sistemas más usados para estas fortificaciones son los marcos que pueden ser de madera o acero, luego las fortificaciones flexibles son fortificaciones que permiten deformaciones de la roca con lo que se alivian los esfuerzos y al deformarse mejoran sus propiedades resistentes. Son la mayoría de las fortificaciones y la mayor parte, pernos de anclajes y cables.

### **FORTIFICACIÓN CON PERNOS DE 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 con el 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. Solamente los más ampliamente difundidos se considerará en la siguiente clasificación.

Debido a los riesgos propios que conlleva el empernado de roca, su instalación se debe efectuar con el cuidado que merece. Es por esta razón que se debe hacer lo posible por capacitar a todo el personal para que puedan aplicar los procedimientos técnicos del sostenimiento en forma adecuada. Por su parte, los supervisores deben velar por que dichos procedimientos se apliquen siempre. La selección y el método de instalación de un perno para roca dependen de lo siguiente; el tipo de roca, el tamaño y la dirección del movimiento del macizo rocoso, la presencia de agua o humedad y la duración planeada para la labor.

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 bloqueo 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.

### **FORTIFICACIÓN CON CABLES 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 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.

## **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.

**ENMALLADO:** Es la aplicación de una malla metálica sobre una red de fortificación por apernado que limita el tamaño del posible planchoneo entre pernos, a lo menos al hueco que la malla define lo que es posible de usar como elemento de apoyo en shotcrete

El control de calidad es el conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores. La función principal del control de calidad es asegurar que los sistemas instalados cuenten con las certificaciones y cumplan con los requisitos de calidad adecuadas para el trabajo requerido.

Antecedentes Geológicos Método de Explotación y Layout Unidades Litológicas Propiedades y Clasificación Estructuras y Sistemas Estructurales Propiedades y Orientación Panel Caving y sus Variantes Altura de Columna Sectores Aledaños Magnitud y Orientación de Esfuerzos Zona de Pre-Minería (Estático) Zona de Transición (Dinámico) Zona de Relajación (Estático) Geometría de la Excavación Orientación Forma Tamaño Temporalidad

## ACTIVIDAD N° 2



### Actividad de Aprendizaje:

-Identificación de los diferentes tipos de fortificación según las condiciones del área.



### Objetivo

-Explica los tipos de fortificación, las características de cada uno de ellos en cuanto a ventajas y desventajas, basados en las aplicaciones de un sistema de fortificación según los procedimientos y normativas establecidos.



### Materiales y recursos

-Manual del participantes.  
-Catálogos del fabricante de materiales de fortificación.  
-Lápices de colores  
-Fotos y videos de los diferentes tipos de fortificación.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: una identificación en terreno de los diferentes tipos de fortificación y sus características

Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y explicarán la necesidad de reconocer y comprender los diferentes tipos de fortificación que se pueden aplicar y sus características.

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación con la actividad.

Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

- A) El instructor explica la manera en que se debe realizar la actividad, y refuerza los conceptos que se tendrán presentes en la actividad.
  - B) El instructor entrega a cada grupo los diferentes catálogos con diferentes tipos de materiales para fortificar.
  - C) Por cada grupo identificarán un tipo de fortificación.
  - D) Ahora hacen una revisión en terreno de las fortificaciones existentes para realizar un listado de las características de cada uno de ellos.
  - E) Los participantes preparan un resumen de lo observado y lo presentan al resto de los participantes.
  - F) El instructor hace un resumen de lo expuesto, resaltando las diferencias en las observaciones de cada grupo y motiva a los participantes a aclarar dudas sobre los diferentes fortificaciones y sus características, así como también sus desventajas. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.
- Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos:

- Uso del manual del participante.
- Apoyo constante del instructor durante el desarrollo de la actividad.
- Uso de catálogos de materiales para fortificar

### Desarrollo de la actividad (continuación)

---

- Se dispone de 30 minutos por grupo para realizar la actividad que considera la evaluación en terreno de la fortificación existente y luego 10 minutos por grupo para exponer frente a los demás participantes.
- El instructor debe recorrer los grupos de trabajo y reunirse con cada grupo para mantener un enfoque de lo que se va a realizar y motivar a que todos los integrantes del grupo participen y tengan asignada una función.

### Cierre de la actividad

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- Revisión de los tipos de fortificación.
- Desventajas en el proceso de fortificación.

**Duración de la actividad**

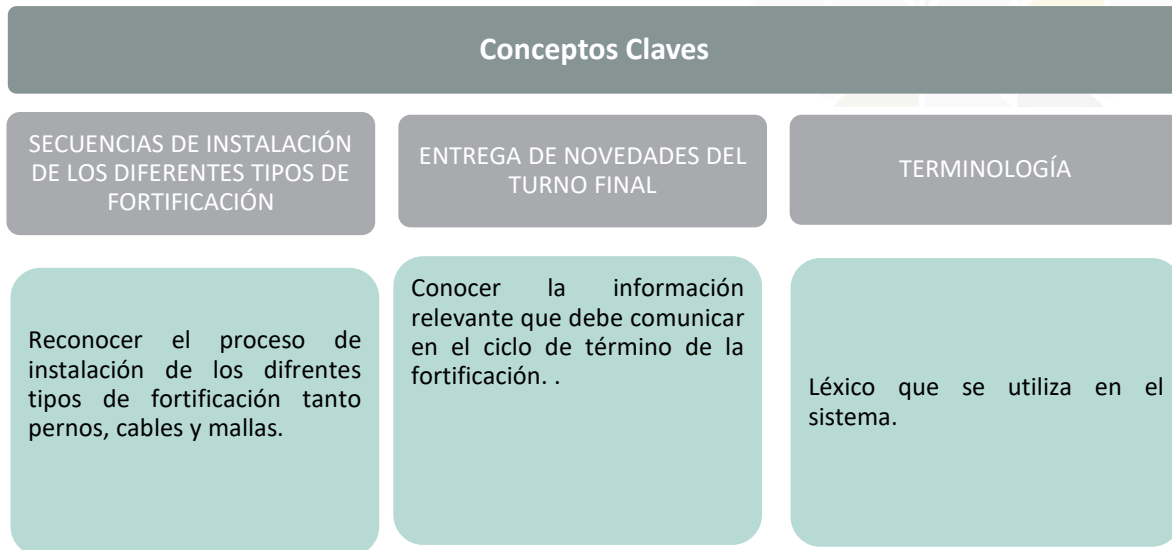
300 minutos.

### RESUMEN

Reconocer los diferentes tipos de fortificación que se pueden utilizar con el fin de mantener las condiciones de seguridad de las galerías.

### 3. Secuencia de instalación de Fortificación.

**Aprendizaje esperado:** Identificar la secuencia de Instalación de fortificación de pernos, cables y mallas de acuerdo con procedimientos de la empresa.



#### Resumen de contenido

Este capítulo tiene por objeto mostrar la secuencia de instalación de los diferentes tipos de fortificación, así como también las herramientas y fijaciones que vamos a utilizar en este proceso.

Es importante tener claro cuál es la información relevante que debemos dejar al final del turno para mantener una continuidad en el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación que usemos.

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 m 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.

- Una vez realizada la perforación para instalar el perno de anclaje.
- Colocar la plancha en la base del perno.

- Enroscar, un poco y con la mano, la chaveta de expansión en el otro extremo del perno.
- Insertar completamente el perno en el taladro, con la chaveta de expansión adelante, hasta el fondo del taladro.
- Enroscar el perno de anclaje, girando en sentido del reloj la cabeza del perno.
- 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.
- 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.

#### **Instalación de Malla (Bizcocho).**

- Los operarios procederán a colocar un paño o rollo de malla sobre la plataforma de trabajo, de tal manera que permita el desenvolvimiento de esta, labor que deben realizar al menos dos trabajadores.
- La instalación se realizará de manera de ir completando con malla secciones transversales de la galería.
- El paño o rollo de malla se mantendrá dentro de la plataforma y se procederá a desenrollar a través de la caja a medida que se vaya instalando al techo, quedando afianzada a la roca mediante las planchuelas de los pernos.
- Se colocará un paño o rollo de malla por un lado del techo de la labor, para luego fortificar en otro costado.
- La malla deberá traslaparse en un rango no mayor ni menor a 20 – 30 cm en sus uniones y adaptarse al contorno de la roca. Dicho traslape debe ser unido mediante amarre con alambre de 8mm. Adicionalmente, se requiere que dicho traslape coincida con la parada de pernos.
- La malla se ira afianzando provisoriamente a los pernos existentes a través de amarras con alambre.
- La malla debe quedar apegada al cerro en toda su extensión, si es necesario se debe pegar con pernos intercalados.

#### **Malla Electro Soldada Acma:**

- Los paños de malla se instalarán sobre la plataforma de trabajo (equipo, camión, manitou o plataforma definida para dicho trabajo).
- Una vez posesionado el paño de malla Acma sobre la plataforma este será levantado a pulso por los operarios y lo fijaran por medio de planchuelas o pernos Split-set al techo y /o caja del cerro.
- En las corridas laterales de fijación de la malla se deberá traslapar y fijar el paño siguiente de malla, haciendo un traslape de 20 cm.

#### **Planchuelas**



Son accesorios de fijación que se complementan con el perno helicoidal o con el Split set o el perno cable, estos accesorios son fabricados en distintos espesores y geometrías (cuadrados, rectangulares, triangulares, etc.) son accesorios usados con perno helicoidal en diámetros 22 y 25 mm, fabricados en acero.

Este producto de fortificación es utilizado principalmente para la conexión de cables y barras de acero en sus diferentes diámetros, este se fabrica en versiones reutilizables y permanentes. Este elemento está confeccionado en acero de excelente rendimiento en donde se requiere una alta resistencia y una buena tenacidad.

Accesorios de plástico reforzado usado en la fabricación de conjuntos cables los que permiten mantener distancias, equidistantes y también separaos de las paredes de la perforación en la roca al momento de la instalación y de la inyección de lechada.

El uso de esta herramienta auxiliar es fundamental para empujar el perno Split Set dentro de la perforación en la roca, se utiliza con maquina liviana o jumbo, este accesorio sirve para la instalación de perno helicoidal con resina. Para la fabricación de estos elementos se utilizan aceros de alta resistencia y buena tenacidad.

El Gato tensor es un equipo de accionamiento hidráulico concebido principalmente para traccionar los cables de acero, según el terreno (roca, arena, graba, etc.) Y medir elongaciones de ellos mismos, son equipos que permiten la inyección de lechada de cemento, durante la instalación del perno para la consolidación y estanqueidad de suelos y rocas. Una máquina lechadora o inyectora - mezcladora de cemento, permite el paso de áridos de hasta 5 mm y una presión de inyección de hasta 40 bar.

### **Manejo y Operación**

- Los insumos por usar, cemento, aditivos, agua, deben estar sobre terreno seco y ordenado.
- Previo a la actividad se revisará el funcionamiento de la lechadora, revisando en el caso de la lechadora hidráulica el acople al sistema hidráulico de la manitou, las manillas, llaves de paso, etc.
- En el caso de la lechadora neumática, se acoplará a red de aire y se inspeccionará pato lubricador (usa aceite torcula 100), rellenar de ser necesario, revisar válvula de paso de aire. En ambos casos se debe revisar estado de paletas mezcladoras.
- Se preparará la mezcla asegurando esté homogénea y cumpla con las dosificaciones especificadas, 1 saco de cemento, 15 litros de agua y aditivos si se considera necesario.
- En el caso que la máquina lechadora sea del tipo mixto mezcladora/impulsora, la mezcla se preparará dentro de la máquina una vez introducidos los insumos.
- Se verificará que la válvula de despiche se encuentre cerrada.
- Se introducirá en la perforación una planza de  $\frac{3}{4}$ , la cual ira como terminación a una manguera tipo chicote que sale de la máquina lechadora.
- Se procede a abrir la válvula de ingreso de la lechada.
- El operador de la máquina lechadora retirará la planza paulatinamente a medida que se va llenando la perforación. La perforación deberá quedar llena.

- El operador encargado que realice la tarea de lechado, al ver que se ha llenado la perforación indicará a viva voz al operador de la máquina lechadora para que este detenga el flujo.
- Acto seguido, introducirá el perno en la perforación de forma rotativa para un correcto lechado.
- Para evitar la caída de los pernos verticales se procederá a amarrar los pernos a las mallas existentes o se introducirán cuñas a presión.
- Se procederá a lavar con agua tanto el interior como al exterior de la máquina lechadora con el fin de que quede limpia, el chicote y planza igualmente se lavaran para reutilizar en otros trabajos.
- Terminada la operación se procede a limpiar el área y retirar el equipo, trasladando a lugar destinado para su almacenamiento.
- El Perno queda instalado en tiro para ser utilizado una vez que se le dé su tiempo de fragüe.

## ACTIVIDAD N° 3



### Actividad de Aprendizaje:

-Realización de limpieza de elementos no triturables aplicando procedimientos de trabajo para el manejo de equipos de levante en el área de chancado.



### Objetivo

-Explica el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación e identificar las herramientas y los tipos de fijaciones y sus características y usos.



### Materiales y recursos

-Manual del participantes.  
-Catálogos de equipo  
-Lápices de colores  
-Fotos y videos de instalación de fortificación y herramientas.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno	

## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: la selección de un sistema de fortificación para una presentación. Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y realizarán en base a la información entregado por el instructor una presentación de los diferentes sistemas de fortificación y su instalación.

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación con la actividad.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

- A) El instructor explica la manera en que se debe realizar la actividad, y refuerza los conceptos que se tendrán presentes en la actividad.
- B) El instructor entrega a cada grupo la información necesaria y pondrá a disposición pequeñas muestras de los sistemas de fortificación.
- C) Por cada grupo revisan fotos y videos de las distintas etapas y materiales del proceso de fortificación.
- D) Ahora hacen una presentación con el sistema de fortificación escogido en relación con el proceso de instalación, herramientas y accesorios y que información debe dejar registró.
- E) Los participantes preparan un resumen de lo observado y lo presentan al resto de los participantes.
- F) El instructor hace un resumen de lo expuesto, resaltando las diferencias en las observaciones de cada grupo y motiva a los participantes a aclarar dudas en el proceso de instalación e información para el turno entrante.

Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.

Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos:

- Uso del manual del participante.
- Apoyo constante del instructor durante el desarrollo de la actividad.
- Uso de fotos y videos de las herramientas y accesorios para la fortificación.



## RESUMEN

Reconocer el proceso de instalación de los diferentes tipos de fortificación tanto en pernos, cables y mallas, conocer la información reelevante que debe comunicar en el ciclo del término de la fortificación.

## SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

