



# GUÍA DE SEGURIDAD PARA SOSTENIMIENTO DE MINAS SUBTERRÁNEAS



# GUÍA DE SEGURIDAD PARA SOSTENIMIENTO DE MINAS SUBTERRÁNEAS

Año de publicación:  
**2018**

Lugar y fecha de la edición:  
**Bogotá, Abril de 2018**

## **APOYO Y REVISIÓN:**

Ministerio de Minas, Agencia Nacional de Minería, Sena, Ministerio del Trabajo, Entidades que desarrollan actividades dentro del convenio 273 de 2015

### **ÁLVARO VÉLEZ MILLÁN**

Presidente Positiva Compañía de Seguros S.A.

### **GLORIA MARÍA MORGAN TORRES**

Vicepresidenta de Promoción y Prevención

### **FRANCISCO ORTIZ LEMOS**

Gerente de Investigación y Control del Riesgo

### **HUGO RAMÓN VÁSQUEZ NIÑO**

Gerente de Administración del Riesgo

### **SALIN EDUARDO AVELLANEDA PINZON**

Líder de Programas y Productos

### **JOSÉ ALFREDO GUIO GARZÓN**

Líder Unidad Estratégica de Prevención Sector Minero

### **HENRY AMARIS JACOME**

Líder Línea de Acción Positiva Comunica

Todos los derechos reservados de Positiva Compañía de Seguros S.A. Se prohíbe la reproducción o copia total o parcial de este material sin expresa autorización. Se prohíbe la venta de este material, ya que es un producto técnico educativo realizado para las empresas afiliadas al Sistema General de Riesgos Laborales.

ISBN 978-958-59166-7-8



# MISIÓN

“Protegemos integralmente a las personas y a sus familias con un equipo humano competente y comprometido, ofreciendo soluciones de aseguramiento y prevención para generar valor a la sociedad”.

# VISIÓN

Ser la compañía líder en seguros de personas, reconocida por la calidad de sus servicios.

# GUÍA DEL EMPLEADOR

Esta guía está dirigida a los responsables de Seguridad y Salud en el Trabajo, a los gerentes, administradores y trabajadores de las empresas del sector que desarrollan actividades en minería subterránea.

En el desarrollo de dichas actividades, los trabajadores están expuestos a condiciones de trabajo peligrosas que generan accidentes con consecuencias graves como pueden ser: la muerte, su incapacidad temporal o permanente, la destrucción parcial o total de la mina, daños en equipos e instalaciones o daños al medio ambiente.

Las actividades desarrolladas en el marco del convenio 273 de 2015, propenden por aunar esfuerzos para la reducción de la accidentalidad en las empresas del sector minero, lo cual permite efectuar un diagnóstico de estas condiciones de trabajo y un análisis de los riesgos presentes en este sector.

# TABLA DE CONTENIDO



|  | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN   | 6    |
| 1. ASPECTOS GENERALES  | 7    |
| 1.1 Objetivo   | 7    |
| 1.2 Justificación  | 7    |
| 1.3 Alcance  | 7    |
| 1.4 Normatividad vigente   | 7    |
| 1.5 Aspectos legales del plan de sostenimiento   | 8    |
| 1.6 Aspectos legales del programa de inspección mantenimiento<br>y control del plan de sostenimiento | 8    |
| 2. ASPECTOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS   | 9    |
| 2.1 Objetivos del sostenimiento en las minas subterráneas  | 9    |
| 2.2 Clases de terreno  | 9    |
| 2.3 Estudio técnico de sostenimiento   | 9    |
| 2.4 Estudio de estabilidad de los sistemas de sostenimiento  | 10   |
| 2.5 Exigencias de sostenimiento  | 11   |
| 2.6 Informe, capacite y sensibilice a los trabajadores   | 12   |
| 3. TIPOLOGÍA GENERAL DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO  | 12   |
| 3.1 Aspectos generales de un sistema de sostenimiento  | 12   |
| 3.1.1 Definición de sostenimiento  | 12   |
| 3.1.2 Técnica para la instalación de sostenimiento   | 13   |
| 3.2. Descripción general de los métodos de sostenimiento con madera                                  | 14   |
| 3.2.1. Tipos de sostenimiento  | 14   |
| 3.2.2 Sostenimiento natural  | 15   |
| 3.2.3 Entibación   | 15   |
| 3.3 Descripción general de los métodos de sostenimiento con acero                                    | 16   |
| 3.3.1 Fortificación  | 16   |
| 3.3.2 Descripción general de los pernos de anclaje   | 17   |
| 3.4. Descripción del sostenimiento por puerta alemán   | 19   |

|  | Pág. |
|--|------|
| 3.4.1. Operaciones para la construcción y parada de la puerta alemana  | 21   |
| 3.4.2 Control de los riesgos   | 30   |
| 3.4.2.1 Recomendaciones generales para la instalación de sostenimiento | 30   |
| 4. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA GUÍA                               | 32   |
| 5. BIBLIOGRAFÍA  | 34   |



# INTRODUCCIÓN

Con la presente guía se busca mejorar las condiciones de trabajo en las minas subterráneas verificando los diferentes factores causantes de accidentes y enfermedades laborales, en pro de apoyar el compromiso de todo empleador que es procurar las condiciones más “confortables” posibles, que permitan el desarrollo integral de los individuos a través de su trabajo.

La actividad minera es considerada como de alta peligrosidad, cuyas labores siempre presentan modificaciones en el medio ambiente que afectan la salud de la persona que labora, cambiando el equilibrio físico, mental y social; la prevención, según este planteamiento permite evaluar los riesgos generados por esta actividad, detectando y minimizando los efectos negativos en el ámbito laboral, con el propósito de mejorar las condiciones de trabajo que se acerquen cada día más al estado de bienestar al que todos los trabajadores tienen derecho.

La peligrosidad de algunos procesos productivos en la minería subterránea, puede generar en los ambientes de trabajo riesgo de atropellamiento, atrapamientos, golpes y machucones, por lo cual es importante realizar intervenciones de control en la fuente, medio y trabajador, que conjuntamente mitiguen, prevengan o lo protejan de la detonación de los riesgos en los procesos productivos. Estas intervenciones de control de ingeniería están correctamente estudiadas y tomadas en cuenta en el proyecto industrial y buscan contribuir a mejorar las condiciones de trabajo logrando el objetivo de disminuir la accidentalidad, prevenir emergencias y mejorar las condiciones de confort.

Uno de los peligros que ha cobrado más accidentes mortales dentro del sector minero: Es el sistema de sostenimiento de las minas subterráneas, dado por el mal diseño ingenieril de este sistema y por la imprudencia tanto de los operarios como de los trabajadores mineros en general.

# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1 Objetivo

El objetivo principal de esta guía es proporcionar las indicaciones necesarias, para orientar a los productores y explotadores mineros, en las consideraciones que se deben tener desde el punto de vista de seguridad, en el sostenimiento de minas subterráneas, con el fin de brindar una herramienta sencilla para el control de la seguridad en las instalaciones mineras, la vida y la integridad de los trabajadores.

## 1.2 Justificación

La accidentalidad provocada por caída de rocas y por problemas del macizo rocoso, hacen que la presente guía de seguridad para el sostenimiento en minas subterráneas sea importante en el desarrollo minero y para la prevención de accidentes laborales relacionados con el sostenimiento de las minas.

La causalidad de los accidentes mineros en el país, en un gran porcentaje se debe a la caída de rocas en las explotaciones mineras.

## 1.3 Alcance

El alcance de la presente guía es orientar al empresario minero, a los trabajadores y a los líderes de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa, acerca de los peligros generados por el sostenimiento de las minas subterráneas, explicar cómo se puede mejorar y cómo se pueden controlar los peligros generados por el techo de las minas y por el macizo rocoso, además de los peligros que acarrea la errada operación de los picadores, reforzadores y personal involucrado en el sostenimiento de la mina, con el objeto de prevenir la accidentalidad en el sector minero.

## 1.4 Normatividad vigente

La Constitución Nacional es el marco fundamental de toda la legislación colombiana (Artículos 25, 80, 330, 332, 334, 360 y 361), incluidas las normas que desarrollan temas específicos que regulan y definen las políticas del sector minero como son:

- Ley 685 del 2001, conocida como Código de Minas; cuyo objetivo es fomentar la exploración técnica, la explotación racional y armónica de los recursos mineros
- Decreto 35 de 1994. Disposiciones en materia de seguridad minera, medidas y procedimiento de aplicación
- Decreto 1072 de 2015. Decreto único reglamentario del sector trabajo y reglamentación complementaria
- Decreto 1886 de 2015. Reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas





### 1.5 Aspectos legales del plan de sostenimiento

Para definir el plan de sostenimiento de la mina y de esta manera planear el sostenimiento de la misma, se debe realizar el estudio geomécanico del macizo rocoso, este estudio lo debe hacer una persona profesional calificada, en un laboratorio de mecánica de rocas que analice la resistencia a la compresión y a la flexión de la roca encajante (roca de techo y piso) y del mineral; con los resultados de la resistencia de materiales de la roca techo, de la roca piso y del mineral, se define el soporte a utilizar que cumpla con los requerimientos de resistencia que define la norma técnica correspondiente. (Decreto 1886 de 2015).

El plan de sostenimiento debe contener:

- Inventario de las explotaciones mineras y su ubicación
- Nombre y responsable del plan de sostenimiento de la mina, que debe ser un profesional competente con matrícula profesional vigente
- Estudios geológicos y geomecánicos del suelo o los estudios que sean necesarios donde se realicen las labores subterráneas
- Definición de los materiales de soporte a utilizar con sus características técnicas, para cada labor de desarrollo, preparación y explotación de la mina
- Registro de las capacitaciones realizadas al personal minero en temas relacionados con el sostenimiento de la mina

### 1.6 Aspectos legales del programa de inspección, mantenimiento y control del plan de sostenimiento

Este programa debe estar incluido en el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa y estar disponible en las instalaciones de la mina, debe contener como mínimo lo siguiente:

- Nombre y cargo del responsable técnico del sostenimiento
- Frecuencia y evaluación del estado del sostenimiento
- Disponibilidad de materiales
- Cronograma de trabajos de las acciones correctivas y preventivas a realizar

# 2. ASPECTOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS

## 2.1 Objetivos del sostenimiento en las minas subterráneas

El sostenimiento en una explotación minera busca lograr los siguientes objetivos:

- Sostener excavaciones abiertas: para cumplir las labores mineras de desarrollo, preparación y explotación
- Proteger todos los recursos utilizados en la mina: herramientas, equipos, el mismo carbón, el personal que trabaja y la vida útil del yacimiento
- Evitar la caída de rocas: objetos peligrosos de techo y paredes
- Evitar derrumbes: en las labores mineras
- Proteger a los trabajadores mineros: en accidentes laborales producidos por el mal sostenimiento

## 2.2 Clases de terreno

El conocimiento de las diversas clases de terrenos es fundamental para el supervisor y personal trabajador a fin de determinar la necesidad de sostenimiento de las labores. Desde un punto de vista práctico podemos dividir los terrenos en cuatro clases:

- **Terreno compacto:** es el formado por cristales o por partículas bien cementadas
- **Terreno fracturado:** muestra una serie de planos paralelos de discontinuidades como los planos de estratificación en la roca sedimentaria
- **Terreno arcilloso:** constituido por rocas casi elásticas que se deforman bajo la presión
- **Terreno suave:** el cual está formado por fragmentos gruesos o finos o una mezcla de ambos tamaños

## 2.3 Estudio técnico de sostenimiento

El estudio técnico de sostenimiento de labores asociadas a las explotaciones debe contar con los siguientes elementos:

- a. Identificación de la labor: cada labor debe ser denominada con un nombre que la identifique correctamente
- b. Características geométricas: debe definirse la sección útil de la labor y su longitud. En el caso de galería en capa o filón, debe definirse la posición que requiere ocupar ésta en la sección de la galería
- c. Características del terreno: deben describirse las características de la zona de terreno circundante cuyos ejes sean los de la labor y la sección debe tener una anchura y altura seis (6) veces mayor que las de la excavación proyectada

**d. Diseño del sostenimiento:** el diseño del sostenimiento debe realizarse teniendo en cuenta las características del terreno, las dimensiones de la labor, las condiciones impuestas por la explotación y las posibles influencias de explotaciones próximas.

**e. Consideraciones geotécnicas:** el “vacío” da origen a movimientos y asentamientos de los terrenos, donde los esfuerzos se redistribuyen y se originan presiones en el techo, en el piso y en las paredes laterales. Las presiones básicamente se originan por el peso de las rocas suprayacentes, a causa de la gravedad y por la presión interna de la tierra.

En la figura anexa se muestra el comportamiento del terreno cuando es sometido a los esfuerzos producto de los trabajos de excavación.

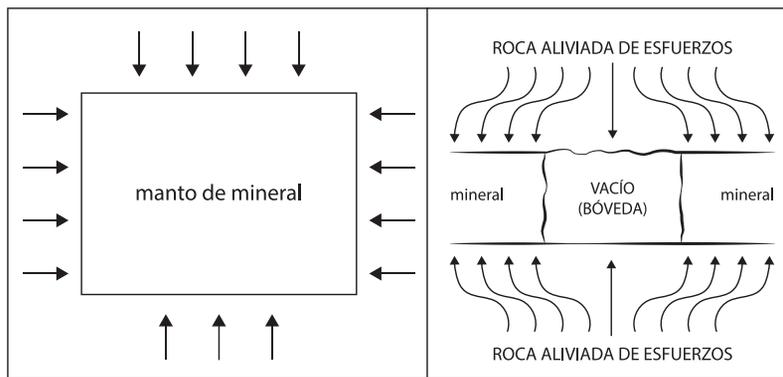


Figura 6. Comportamiento del terreno sometido a esfuerzos

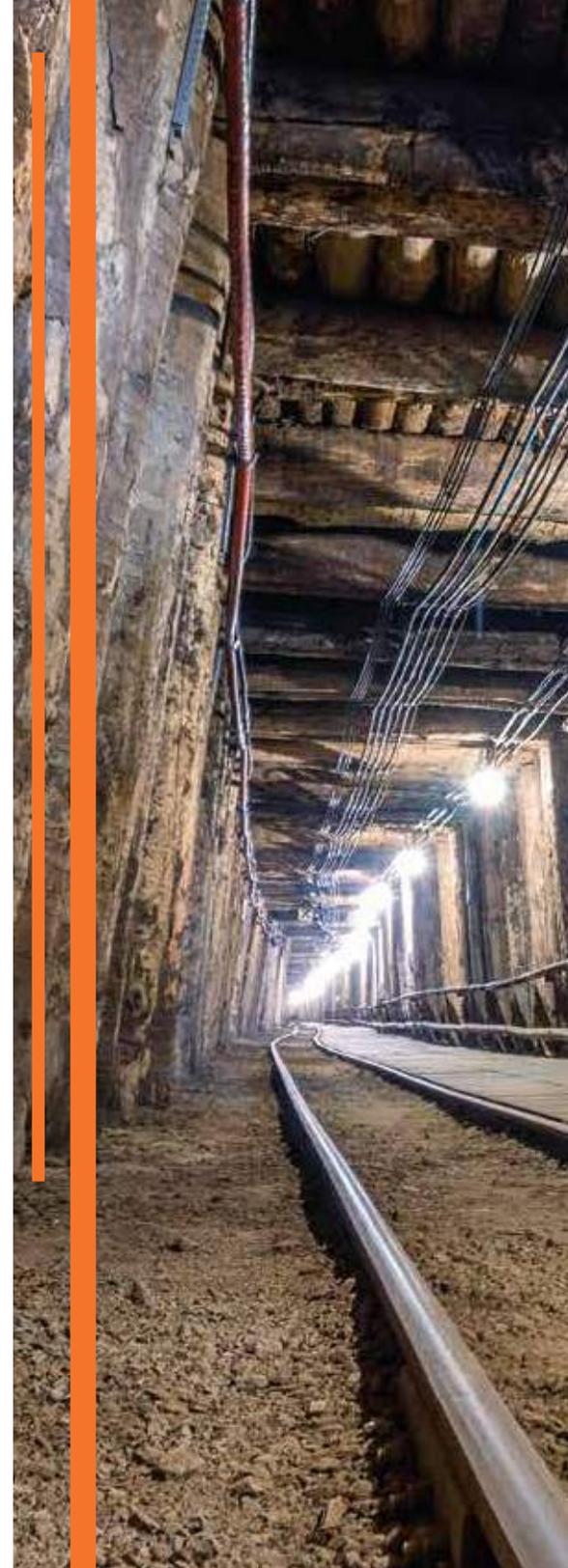
Por las razones expuestas anteriormente las consideraciones geotécnicas necesarias son las siguientes:

- Se requiere estabilidad de la roca
- Propiedades geomecánicas de las rocas
- Diseño de vías o labores estables
- Se requiere un sostenimiento adecuado para el control de las presiones

## 2.4 Estudio de estabilidad de los sistemas de sostenimiento

Este estudio debe comprender:

- Caracterización geomecánica del yacimiento (propiedades de la roca intacta, fallas, diaclasas, macizo rocoso y medio ambiente geotécnico)
- Sistemas de sostenimiento usado en cada tipo de roca y labor (diseños de tipo de sostenimiento)
- Dimensiones de las galerías o niveles, tambores y otras vías y su relación con respecto a los equipos que circulan por ellas (incluir diagrama de perforación para cada sección)





- Tipos diferentes de sostenimiento utilizados de acuerdo a la resistencia de la roca, presencia de agua y meteorización
- Análisis geomecánico de los diferentes sectores de la mina y labores que se desarrollarán en cada uno, usando un modelo que asegure la integridad del personal y las instalaciones
- Secuencia de explotación, indicando los niveles que se explotarán en los diversos periodos de la mina
- Esquema de las operaciones unitarias (preparación, perforación, arranque y extracción) y equipos que se usan para poder determinar el ancho y alto mínimo de las galerías y necesidades de ventilación
- En caso de usar equipo móvil indicar el ancho y alto de las galerías, la ubicación de los refugios y los puntos de cruce de los equipos
- Manejo del agua subterránea y de perforación y sistema de extracción de ellas

## 2.5 Exigencias de sostenimiento

El sostenimiento de las obras subterráneas debe permitir, controlar y mantener la estabilidad de las excavaciones para la seguridad del personal que trabaja o circula por ellas, también debe permitir el mantenimiento de los servicios, tanto en las fases transitorias de su construcción como en las labores activas.

Se hace necesario aplicar sostenimiento en las excavaciones mineras a través de entibación por medio de la utilización de madera y fortificación con el uso de arcos de acero u otros como el concreto y otros tipos de materiales, por tres razones principales:

- Toda excavación subterránea genera presiones a su alrededor causadas por el propio peso de las rocas que se encuentran por encima y los lados del túnel y la redistribución de esfuerzos producto del espacio generado
- Por la presión interna de la tierra y porque se produce el desprendimiento del techo, piso y respaldos a raíz de las dos circunstancias mencionadas anteriormente
- Por presencia de fallas, diaclasamiento, fracturas que desestabilizan el macizo rocoso

Antes del inicio de la realización de una labor u obra subterránea, es condición imprescindible recabar la aprobación por parte de la autoridad minera competente del correspondiente estudio técnico o proyecto de sostenimiento, que debe ser suscrito por un técnico titulado competente.

Para definir los efectos de las exigencias de sostenimiento en las labores subterráneas, se han agrupado en los diferentes tipos de labores:

- Labores de desarrollo
- Labores de preparación
- Labores de explotación
- Otros tipos de labores



## 2.6 Informe, capacite y sensibilice a los trabajadores

- Los procedimientos de trabajo seguro deben servir de base para las capacitaciones, en ellos deben estar contenidas las acciones, requerimientos, manejo de materiales e insumos, responsables y todos los aspectos necesarios para la instalación del sostenimiento
- Sobre la prohibición para que no circulen personas en aquellas labores subterráneas, en las cuales no se efectúe un mantenimiento adecuado al sostenimiento
- Señalice, mientras no se terminen los trabajos de mantenimiento para que puedan entrar en servicio
- Capacite y certifique a sus trabajadores
- Periódicamente debe capacitar a los trabajadores en temas como desabombe, mantenimiento del sostenimiento, seguridad, tipos de sostenimiento, tipos de puertas, materiales de sostenimiento, entre otras

# 3. TIPOLOGÍA GENERAL DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO

La presente guía incluye la clase de sostenimiento a emplear, proporciona capacitación y entrenamiento a los mineros asignados, historia de todas las caídas súbitas del techo y una evaluación sistemática de la efectividad del sistema de sostenimiento en uso.

Una copia del sistema debe estar disponible para los trabajadores, siendo responsabilidad de éstos y del personal de supervisión examinar y comprobar el estado del techo, los cápicos, palancas y sostenimiento en general, con tanta frecuencia como sea necesario para garantizar la seguridad de la mina.

## 3.1 Aspectos generales de un sistema de sostenimiento

### 3.1.1 Definición de sostenimiento

El sostenimiento de minas es el conjunto de elementos que se coloca en una instalación subterránea para contribuir a su estabilidad y crear ambientes seguros que protejan a los mineros en sus diferentes actividades cuando se realiza una excavación.

- El titular de derecho minero o propietario de toda mina debe mantener a disposición elementos de sostenimiento, de material y resistencia apropiados en cantidad suficiente y en lugares previamente establecidos donde puedan ser utilizados inmediatamente
- El sistema de sostenimiento debe incluir la siguiente información:
  - Descripción de la secuencia de avance y de la instalación de sostenimiento temporal
  - Dibujos, esquemas y secciones que permitan a las personas que deban aplicarlo, comprenderlo fácilmente. Éstos deben acompañarse con una leyenda explicativa de los símbolos usados



### 3.1.2 Técnica para la instalación de sostenimiento

En esta guía se especifican algunos tipos o técnicas de sostenimiento con madera, la intención de esta guía es identificarlos claramente, conocer sus ventajas, desventajas y cuáles son sus componentes. Pese a las diferencias existentes en las diversas técnicas de entibación, los riesgos de no aplicarlas y las posibles lesiones son siempre las mismas. Esto debido a que la mayor parte de la accidentalidad se presenta en las minas subterráneas con sostenimiento en madera.



Los riesgos son principalmente la caída de material del techo o de madera y el corrimiento del derrumbe ya sea por material suelto o por falta de refuerzo.

Control de presiones en frentes de explotación: el control debe realizarse sobre todo en tajos cortos o testers, con respaldos de regular comportamiento. Las ventajas que ofrece el control de presiones en frentes de explotación son las siguientes:

- **Dar seguridad a la labor de explotación;** se mantiene control sobre la línea de derrumbe, lo que evita golpes de techo
- **Impide la acumulación de presiones en el frontón;** así no se presentan desprendimientos repentinos del respaldo o del carbón
- **Se encuentran como desventajas;** que se requiere por una parte, consumo importante de madera y por otra, tiempo de colocación, lo que baja los rendimientos

Los elementos requeridos para la colocación de este tipo de entibación son:

- Madera rolliza mínimo de un metro de longitud
- Material estéril para el relleno
- Cuñas y herramientas de golpe

### 3.2. Descripción general de los métodos de sostenimiento con madera

#### 3.2.1. Tipos de sostenimiento

Todo tipo de sostenimiento está relacionado con el tipo de terreno dentro del cual se realizan los trabajos. Por esta razón antes de hacer el estudio de los diferentes métodos de sostenimiento, se debe analizar de manera óptima la clase de material a utilizar de acuerdo a los diferentes sostenimientos existentes, como son:

- Natural
- Entibación
- En puerta alemana
- Otros tipos de puertas
- Tacos
- Cuadros
- Canastas
- Acero (arcos de acero fortificación)
- Concreto
- Pernos de anclaje
- Otros



### 3.2.2 Sostenimiento natural

Se usa para rocas de gran resistencia donde la competencia de la roca permite que las presiones no alteren el espacio abierto y por tal razón el techo y el piso son competentes y se auto sostienen. Es posible que cuando se encuentran partes rígidas de material, es decir, rocas que no corren peligro de derrumbe, éstas formen parte del sostenimiento, las cuales pueden ser:

- a. **Machones:** son los bloques de mineral que sirven de protección de las vías principales de transporte y generalmente están en los lados
- b. **Pilares:** son las columnas de mineral que se dejan de explotar y sirven para sostener las cavidades de la explotación. Su forma es irregular y sus dimensiones varían

### 3.2.3 Entibación

La entibación significa que el sostenimiento se realiza utilizando madera en forma de puerta alemana, puerta en boca de pescado, puerta en vacinola, cuadro y taco, entre otros.

#### a. Sostenimiento en labores de desarrollo

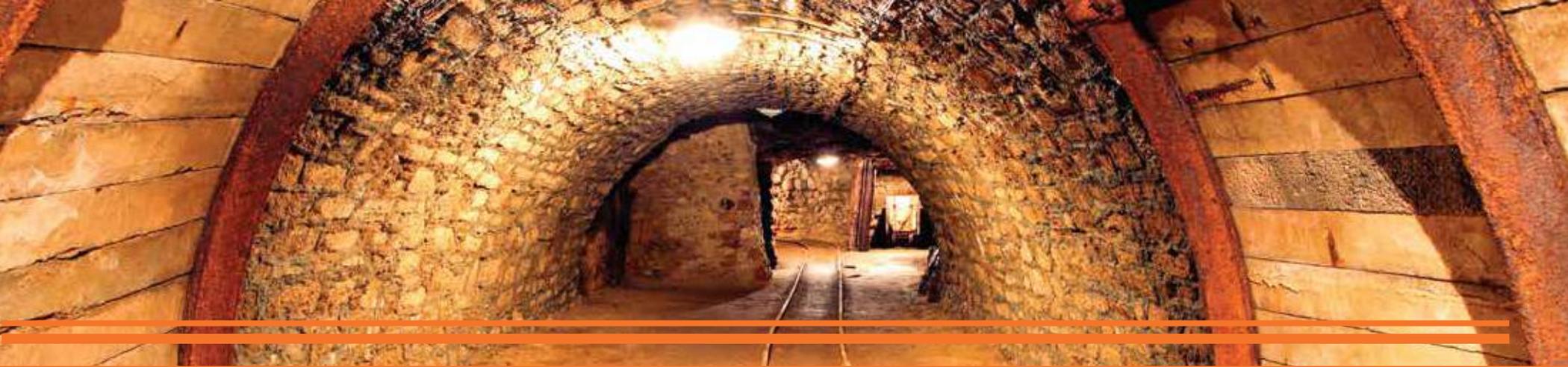
La actividad minera de entibación en labores de explotación subterránea de carbón, consiste en controlar el impacto sobre el techo causado por el desprendimiento de rocas; debe considerarse que ello se hace en un medio de estabilidad impredecible e incómodo la mayoría de la veces, desde el punto de vista ergonómico y antropométrico, dadas las limitaciones del espacio de trabajo y los ambientes donde influyen temperatura, polvos, gases y otros factores.

Por lo tanto, se considera a los entibadores como operarios mineros dedicados a apuntalar y fortalecer con maderas y tablas las excavaciones que ofrecen riesgo de desplome. El sostenimiento más utilizado en las labores de desarrollo de las minas de carbón son las puertas alemanas y boca de pescado. Se aplican en:

- Inclínados
- Transversales
- Galerías
- Guías

#### b. Sostenimiento en labores de preparación

El sostenimiento más usado en las labores de preparación del yacimiento por explotar, son puertas alemanas, tacos y cuadros de madera. Se utilizan para facilitar el tránsito de personas y evitar desprendimientos del techo inmediato de la excavación.



Se emplea en:

- Tambores auxiliares
- Sobreguías auxiliares
- Sobreguías de transporte

#### **c. Sostenimiento en explotación**

El sostenimiento utilizado en las labores de explotación de las minas de carbón se aplica de acuerdo al método, pero es importante para dar las condiciones mínimas de seguridad al personal que labora en ellas. Los sostenimientos más frecuentes son:

- Canastas recuperables
- Tacos de madera
- Canastas de madera rolliza

#### **d. Sostenimiento temporal**

Con el objetivo de avanzar labores donde el riesgo de caída de rocas sea alto se coloca sostenimiento temporal, que puede ser con atices de empuje y con puertas alemanas, entre otros

### **3.3 Descripción general de los métodos de sostenimiento con acero**

#### **3.3.1 Fortificación**

La fortificación significa que el sostenimiento se realiza utilizando acero o concreto como principal material y puede utilizar madera como complemento. Toda fortificación está relacionada con el tipo de terreno dentro del cual se realizan los trabajos.

La fortificación se realiza para evitar derrumbes no planificados, existen diversos tipos de fortificación, ellos se pueden clasificar:

##### **a. Fortificaciones rígidas**

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.

## b. Arcos

Esta clase de sostenimiento también aplica para la gran minería. Se utilizan arcos para vías de gran sección y se componen generalmente de tres (3) segmentos

### Recomendaciones de sostenimiento con arcos de acero

- Apoyar las palancas sobre zapatas de madera o bases metálicas para evitar hundimiento
- Asegurar las grapas correctamente para evitar deslizamiento o corrimientos del capiz sobre la palanca
- Llevar siempre la línea de tiples del piso por la línea de nivel y por la línea del centro para evitar desplazamiento
- Prolongar siempre los rieles de empuje hasta el frente
- Forrar completamente el arco con orillos, rollizos o malla en zonas de derrumbe o roca suelta

### 3.3.2 Descripción general de los pernos de anclaje

En un sistema de sostenimiento en el cual los pernos de anclaje son el único medio de sostenimiento en el ciclo minero normal, estos deben ser:

- Los pernos del techo que proporcionan soporte para la creación de una viga de estratos laminados, deben tener una longitud tal que aseguren un adecuado anclaje

**ASEGÚRESE:** en ningún caso la longitud del perno debe ser menor de 75 centímetros

- Los pernos de techo que proporcionan soporte al techo inmediatamente por suspensión se convierten en un estrato fuerte superior, éstos deben tener una longitud que permita un anclaje no menor de 30 centímetros en el estrato resistente
- Las platinas de apoyo usadas directamente en el techo de la mina deben ser de 15 centímetros de lado o el área equivalente. En casos en que el techo sea firme y no sea susceptible de cedencia, las platinas de apoyo pueden ser de 12 centímetros de lado o el área equivalente
- Cuando se utilice madera, cuñas de madera, travesaños entre la platina y el techo como apoyo adicional, el uso deberá limitarse a aperturas de corta vida, que no excedan de 3 años
- Las platinas de soporte usadas conjuntamente con madera, no deben ser menores de 10 centímetros de lado a su área equivalente
- Cuando se use pernos de resina, tanto la resina como la platina de soporte deben ser suficientes para cargar por encima del punto de cedencia del perno de roca



### a. Prácticas de Instalación

- La parte final del perno debe ser fácilmente identificable a la vista, y el diámetro debe tener una tolerancia de más de 1 milímetro por debajo del diámetro de la perforación recomendada por el fabricante para el anclaje.
- Los rangos de torques especificados deben ser capaces de proporcionar una carga de más o menos 1.000 libras del 50 por ciento del punto de cedencia del perno a ser usado o de la capacidad de anclaje del estrato resistente, cualquiera de los dos que sea más bajo.

**ASEGÚRESE:** en ningún caso podrán aplicarse torques que proporcionen cargas que excedan al punto de cedencia del perno o de la capacidad de anclaje. La relación para determinar la carga del perno para el torque aplicado es la siguiente:

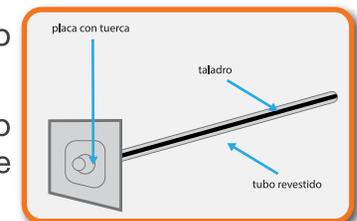
- Pernos de roca tipo expansión en cuello de cono. Perno de 5/8 de pulgada: 30 libras de carga por libra-pie de torque
- Pernos de roca tipo expansión, estacar sin resina. Perno de 5/8 de pulgada: 50 libras de carga por libra-pie de torque
- Perno de 3/4 de pulgada: 40 libras de carga por libra-pie de torque
- Pernos de roca tipo expansión con resina. Perno de 5/8 de pulgada: 60 libras de carga por libra-pie de torque
- Perno de 3/4 de pulgada: 60 libras de carga por libra-pie de torque

**RECUERDE:** cada máquina pernadora debe mantener el torque calibrado y una persona calificada para medir las torques, quien deberá chequear al menos el 25% de los pernos inmediatamente después de que el sitio de trabajo ha sido totalmente empernado para hacer los ajustes necesarios. Si efectuados los ajustes de los torques requeridos no se alcanzan, es necesario colocar soporte adicional.

- Deben usarse dispositivos para compensar el ángulo cuando los pernos se instalan en ángulos mayores de 5 grados de la perpendicular a la línea de pernado

### b. Patrón de Pernado

- El espaciamiento entre pernos longitudinal o transversalmente no debe exceder de 1.5 metros
- Los pernos deben instalarse lo más cerrado posible, pero no menos de 15 metros de los costados, ni de la cara antes de iniciar el corte



- Las bóvedas no deberán exceder los 6 metros de ancho en los casos en que los pernos de roca son el único medio de sostenimiento
- Los pernos pueden ser de anclaje puntual o de anclaje repartido. En el primer caso los pernos se sujetan en el fondo de la perforación mediante cabezas expansibles o cemento o resina. En el segundo caso pueden ser pernos de fricción, pernos con inyecciones de cemento o inyecciones de resinas a lo largo de todo el perno

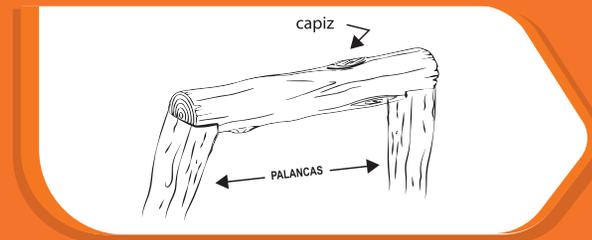
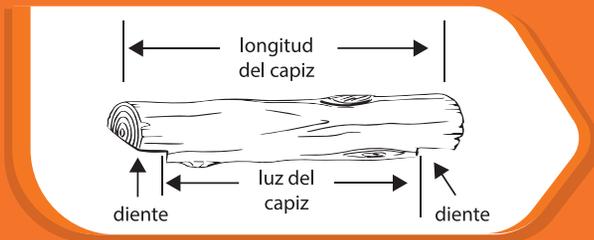
Los pernos con anclajes expansivos son elementos comunes en el sostenimiento de terrenos estabilizadores de fricción, pernos deformados cementados con resina o cemento y los cables de acero son otros tipos de elementos utilizados. En la selección de los elementos para el sostenimiento es muy importante tener en conocimiento las funciones y las resistencias de cada elemento.

También tenga en cuenta la altura de las labores, el tipo de roca y su clasificación, el tipo de maquinaria disponible, el tiempo de vida útil de la labor, etc.

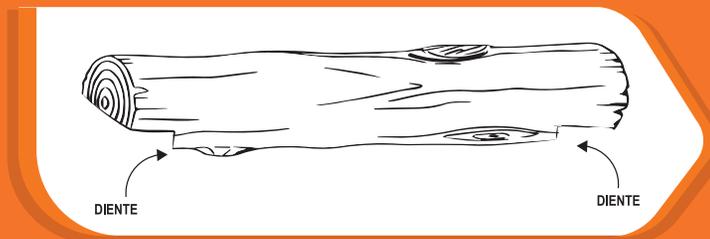
### 3.4. Descripción del sostenimiento por puerta alemana

Es un conjunto de tres maderas rollizas que una vez armadas, forman un trapecio junto con el piso donde se colocan. Sus partes son: un capiz, dos palancas, tiples, cuñas y forro.

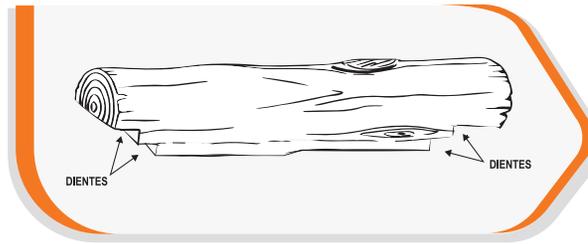
**El Capiz:** es una madera rolliza que se coloca horizontalmente en la parte alta de la puerta.



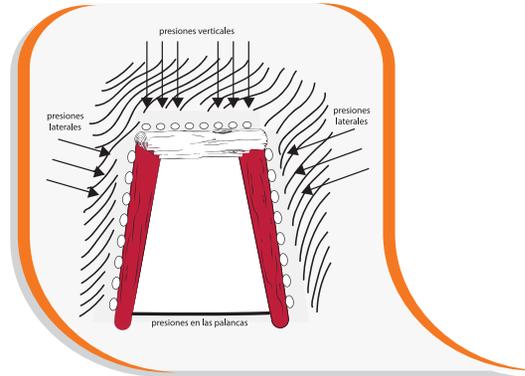
**Tipos de Capiz:** se diferencian por el tipo de corte que se les hace en los extremos.



Capiz de doble diente o doble patilla.

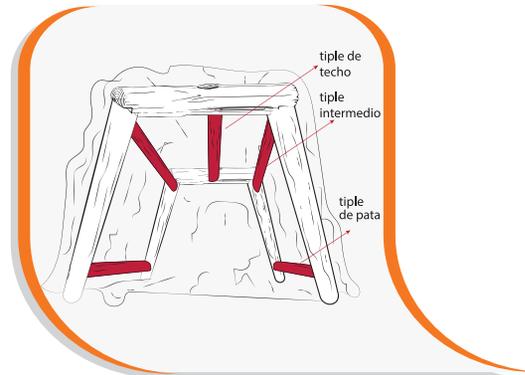


**Las palancas:** son maderas rollizas que sostienen el capiz de la puerta. Se unen al capiz mediante el plato de palanca y el extremo delgado lleva punta aguzada, las palancas soportan las presiones verticales y laterales de las rocas.



**Tiples:** madera que se coloca entre las puertas, para evitar que la puerta se incline hacia adelante o hacia atrás.

- Llevan la misma dirección de la vía y van perpendicularmente a las puertas
- La puerta lleva cinco triples: dos (2) triples de pata, dos (2) triples intermedios y un (1) tiple de techo
- Los cortes del tiple se hacen en boca-pescado
- El grosor del tiple es aproximadamente de 12 cms



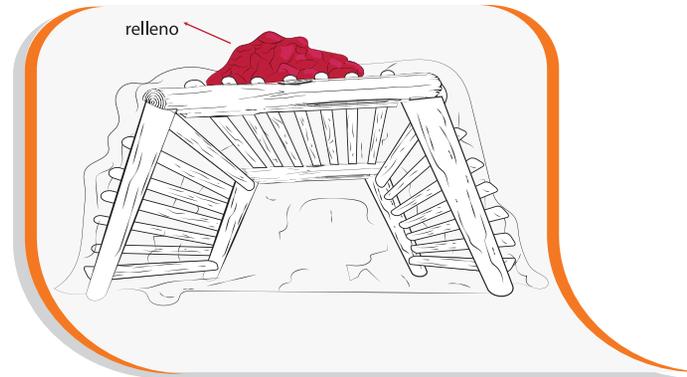
**Acuñamiento:** en el desarrollo de una galería quedan al descubierto grietas, algunas preexistentes, otras como el resultado de las voladuras o de la descomposición de la roca producto del aire o el oxígeno, cuando ha pasado un tiempo. La acción de derribar el material que queda inestable y la colocación de trozos de madera que se colocan entre la puerta y la roca para ajustarla, se denomina acuñamiento.





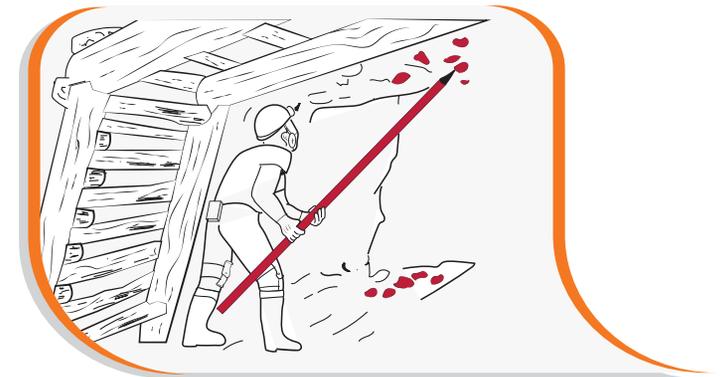
La herramienta básica para el acuíñamiento es la barretilla de seguridad. Es una herramienta de material liviano (fierro o aluminio), firme y rígido; sus extremos son de acero, uno en punta y otro en forma de paleta, su longitud depende de la sección de la galería.

El atizado está constituido generalmente por maderas delgadas de longitud mayor a la distancia de separación entre dos puertas, de tal manera que sostienen provisionalmente los techos en sitios de derrumbe, mientras se instala la siguiente puerta o arco de entibación.



### 3.4.1 Operaciones para la construcción y parada de la puerta alemana

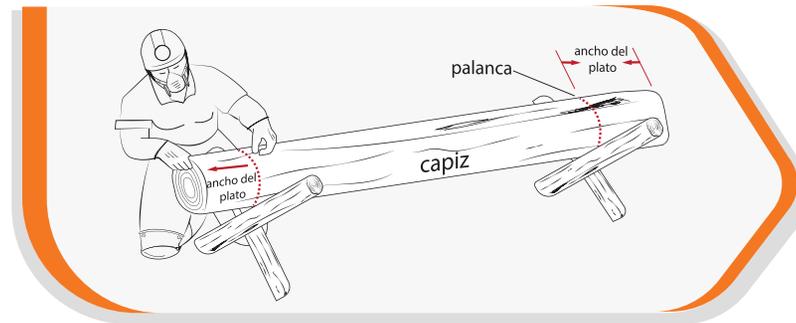
**a. Desbombar el frente:** colóquese en un sitio donde haya sostenimiento. Coja una varilla de 2 mts. con ambas manos y golpee las rocas sueltas del techo.



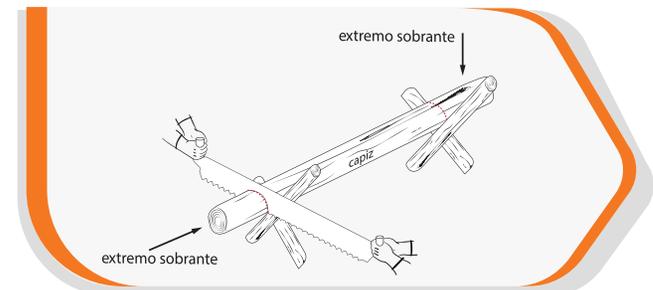
**b. Cortar puerta:** si recibe en plano o gráfico de la puerta, corte las palancas en las dimensiones dadas. Si no recibe ningún plano, proceda así:

## 1. Cortar el capiz:

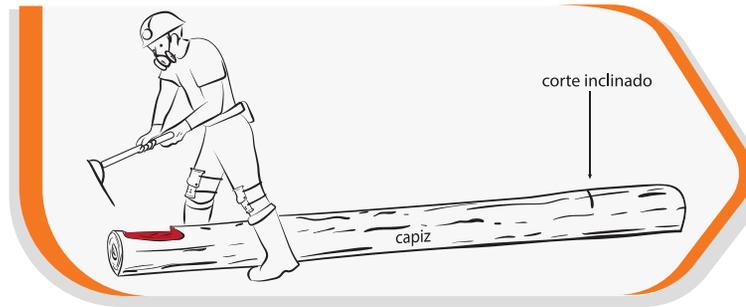
- Tome las dimensiones de la vía en el sitio donde va a colocar la puerta
- Seleccione tres maderas en el mejor estado posible.  
Con las dimensiones obtenidas, marque la longitud total del capiz y corte los extremos (esos extremos se dejan cuando la madera está rajada, en caso contrario hay que medir y partir del extremo más grueso) sobrantes
- Los cortes van perpendiculares al eje de la madera
- Marque los 2 platos del capiz de acuerdo con el diámetro de las maderas que utilizará como palancas descontando 2,5 cms del ancho de la plantilla



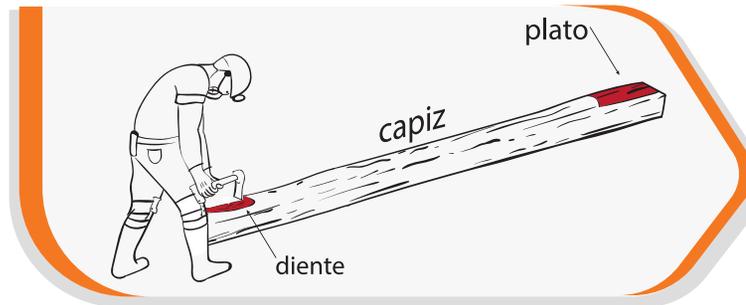
- Haga un corte inclinado en cada marca hacia el centro de la madera con una profundidad un poco mayor al ancho de la plantilla



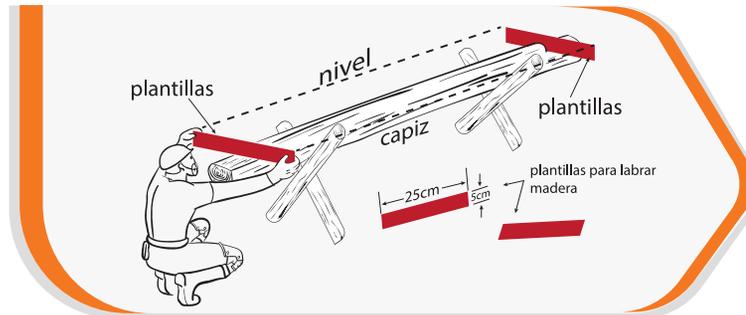
Desbaste con la azuela hacia el corte inclinado hasta dejar una superficie plana. Éste será el plato del capiz.



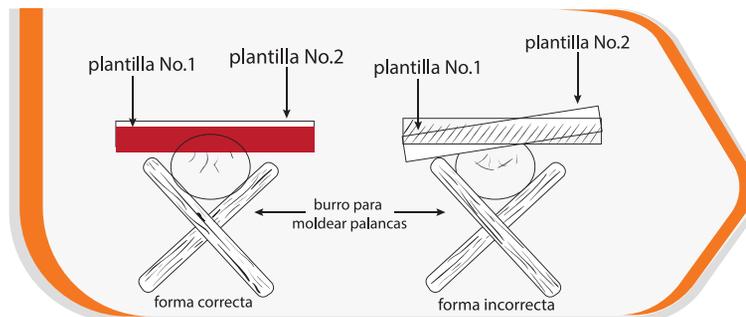
Desbaste un poco el diente del capiz para que ensamble (hacer coincidir las superficies planas) bien en el diente de la palanca.



**Acodar el capiz:** consiste en colocar una plantilla en cada plato del capiz y observar que estén al mismo nivel horizontal.



Colóquese detrás de la plantilla No. 1 y observe hacia la plantilla No. 2. Al observar se pueden presentar las siguientes posiciones de las plantillas:





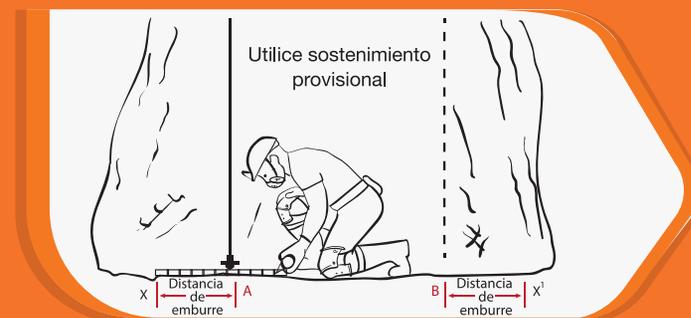
## 2. Hacer coces:

Con un metro o cinta un poco más corto que la altura de la vía, señale en el piso los puntos A y B.



Utilice sostenimiento provisional

- Observando la norma de dar 15 cms. de emburre por cada metro de altura de la vía, a partir de los puntos A y B marque los puntos de localización de las coces X y X<sup>1</sup>.

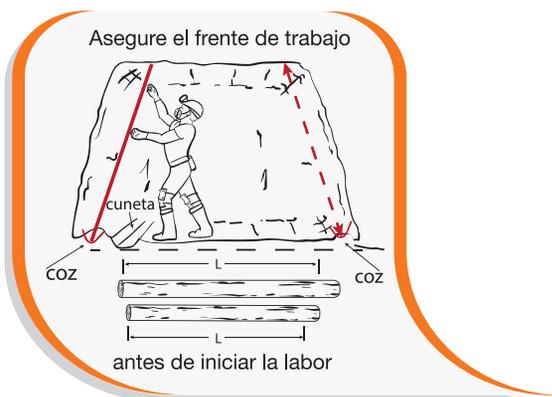


- Marque los sitios para las coces.  
A partir de cada una de las palancas de la puerta anterior mida dos distancias iguales a lado y lado de la vía.  
Esta distancia será la separación entre puertas.  
La medida de la separación entre puertas se la da su supervisor. La medida dependerá del tipo de roca y de las presiones que ejerzan sobre la vía. Las coces de la puerta deben quedar alineadas.

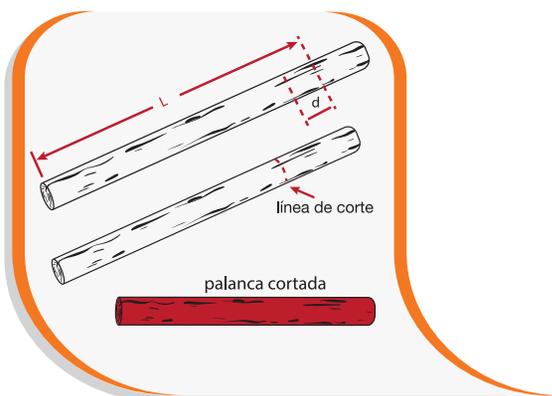


### 3. Cortar Palancas:

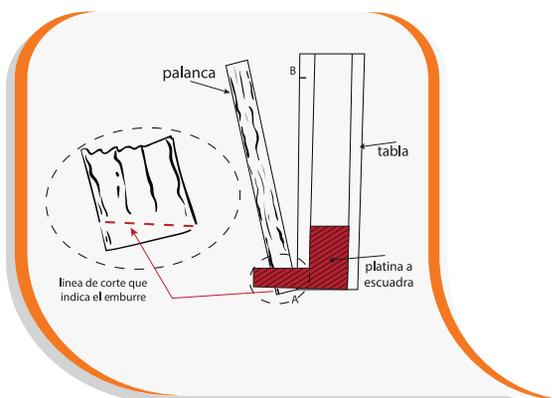
Tome las medidas de las palancas desde el fondo de la coza hasta el techo y señale estas medidas en las maderas escogidas como palancas a partir del extremo más grueso



- A las longitudes L e l marcadas en las dos maderas, descuente en la parte más delgada, a partir del punto señalado, una distancia igual al diámetro de la madera que se escogió para capiz y corte las dos palancas

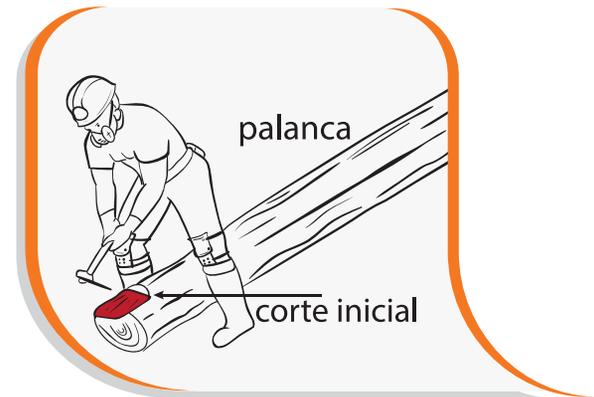


- Con una platina o escuadra y a 90 grados con relación a la tabla, marque en la palanca, la inclinación para el corte correspondiente al emburre y corte las palancas según dimensiones de la plantilla. Las líneas de corte trazadas deben completarse amarrando una piola alrededor de la madera y marcando con tiza





- Desbaste con la azuela hacia el corte inicial hasta dejar una superficie plana



- En el extremo delgado de la palanca haga un corte perpendicular al eje de la madera para quitar la parte sobrante y aguce la palanca en el extremo que acaba de cortar



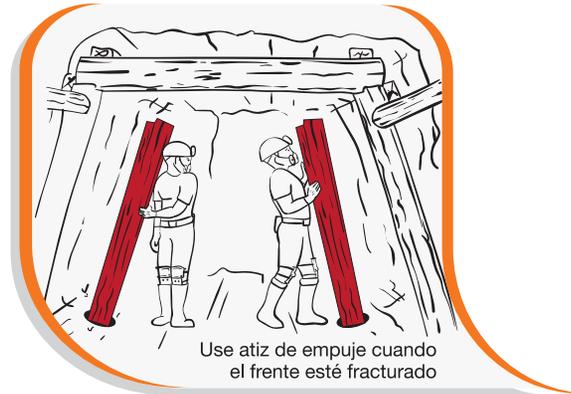
- 4. Parar palancas:** introduzca el extremo delgado de la palanca larga en la coza más profunda



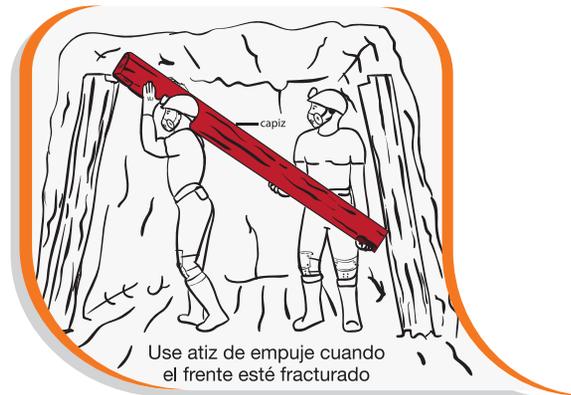
- Cuadre la palanca con el diente hacia el centro de la vía. Pise con roca la coz para sostener la palanca provisionalmente



- Pare la otra palanca. Pise con roca la coz para sostenerla provisionalmente y use atiz de empuje



5. **Subir el capiz:** levante el capiz colocando uno de los extremos sobre el extremo de una de las palancas



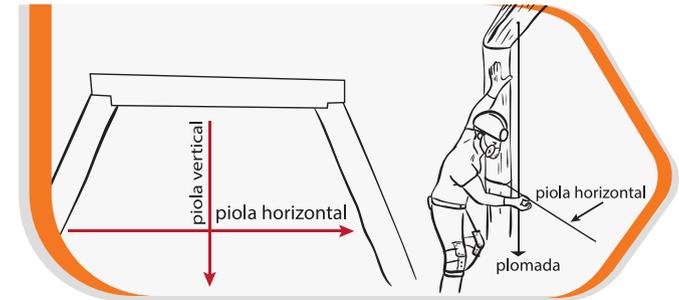


- Lleve el otro extremo hasta colocarlo sobre la otra palanca. Las superficies de los platos de las palancas y los cápices deben quedar en contacto total. De lo contrario, arregle desbastando con la azuela

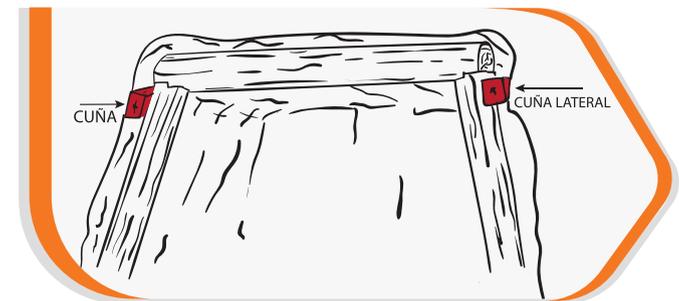


- **Palomar la puerta**

Para palomar la puerta amarre una piola horizontal a las palancas y partiendo del centro de éstas. Si la puerta no está plomada inclínela hacia adelante o hacia atrás hasta rozar las piolas



- Para estabilizar la puerta, ajuste con dos cuñas laterales los extremos de las palancas



- Ajuste con dos cuñas de techo los extremos del capiz



## 6. Colocar tiples a la puerta

La puerta llevará cinco tiples:

Un tiple de techo

Dos tiples intermedios

Dos tiples de pata

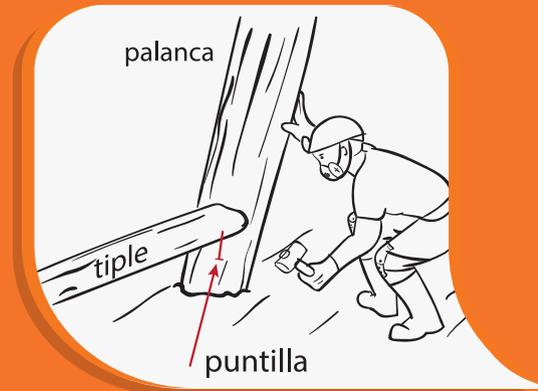


- Mida distancias perpendiculares a la puerta, en los sitios a colocar tiples. Corte en boca-pescado en ambos extremos, cinco maderas con las medidas tomadas.

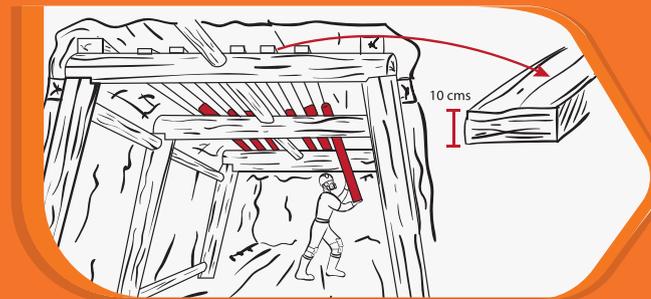
Grosor del tiple: aproximadamente 12 cms.

¿Cómo se colocan los tiples?

Deben ir en dirección de la vía, ajustando la boca de pescado a las palancas

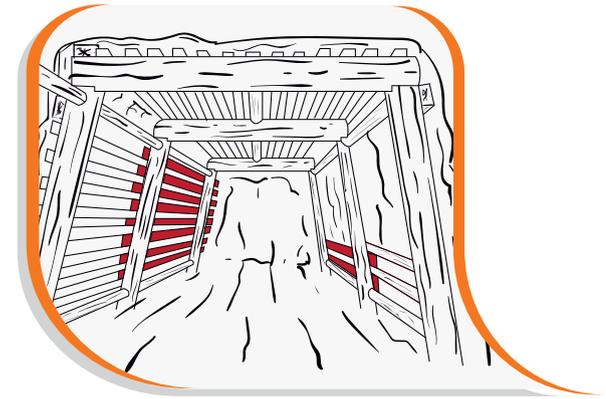


- 7. Forrar la puerta: corte maderas de grosor aproximadamente de 10 cms. y longitud mayor a la separación entre puertas. Forre el techo





- Forre las paredes de la vía



### 3.4.2 Control de los riesgos

#### 3.4.2.1 Recomendaciones generales para la instalación de sostenimiento

- El área mínima de una excavación minera debe ser de tres (3) metros cuadrados y una altura libre mínima de uno punto ochenta (1.80) metros
  - Mantenga en condiciones de máxima seguridad todos los techos, paredes y pisos de las labores subterráneas
  - El explotador minero es responsable de suministrar todos los materiales para un buen sostenimiento
  - Cuando se requiera la colocación de elementos de soporte, éstos deben colocarse y efectuarse sin demora
- Cuando exista un desprendimiento de techo o de los hastiales, rompa o inutilice el sostenimiento en un lugar por donde el personal deba pasar o trabajar, el supervisor debe tomar medidas para el afianzamiento y cambio de los elementos de sostenimiento
- La madera que haya sido deteriorada por la humedad debe ser reemplazada. Los trozos de madera y material retirados de un trabajo de refuerzo deben ser transportados fuera de la mina al final del turno
- Antes de colocar el sostenimiento, se debe reconocer el contorno de la galería tanteando con una barra adecuada y liberando las rocas sueltas
- La distancia entre puertas dependerá de las condiciones del terreno, del perfil del acero utilizado y/o del tipo y diámetro de madera
- Todos los elementos de sostenimiento deben instalarse en condiciones de acoplamiento, empotramiento y revestimiento, de manera tal que garanticen estabilidad al sostenimiento
- Todos los puntales que formen parte de un sistema de sostenimiento deben descansar sobre cimientos apropiados o en piso firme y sólido



- Ningún puntal debe instalarse bajo techos susceptibles de deslizamiento a techos con disturbios sin un capiz de madera o tablones y travesaños entre la palanca y el techo
- No deben existir vacíos entre el sostenimiento y el terreno. En caso de presentarse vacíos se deben colocar tacos al respaldo de las palancas y rellenar el vacío (acuñamiento)
- La madera, los tablones o piezas metálicas usadas como orillos entre el techo y los travesaños de madera, requieren espaciarse de tal forma que la carga sobre los soportes quede uniformemente distribuida
- En zonas de derrumbe o roca suelta, la superficie de la excavación deben forrarse completamente
- Los elementos de fortificación tienen que asegurarse mediante tiples al elemento de sostenimiento contiguo
- Deben usarse cápices o bloques de madera entre las palancas levantadas con gatos hidráulicos y el techo
- No ofrece seguridad en el mantenimiento de las excavaciones mineras economizar material para la protección de las vías bajo tierra

# 4. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA GUÍA

A continuación se brinda un espacio de autoconocimiento sobre lo aprendido en la guía, por favor tenga cuidado al responder porque de ello dependen las vidas de los trabajadores a su cargo

**Seleccione la respuesta correcta**

## 1. ¿Defina qué es puerta alemana?

- a. Puerta de madera que sirve para dividir espacios
- b. Estructura de madera que permite sostener espacios vacíos
- c. Es un conjunto de tres maderas rollizas que una vez armadas, forman un trapecio junto con el piso donde se colocan. Sus partes son: un capiz, dos palancas, tiples, cuñas y forro
- d. Puerta de madera que se utiliza en explotación

## 2. ¿Para qué se utiliza el sostenimiento?

- a. Sostenimiento que se deja en la mina sin ningún control
- b. Se usa para rocas de gran resistencia donde la competencia de la roca permite que las presiones no alteren el espacio abierto y por tal razón el techo y el piso son competentes y se autosostienen
- c. Se utiliza para formar espacios abiertos grandes
- d. En la mina se utiliza en sectores donde hay altas presiones

## 3. ¿Qué significa identificar los peligros al colocar el sostenimiento de la mina?

- a. Acto de identificación de peligros cuando se está haciendo la labor de sostenimiento
- b. Acto de revisar a los compañeros sobre la labor realizada
- c. Revisión de los frentes de trabajo identificando peligros para que no ocurran accidentes de trabajo
- d. Acto de identificación de los peligros que se presentan en la mina

**4. ¿Cómo trabaja en forma segura cuando coloca el sostenimiento de la mina?**

- a. Desabombando, revisando el techo, ayudándole a los compañeros en la labor de sostenimiento
- b. Criticando a los compañeros sobre los actos inseguros que practican
- c. Realizando actos inseguros para provocar accidentes
- d. Verificando que todas las condiciones de la mina se encuentren bien

**5. ¿Qué son pernos de anclaje?**

- a. Varillas corrugadas
- b. Sistema de sostenimiento que utiliza varillas, mallas y tornillos para sostener los techos de la mina
- c. Son varillas que se clavan en los techos de las minas
- d. Son equipos especiales que sostienen las minas



| PREGUNTA | a | b | c | d |
|----------|---|---|---|---|
| 1        |   |   |   |   |
| 2        |   |   |   |   |
| 3        |   |   |   |   |
| 4        |   |   |   |   |
| 5        |   |   |   |   |

**“Si contestó adecuadamente, felicitaciones,  
la vida de sus trabajadores está segura”**

# 5. BIBLIOGRAFÍA



**Decreto 1072 de 2015.** Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo

**Decreto 1886 de 2015.** Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas

**Ley 685 de 2001,** conocida como Código de Minas; cuyo objetivo es fomentar la exploración técnica, la explotación racional y armónica de los recursos mineros

**Decreto 35 de 1994.** Disposiciones en materia de seguridad minera medidas y procedimiento de aplicación

**Decreto 1335 de 1987.** Reglamento de Seguridad para Labores Bajo Tierra. Bogotá, 1987

**Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA.** Centro Nacional Minero Morca, cartillas de Sostenimiento de Minas Sogamoso, 1985

**Santiago P.** Guía metodológica de seguridad para sistemas de fortificación y acuñadura, Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago de Chile, 2010

**Unimsalud.** Elaboración preliminar de la guía en el año 2012

# AGRADECIMIENTOS

Sena  
Ministerio de Minas  
Ministerio del Trabajo  
Agencia Nacional de Minería



VILLALBA A.D.O. SUPERINTENDENCIA ENANCIERA DE COLOMBIA



# POSITIVA

COMPAÑIA DE SEGUROS

 GOBIERNO DE COLOMBIA

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

ISBN: 978-958-59166-7-8



[WWW.POSITIVA.GOV.CO](http://WWW.POSITIVA.GOV.CO)



Positiva prevención