



**PROTECCION LABORAL
SEGURO**



**MINISTERIO DE MINAS
Y
ENERGIA**



**SERVICIO NACIONAL
DE
APRENDIZAJE**



**ECOCARBON
LTDA.**



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y
TECNOLOGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE MINAS**



**SECRETARIA
DE MINAS
BOYACA**

N o r m a

Sobre Procedimientos de Sostenimiento en las Excavaciones Mineras



**REPUBLICA DE COLOMBIA
PROGRAMA DE DIVULGACION Y CAPACITACION
EN SALUD OCUPACIONAL MINERA**

**Proyectos Especiales
ARP - ISS**



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
Dirección General de Minas

Norma

Sobre Procedimientos de
Sostenimiento en las Excavaciones
Mineras

SANTAFE DE BOGOTA, D. C.



**PROTECCION LABORAL
SEGURO**

Instituto de Seguros Sociales

Dr. Antonio Yepes Parra
Presidente

Vicepresidencia de Protección de Riesgos Laborales - ISS

Dr. Javier Parga Coca
Vicepresidente PRL

Proyectos Especiales

Dra. Vianney Motavita García
Dr. Leonardo Briceño Ayala
Dr. Luis Fernando García

Proyecto Riesgos Profesionales
SECTOR DE LA MINERIA

Dr. Luis Francisco Castillo
Coordinador

Ing. Jairo A. Tristancho



Comité de Salud Ocupacional Minero

Instituto de Seguros Sociales — ISS

Md. Luis Francisco Castillo
Md. Javier Parga Coca

Ministerio de Minas y Energía

Ing. Manuel Acevedo

Servicio Nacional de Aprendizaje — SENA

Ing. Juan Agudelo

**Empresa Colombiana de Carbón Ltda.
ECOCARBON**

Ing. Luis Ariel Albarracín
Ing. Franklin Alarcón

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
UPTC**

ESCUELA DE MINAS

Ing. Guillermo Jarro Tobo
Ing. Alejandro Fonseca

Secretaría de Minas Departamento de Boyacá

Ing. Orlando Velandia

PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES MINERAS

Presentación

El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, expidieron el Decreto N° 1335 del 15 de julio de 1987, con el propósito de reglamentar la seguridad en las labores subterráneas, el cual se ha venido aplicando en el territorio nacional.

El citado Decreto establece que el Ministerio de Minas y Energía debe elaborar las correspondientes normas complementarias al mismo. En ese sentido se aunaron esfuerzos tanto de las empresas del sector oficial como del sector privado, para obtener documentos que sirvan de guía a empresarios y trabajadores mineros para el desarrollo de la actividad extractiva en todas las regiones del país.

Por lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía en concordancia con lo contemplado en el parágrafo del Artículo 52 del Decreto N° 1335 de 1987, expidió la norma correspondiente a los requerimientos técnicos para el sostenimiento de las excavaciones mineras, que en las páginas siguientes se describe.

El mejoramiento de los procedimientos va siempre respaldado de una amplia divulgación de las correspondientes normas de carácter técnico, tarea en la cual está empeñado el actual Gobierno.

Deseo que el presente documento, redunde en beneficio de todo el sector minero en el territorio nacional.

Cordial saludo,

JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO
Ministro de Minas y Energía.

PROCEDIMIENTOS DE SOSTENIMIENTO EN LAS EXCAVACIONES MINERAS

1. OBJETO

Esta norma tiene como objeto complementar lo establecido en el Título IV del Decreto N° 1335 de 1987, reglamentario de la seguridad en las labores subterráneas.

2. PROGRAMA DE CONTROL Y SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES SUBTERRANEAS

2.1 Cada Titular de derecho minero o propietario de la mina, debe elaborar y llevar con continuidad un programa básico para proporcionar un sistema de sostenimiento de techos en la mina y los medios y medidas necesarias para acompañar dicho sistema.

2.2 El techo y los hastiales de todas las vías subterráneas, vías de transporte y todos los sitios de trabajo activos deben ser fortificados o de otro modo deben ser controlados adecuadamente para proteger a las personas de la caída de roca de los techos y costados.

3. REQUERIMIENTOS DEL PROGRAMA DE CONTROL Y SOSTENIMIENTO DE EXCAVACIONES SUBTERRANEAS

3.1 El programa adoptado debe incluir: la clase de sostenimiento a emplear, proporcionar 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.

3.2 Una copia del programa debe estar disponible para los mineros, siendo responsabilidad de éstos y del personal de supervisión examinar y comprobar el estado del techo, los hastiales y sostenimiento, con tanta frecuencia como sea necesario para garantizar la seguridad.

4. REQUERIMIENTOS GENERALES DE UN SISTEMA DE SOSTENIMIENTO

4.1 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.

4.2 El sistema de sostenimiento debe incluir la siguiente información:

4.2.1 Descripción de la secuencia de avance y de la instalación de sostenimiento temporal.

4.2.2 Dibujos, esquemas y secciones que permitan a las personas que deban aplicarlo, comprenderlo fácilmente. Estos deben acompañarse con una leyenda explicativa de los símbolos usados.

4.2.3 Listado de todos los materiales de sostenimiento empleados.

4.2.4 Listado de las herramientas y demás implementos necesarios.

5. ELEMENTOS EMPLEADOS EN EL SOSTENIMIENTO CONVENCIONAL

5.1 Un medio de sostenimiento convencional es aquel en el que se emplean como material de sostenimiento las palancas de madera, palancas metálicas, palancas de fricción y palancas hidráulicas.

5.2 En un sistema en el cual las palancas y las vigas son instaladas como único medio de sostenimiento en el ciclo minero normal se debe considerar lo siguiente:

5.2.1 Especificaciones de los elementos de entibación:

5.2.1.1 Las palancas de madera deben ser sólidas, rectas y libres de defectos que puedan afectar su resistencia.

5.2.1.2 La relación entre la longitud y el diámetro de una palanca de madera redonda no debe ser menor de 15 cm. En ningún caso el diámetro debe ser menor de 10 cm..

5.2.1.3 Las cuñas de la cabeza y la zapata de las palancas deben ser bloques de madera de lados planos y paralelos y con no menos de 5 centímetros de espesor, 10 centímetros de ancho y 30 centímetros de longitud.

5.2.1.4 Los travesaños y tabloncillos deben ser rectos y de madera sólida. Los travesaños deben tener una sección cruzada mínima de 155 centímetros cuadrados y el espesor mínimo debe ser 8 centímetros. Los tabloncillos deben tener una sección cruzada de 52 centímetros cuadrados y 3 centímetros de espesor como mínimo.

5.2.1.5 El material de las canastas debe ser de madera de lados planos y paralelos. En ningún caso una canasta debe tener menos de 75 centímetros de lado.

5.2.2 Instalación de elementos:

5.2.2.1 Todos los elementos de sostenimiento deben instalarse en condiciones de acoplamiento, empotramiento y revestimiento, de manera tal que garanticen estabilidad al sostenimiento.

5.2.2.2 Todos los puntales que formen parte de un sistema de sostenimiento deben descansar sobre cimientos apropiados o en piso firme y sólido.

5.2.2.3 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.

5.2.2.4 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.

5.2.2.5 La madera, los tablones o piezas metálicas usadas como orillos entre el techo y los travesaños de madera deben espaciarse de tal forma que la carga sobre los soportes quede uniformemente distribuida.

5.2.2.6 En zonas de derrumbe o roca suelta, la superficie de la excavación debe forrarse completamente.

5.2.2.7 Los elementos de fortificación deben asegurarse mediante tiples al elemento de sostenimiento contiguo.

5.2.2.8 Deben usarse capices o bloques de madera entre las palancas levantadas con gatos hidráulicos y el techo.

5.2.2.9 Cuando se utilicen arcos metálicos como sistema de sostenimiento debe tenerse en cuenta :

- 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.

5.2.2.10 Cuando 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. Si las prescripciones anteriores no se pueden poner de inmediato en práctica, ninguna persona deberá atravesar el lugar.

5.2.2.11 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.

5.2.2.12 Un tajo en el que el sostenimiento no está bajo presión puede ser especialmente peligroso, y en estos casos debe preverse un golpe de carga periódico ocasionado por el rompimiento con retardo de los macizos rígidos del techo superior. El peligro de rompimiento súbito de la fortificación por un golpe de carga periódico debe minimizarse colocando canastas de madera rellenas, alineadas detrás del tajo y empleando eventualmente tiros de sacudida, que provoquen el golpe cuando no haya nadie en el frente.

5.2.2.13 Antes de que cualquier nuevo material de soporte, dispositivos o sistemas que vayan a ser usados como único medio de sostenimiento, su efectividad debe ser demostrada por instalación experimental.

5.2.3 Patrones del Sostenimiento Convencional

5.2.3.1 En las vías de la mina el espaciamiento entre los elementos de sostenimiento no debe exceder de 1.5 metros.

5.2.3.2 El ancho de las vías no debe exceder de 4 metros en tramos rectos y 4.8 metros en tramos curvos.

5.2.3.3 El soporte de techo debe ser instalado dentro de los 1.5 metros del frente o cara de corte. Sin embargo el sostenimiento cercano a la cara podrá ser removido para facilitar la operación del equipo si un sostenimiento temporal es instalado antes de removerlo.

5.2.3.4 Cuando una bóveda es más larga de lo necesario por requerimientos de almacenamiento de suministros o equipo, la entrada debe fortificarse a lo largo de las vías de transporte y el interior de la bóveda debe sostenerse por extensión de las líneas de puertas a través de la bóveda.

5.2.4 Las excavaciones subterráneas no deben exceder de 6 metros de ancho, cuando el techo esté sostenido solamente por medios convencionales.

6. CRITERIOS PARA EL SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE

6.1 En un sistema de sostenimiento en el cual los pernos de anclaje son el único medio de sostenimiento en el ciclo minero normal, deben considerarse los siguientes criterios:

6.1.1 El montaje de los pernos de anclaje debe cumplir con las siguientes especificaciones :

6.1.1.1 Los pernos de techo que proporcionan soporte por la creación de una viga de estratos laminados deben ser de una longitud tal que aseguren un adecuado anclaje, pero en ningún caso la longitud del perno debe ser menor de 75 centímetros.

6.1.1.2 Los pernos de techo que proporcionan soporte del techo inmediatamente por suspensión de un estrato fuerte superior, deben tener una longitud que permita un anclaje no menor de 30 centímetros en el estrato resistente.

6.1.1.3 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.

6.1.1.4 Cuando se utilice madera, cuñas de madera, bloques atizonadores o 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.

6.1.2 Prácticas de Instalación

6.1.2.1 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.

6.1.2.2 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. En ningún caso sin embargo, 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 estándar sin resina. Perno de 5/8 de pulgada: 50 libras de carga por libra-pie.
- 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.

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

6.1.2.4 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.

6.1.3 Patrón de Pernado

6.1.3.1 El espaciamiento entre pernos longitudinal o transversalmente no debe exceder de 1.5 metros.

6.1.3.2 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.

6.1.4 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.

7. CRITERIOS DE COMBINACION DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO

7.1 En un sistema de fortificación donde los pernos de roca y el sostenimiento convencional son usados en combinación, podrán aplicarse las siguientes modificaciones:

7.1.1 Algunos sitios avanzados más de 6 metros de ancho pueden ser soportados por un plan combinado de sostenimiento de techos.

7.1.2 Las vías deben limitarse a 4.8 metros de ancho tanto en tramos rectos como en tramos curvos, con un margen de 3 metros a la cara.

7.1.3 Una fila de palancas podría colocarse a 1.5 metros de espacio entre las palancas de la vía y los costados.

7.1.4 Como complemento al sistema normal de sostenimiento debe efectuarse un reconocimiento sobre el terreno de sitios especiales en los que condiciones adversas son encontradas. En tales casos podrían instalarse pernos adicionales o palancas de acuerdo con las condiciones del techo, pero en ningún caso el espaciamiento debe exceder de 1.2 metros, longitudinal y transversalmente. El refuerzo debe empezarse bajo techo seguro y continuar a lo largo del techo con condiciones adversas hasta después que el techo seguro sea nuevamente encontrado.

7.1.5 La distancia entre pernos no debe exceder de 2.4 metros a menos que material adicional como palancas de madera, vigas de madera, secciones metálicas o arcos de acero sean instalados en conjunción con los pernos. Los pernos instalados a más de 2.7 metros pero menos de 3.0 metros de separación deben ser complementados con palancas de madera de no menos de 7.5 centímetros de espesor por 20 centímetros de ancho, nunca deben instalarse pernos con más de 3.0 metros de espaciamiento.

7.1.6 La intersección de trabajos, de vías, o de cortes de pilares no debe iniciarse hasta que el sostenimiento adicional haya sido instalado. Cuando el techo sea solamente sostenido por pernos, el espaciamiento entre ellos puede reducirse a máximo 1.5 metros.

Las bóvedas en las que el sistema de sostenimiento combinado sea utilizado no deben exceder de 9 metros de ancho.

8. CRITERIOS PARA LA RECUPERACION DE PILARES

8.1 Una reducción en el tamaño del pilar durante una segunda explotación se considera recuperación del pilar. En la segunda explotación efectuada por recuperación de pilares en retirada son aplicables los siguientes criterios:

8.1.1 Durante las labores de desarrollo y preparación, la forma y el tamaño del pilar deben diseñarse de acuerdo con la cobertura, el espesor del manto y otras condiciones asociadas con el depósito. Pero en cualquier caso la menor dimensión de un pilar no debe ser inferior a 6 metros.

8.1.2 Los cortes en la recuperación de pilares por los métodos de "Corte y defensa" y "final abierto" no deben ser mayores de seis (6) metros de ancho.

8.1.3 Un mínimo de dos (2) filas de palancas de quiebre o su equivalente deben ser instaladas con espaciamiento no mayor de 1.2 metros, a través de cada apertura en el área del pilar, tales palancas deben ser instaladas antes de iniciar la recuperación de los pilares.

8.1.4 Una línea de palancas o su equivalente debe instalarse a no más de 1.2 metros de espaciamiento, dentro de los cortes del pilar, incluyendo cortes secundarios en orillas, alas o defensas.

8.1.5 El aumento del nivel principal de transporte no debe exceder de 4.2 metros. No menos de dos filas de palancas o su equivalente se deben colocar a cada lado de la vía con espaciamiento no mayor de 1.2 metros. Solamente una vía de transporte debe ser permitida.

8.1.6 Los siguientes criterios deben aplicarse al método “final abierto” de recuperación de pilares:

- Al menos dos (2) líneas de palancas de quiebre o su equivalente deben ser instaladas entre la iniciación del corte y el derrumbe, a no más de 1.2 metros de espaciamiento.
- Si el techo ha tenido tendencia a caerse deben instalarse canastas en adición a las palancas de la línea de quiebre entre el área activa y el área de desprendimiento. Las canastas deben colocarse a no menos de 2.4 metros de separación. Palancas hidráulicas de alto rendimiento colocadas en forma cerrada bastan para conseguir un soporte equivalente.

9. CRITERIOS PARA LA APLICACION DEL SOSTENIMIENTO TEMPORAL

9.1 En áreas donde se requiera sostenimiento artificial permanente, debe utilizarse sostenimiento temporal hasta que la fortificación permanente sea instalada.

9.2 Los siguientes criterios deben aplicarse:

9.2.1 Solamente a aquellas personas comprometidas con la instalación del sostenimiento temporal se les debe permitir proceder hasta que éste sea instalado.

9.2.2 Un mínimo de dos fortificaciones temporales deben colocarse a no más de 1.5 metros de separación entre el frente y el soporte permanente, cuando se esté realizando trabajos entre la cara y la fortificación permanente.

9.2.3 A ninguna persona se le debe permitir proceder más allá de donde haya sostenimiento temporal en ninguna dirección.

9.2.4 Durante la rehabilitación de trabajos como: repernado, instalación de travesaños o de otro sostenimiento permanente, desbombe del techo malo y limpieza de fallas de techo, debe colocarse sostenimiento temporal.

9.2.5 Cuando el trabajo de repernado se está haciendo o se están instalando travesaños, al menos dos filas de sostenimiento temporal deben ser instaladas cruzando el sitio a no más de 1.5 metros de espaciamiento; de igual forma debe procederse cuando se efectúen trabajos de desarrollo antes de la colocación del sostenimiento permanente.

9.2.6 Las herramientas usadas en el desabombe del techo dañado, deben ser de un diseño tal que permita a los trabajadores realizar sus labores en posición segura, sin exposición a la falla del material.

Cuando el material dañado ha sido desabombado un mínimo de dos fortificaciones temporales deben colocarse a no más de 1.5 metros de separación.

9.2.7 Cuando una falla de techo ha ocurrido, un mínimo de 4 sostenimientos temporales deben ponerse antes de empezar cualquier trabajo en rededor del área afectada. Este sostenimiento debe colocarse de tal forma que proporcione protección para las personas que se encuentren trabajando en el área.

10. CRITERIOS PARA LA RECUPERACION DEL SOSTENIMIENTO

10.1 Cualquier operador que intente recuperar soportes debe hacerlo con arreglo a un plan detallado para tal recuperación. El siguiente criterio debe aplicarse a los procedimientos de recuperación :

10.1.1 La recuperación podrá hacerse solamente bajo la dirección del supervisor de mina, capataz, asistente de mina o jefe de la sección.

10.1.2 Solamente mineros experimentados en este tipo de trabajos deben ser asignados a esta actividad.

10.1.3 La persona que supervise el trabajo de recuperación debe hacer un cuidadoso examen y evaluación del techo y señalar cuál sostenimiento será recuperado y cuál no.

10.1.4 El sostenimiento no debe ser recuperado en los siguientes casos:

- Cuando se presenten fracturas de techo o haya indicios de que el techo ha sido estructuralmente quebrado.
- Cuando se haya efectuado una segunda explotación o recuperación de pilares.
- Cuando los medidores de torque de los pernos o la observación visual del sostenimiento convencional indican carga excesiva.
- Los pernos no deben recuperarse cuando se ha efectuado extracción completa del pilar.

10.1.5 El sostenimiento temporal debe colocarse tan cerrado como práctico de acuerdo con el sostenimiento a ser recuperado.

10.1.6 Las entradas a las áreas en las cuales el sostenimiento ha sido recuperado, deben ser selladas y marcadas con señales de peligro. Si el trabajo de recuperación se ha terminado o es suspendido por 3 o más días, las áreas deben ser selladas.

10.1.7 A nadie se le puede permitir entrar a una área en la cual se haya recuperado el sostenimiento.