



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Diploma de Especialización Internacional

# SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO

CICLO REGULAR

MÓDULO  
VII



Mg. Ing. Jorge Arzapalo Barrera

TRABAJOS CON  
EXPLOSIVOS

CLASE 03



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



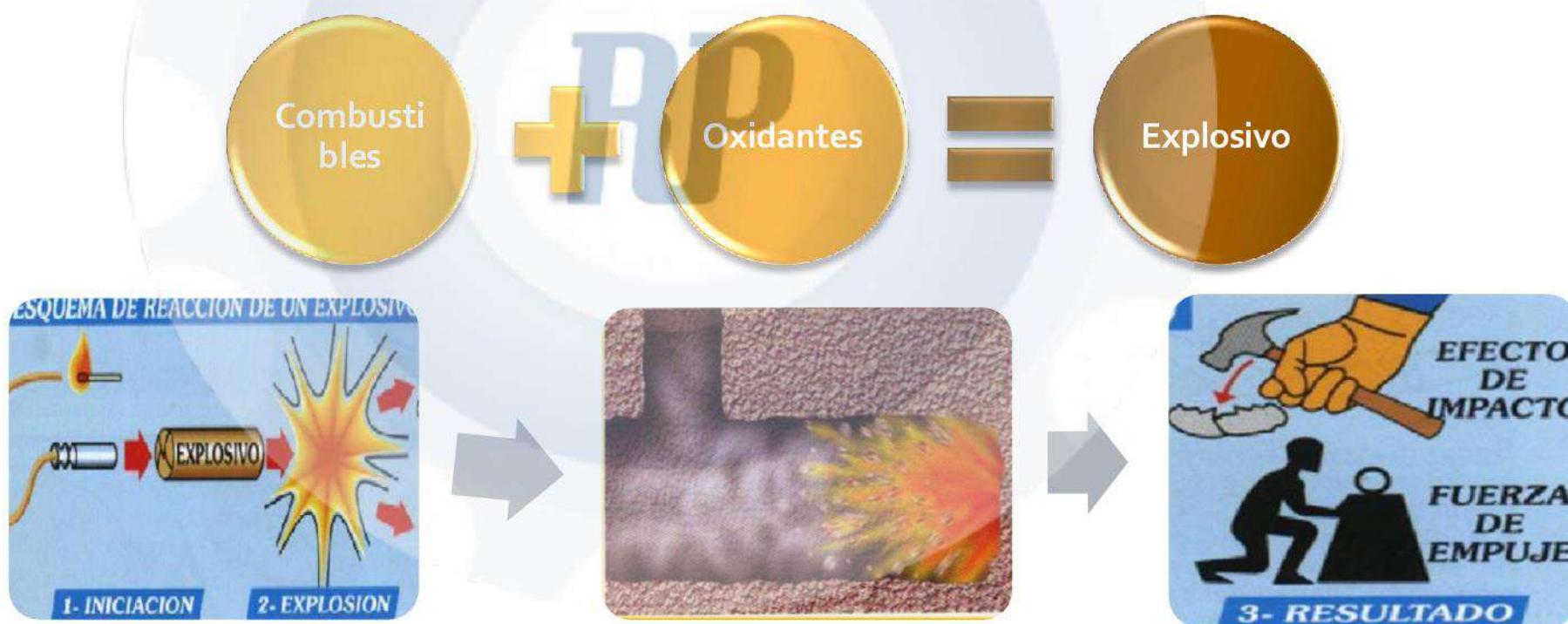
ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

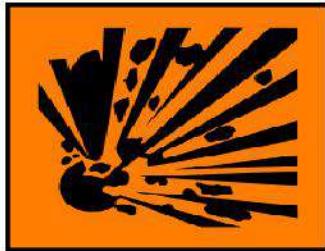
## EXPLOSIVOS

Sustancias químicas que **en condiciones normales de temperatura y presión son inocuas**, pero que por medio de un iniciador pasan violentamente al estado gaseoso, produciendo un gran aumento de volumen, alta temperatura y presión.





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



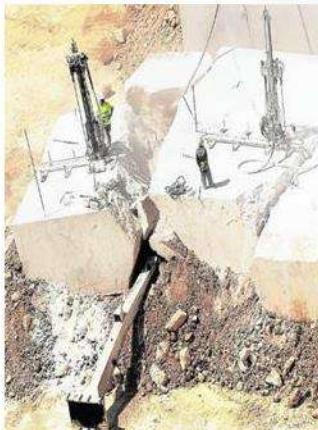
## EXPLOSIVOS QUÍMICOS



Régimen de Velocidad

### DEFLAGRANTES

< 2.000 m/s



### DETONANTES

(2.000-7.500) m/s



Sensibilidad al Iniciado



Sensibles al detonador

No Sensibles al detonador



NUCLEARES



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



EXPLOSIVOS  
QUÍMICOS

APLICACIÓN

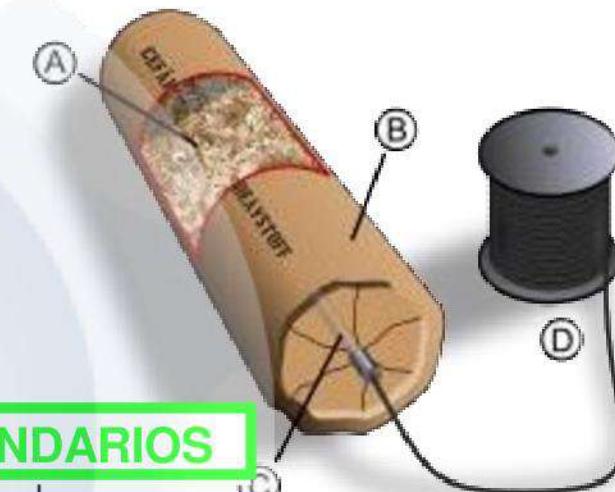
RP

PRIMARIOS

Alta Energía  
Alta  
Sensibilidad

SECUNDARIOS

Menos  
Sensibles  
Mayor Trabajo  
ÚTIL



Iniciadores

Rompedores

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPLOSIVOS





# FACTORES DE RIESGOS EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



**COMPRESIÓN**



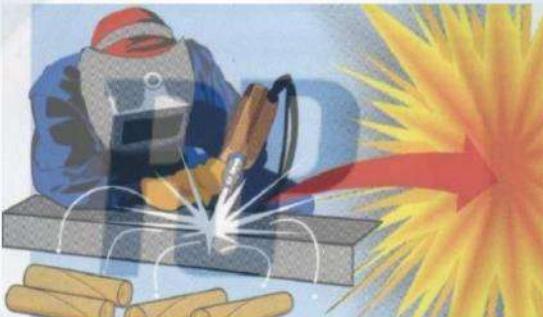
**GOLPE O IMPACTO**



**FUEGO/LLAMA ABIERTA**



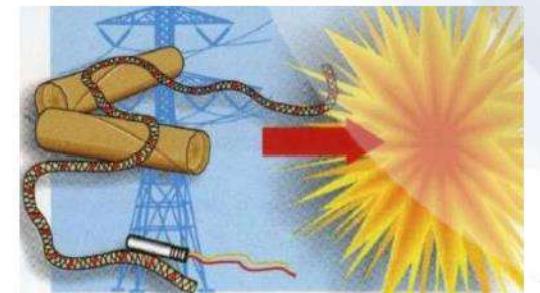
**CALOR**



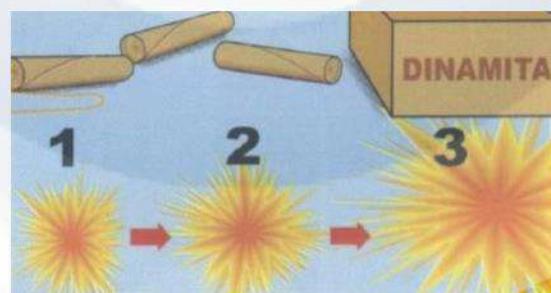
**CHISPA**



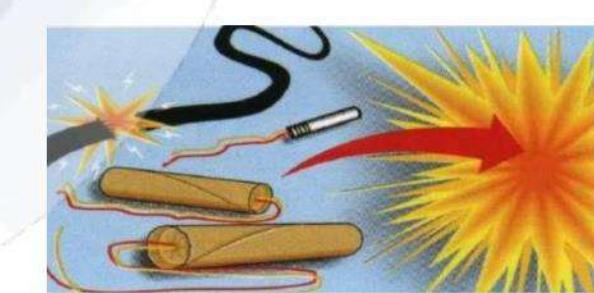
**FRICCIÓN**



**CONTACTO**



**SIMPATÍA**



**INDUCCIÓN ELÉCTRICA**



## **RIESGOS EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS**

*Almacenamiento de los explosivos.*

*Transporte de los explosivos.*

*Preparación de los explosivos.*

*Ignición explosivos (tronadura).*

*Retorno a la zona de tronadura.*



# RIESGOS EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## EN EL ALMACENAJE

*Explosión fortuita por maltrato en manipuleo.*

*Explosión por incendio.*

*Deterioro de los explosivos.*

*Detonaciones por simpatía.*

## EN EL TRANSPORTE

*Detonación por transporte de accesorio y explosivos conjuntamente.*

*Detonación por vehículos de transporte no acondicionados para el caso.*

*Maltrato de explosivos.*

*Explosiones por transporte de material metálico junto con el explosivo.*

*Manipuleo por personas inexpertas.*



# RIESGOS EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## EN LA IGNICIÓN

*Falla del encendido.*

*Tiro prematuro.*

*Protección inadecuada.*

*Excesivo nivel de vibraciones.*

*Proyección de fragmento a distancia.*

*Impacto a personas o equipos cercanos a la tronadura.*

*No abandonar a tiempo la zona de disparo.*

## EN EL RETORNO

*Explosiones por perforación en barrenos aun con explosivos.*

*Explosiones originadas por la existencia de “electricidad extraña”.*

*Caídas o desmayo originado por los gases producidos por la voladura.*

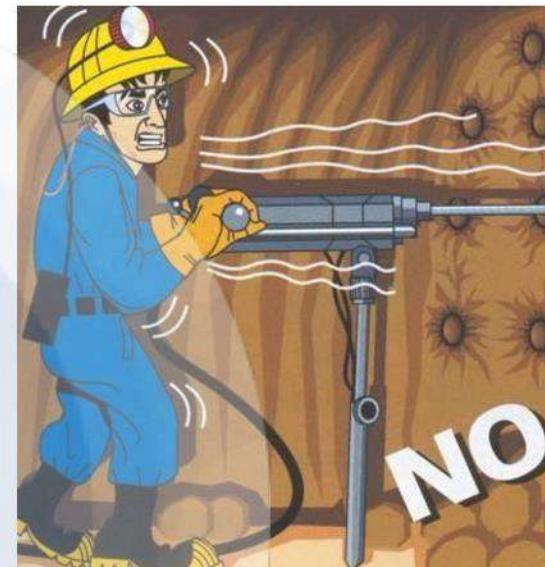
*Intoxicación para las personas como consecuencia del humo y de los gases producidos por la voladura.*

*Explosión por tiros quedados.*



# ACCIDENTES EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

- No obedecer las instrucciones.*
- Usar guías más cortas.*
- Ubicarse a poca distancia.*
- Regreso al sitio de la explosión prematuramente*
- Tiros mal cargados.*
- Maltrato al explosivo durante el transporte.*
- Maltrato al explosivo al manipularlo.*
- Usar explosivos en mal estado.*
- Tiros quedados.*





## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### RIESGOS EN LA PREPARACION Y DISPARO DE LA VOLADURA

#### Fases:

- Perforación y habilitación de explosivos.
- Preparación de cebos.
- Carga y atacado de taladros.
- Amarre del disparo.
- Salida del personal y disparo.

#### Riesgos con explosivos en esta etapa:

- Detonación fortuita de explosivos, detonadores, cordón detonante o cebos armados fuera del taladro.
- Tiro prematuro de un taladro cargado o en proceso de ser cargado cuando el personal aún está trabajando.
- Ingreso de personal ajeno en el momento del tiro, por falta o falla de vigilancia.
- Abandono de explosivos sobrantes.



## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### RIESGOS PREDOMINANTES EN EL DISPARO

-  Falla del encendido (tener que volver a hacerlo).
-  Tiro prematuro, ejemplo por usar mecha de encendido muy corta.
-  Protección inadecuada (en cobertura o en distancia).
-  Excesivo nivel de vibraciones (sobrecarga).
-  Proyección de fragmentos a distancia.
-  Impacto a personas o equipos cercanos a la voladura.
-  No abandonar a tiempo la zona de disparo (fall de vehículo, etc).

### NORMAS GENERALES EN EL DISPARO

-  Asegurar silencio radial y comando único del disparo.
-  Asegurar vía de escape.
-  Verificar prohibición de accesos.
-  Retirar personal y equipos a las distancias establecidas por las normas de seguridad propias de la mina.
-  Nunca disparar en superficie cuando haya tempestades o rayos.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## RIESGOS - RETORNO Y EVALUACION DE LA VOLADURA

-  Volver al lugar de la voladura demasiado pronto.
-  Presencia de gases remanentes en los detritus.
-  Piedras inestables o sueltas en la pila de escombros y en el contorno de la galería.
-  Tiros retardados.
-  Tiros cortados o fallados.
-  Explosivos o accesorios que no han detonado





## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### MEDIDAS A TOMAR CON LOS TIROS FALLADOS

-  *Señalar el lugar donde se encuentren.*
-  *Retirar al personal no vinculado a este trabajo.*
-  *Eliminar los restos de explosivo no detonado con chorro de agua o colocarle un nuevo cebo y volverlo a disparar.*
-  *Buscar restos de explosivos y recogerlos para eliminarlos posteriormente (los muy peligrosos se plastearán in situ).*
-  *Cuando se sospeche la presencia de un tiro fallado, recomendar a los operadores de equipo observar el sector para evitar impactar los restos.*



## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### RECOMENDACIONES - TIROS FALLADOS

#### Procedimiento:

-  Nunca usar herramientas metálicas para extraer.
-  Nunca tratar de encender nuevamente la guía.
-  Nunca jalar los restos de guía, cordón o mangueras.
-  Nunca perforar otro taladro al lado para eliminarlo.
-  Recoger cuidadosamente los restos hallados entre los escombros (si es necesario, plastearlos en el lugar).



## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### MÉTODOS PARA ELIMINACIÓN DE RESTOS DE TIROS FALLADOS Y PRODUCTOS DETERIORADOS EN ALMACENAJE O TRANSPORTE



**Por combustión:** Para dinamitas, guía y mecha rápida.



**Por explosión:** Para emulsiones, hidrogeles, fulminantes, detonadores, retardos y restos de cordón detonante.



**Por disolución con agua:** Para ANFO, nitrato de amonio, pólvora y algunas dinamitas pulverulentas



## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### ZONAS DE UNA DETONACIÓN CON EXPLOSIVOS

Se distinguen principalmente 3 zonas:

- PRIMARIA:** Que es el epicentro de la explosión y se considera una zona de muerte, pues en esta zona la probabilidad de vivir a una detonación es prácticamente nula.
- SECUNDARIA:** Es una zona en la que se produce la proyección de roca u objetos a gran velocidad, dependiendo de la distancia de separación con la zona de detonación, podría haber la posibilidad de sobrevivencia. Pueden existir personas con heridas muy graves e inclusive muertos.
- TERCIARIA:** Es la periferia de la explosión, zona en la que podrían existir heridos pero pueden trasladarse por sus propios medios. Una onda de explosión fuerte e intensa puede desgarrar un tejido, una menos intensa puede dañar los tímpanos, los pulmones y el abdomen.



# ZONAS DE UNA DETONACIÓN CON EXPLOSIVOS

Los explosivos pueden detonar de acuerdo con el acróstico **FISH** por sus siglas en inglés:

**F** = Fricción = Fricción

**I** = Impacto = Impacto

**S** = Estática = Estática

**H** = Calor = Calor



Mecanismo de  
explosión terciaria:  
efecto de los impactos  
con otros objetos

Mecanismo de explosión  
secundaria: los efectos de  
los proyectiles que son  
propulsados por la fuerza de  
la explosión

Mecanismo de  
explosión primaria:  
efectos de la propia  
onda expansiva



## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### MEDIDAS PREVENTIVAS

**Determinar zonas seguras:** Medir la distancia de seguridad alrededor de la zona de detonación (subterránea o superficial) y señalar dichas distancias tanto para personas como para equipos.

**Evacuación rápida:** Desarrollar y practicar el plan de evacuación hacia las zonas seguras ya determinadas, controlar tiempos de evacuación y verificación del personal en dichas zonas.

**Construcción de refugios resistentes:** Si por las condiciones del ambiente de la mina, no fuese posible evacuar a las distancias medidas, se deben construir refugios y estructuras reforzadas que puedan soportar la onda expansiva y proteger a las personas en su interior.

**Educación y entrenamiento:** Capacitar a todo el personal sobre los riesgos y medidas preventivas con explosivos.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## RESPONSABILIDADES

### TRABAJADORES

- Cumplir con el presente estándar y con los procedimientos de voladura*
- Realizar tareas de voladura y operar equipo relacionado sólo si se cuenta con autorización DISCAMEC y de CMB.*
- Conocer y cumplir el horario de chispeo*
- Transportar máximo 25 kg de explosivo en el capacho.*
- Informar a sí supervisor en caso encuentren tiros fallados o algún tipo de accesorio de voladura no detonado.*





## TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

### RESPONSABILIDADES

#### **SUPERVISOR / JEFE DE SECCIÓN**

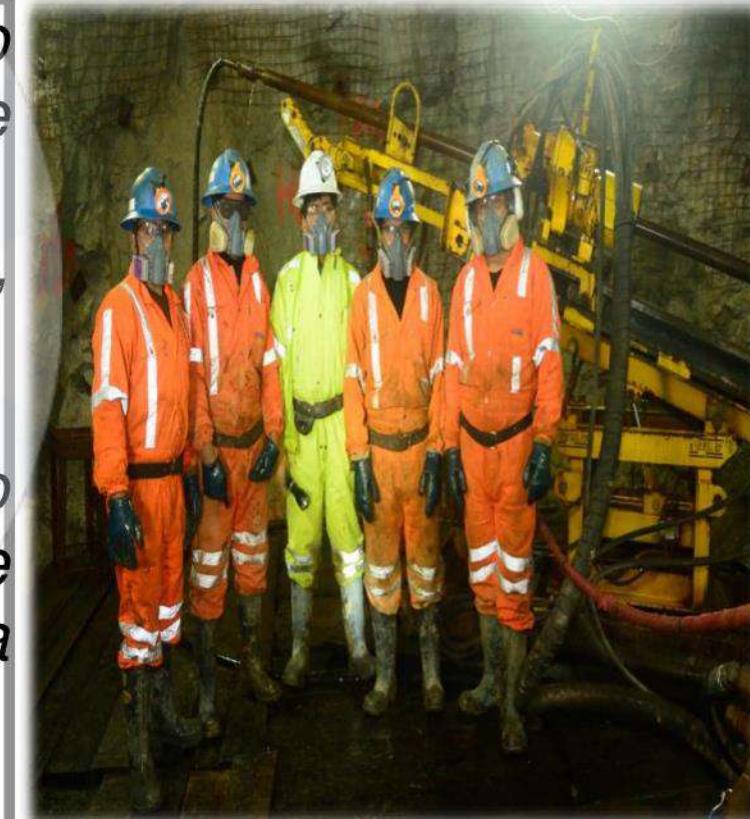
Asegurarse que los trabajadores a su cargo cuenten con autorización de su SUCAMEC y de CMB para el manejo de explosivos.

Verificar que se cumplan estos estándares, procedimientos y regulaciones legales vigentes.

Asegurar el cumplimiento del horario de chispeo.

Realizar tareas de voladura y operar equipo relacionado, solo si cuentan con la autorización de SUCAMEC y de Cia de Minas Buenaventura (CMB).

Inspeccionar semanalmente los polvorines.





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## RESPONSABILIDADES PERSONAL DE ALMACÉN

Contar con la licencia vigente para manejo de explosivos (SUCAMEC) y con la autorización interna de CMB.

Mantener registros actualizados de todo de explosivos, accesorios y agentes de voladura de la Unidad.

Gestionar ante las autoridades respectivas, las licencias necesarias para manejo de explosivos.

Informar a la SUCAMEC sobre la pérdida de cualquier explosivo, accesorio o agentes de voladura.

Mantener el orden y limpieza en los depósitos y polvorines de explosivos.

Gestionar la compra de explosivos y accesorios de voladura.





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## RESPONSABILIDADES

### BODEGUERO

-  Mantendrá el control permanente de las llaves de los almacenes de explosivos y al terminar su turno deberá entregarlas a la persona que lo reemplace.
-  Entregará explosivos solo a personas autorizadas
-  Verificara que los explosivos u otros sea transportados dentro de las bolsas para explosivos (capachos: blanco para dinamita, rojo para accesorios).
-  Mantener los polvorines limpios y ordenados.
-  Revisar, desdoblar, apilar y retirar los embalajes en desuso para su posterior destrucción.
-  Comunicar al supervisor si encuentra explosivo en mal estado o que no corresponda al tipo especificado.



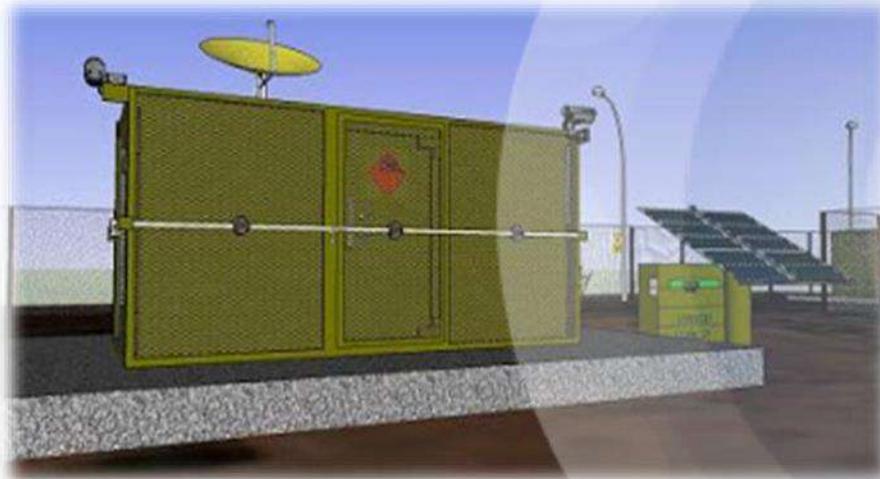


# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

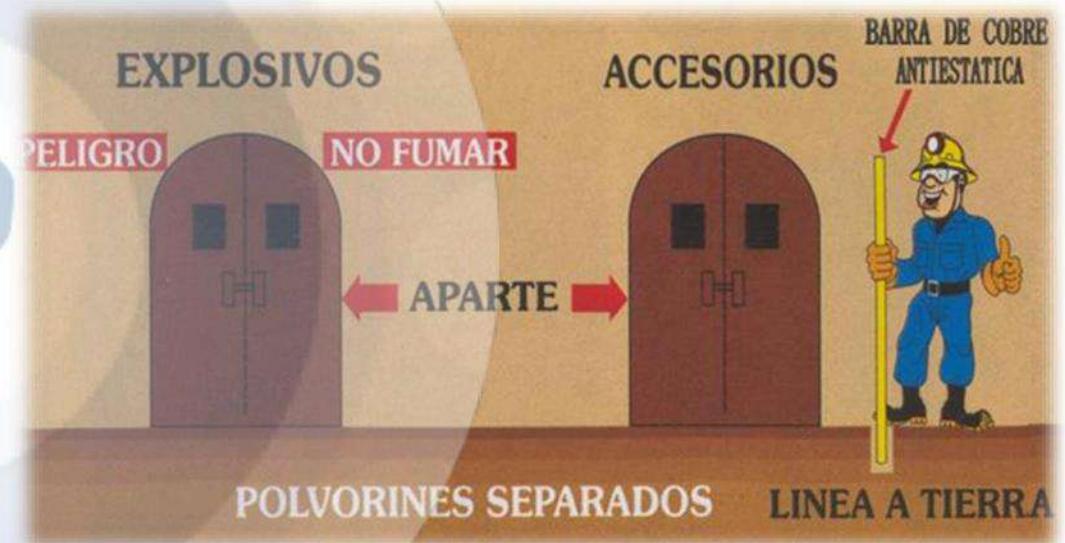
## ESTÁNDAR

### Condiciones generales de los polvorines

- Sólo se almacenarán explosivos en los polvorines autorizados.
- Construidos en roca compacta o debidamente sostenida.



RP



- Todo elemento metálico dentro del polvorín deberá estar conectado a tierra y los clavos deben estar cubiertos de material aislante o en su defecto serán de cobre.

- Estará dotado de ventilación natural o de ventilación forzada.
- Junto a la entrada y por el exterior, se colocará una barra o cadena metálica conectada a tierra, que permita a la persona que la toca descargar a través de ella la electricidad que acumula en su cuerpo.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

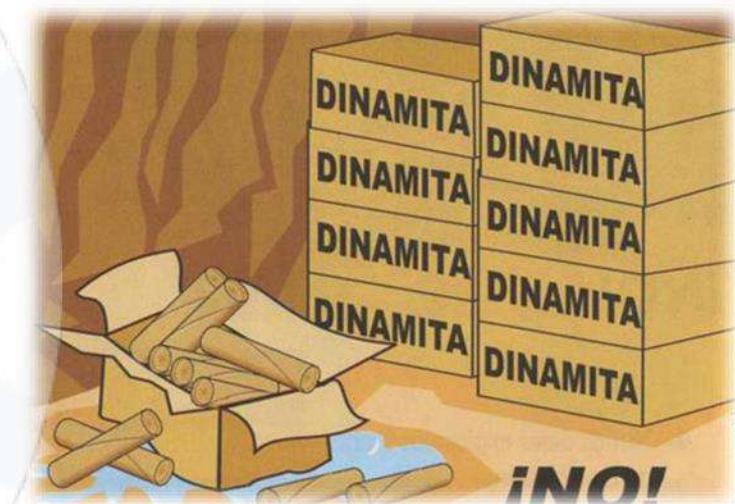
- Contarán con extintores de PQS y arena para sofocar amagos de incendio.
- Las instalaciones eléctricas deben estar entubadas y los interruptores serán a prueba de chispa.



- La cantidad de explosivos almacenados no puede exceder al máximo aprobado para la **capacidad de los anaqueles instalados**. Dichos anaqueles deberán ser tratados con pintura ignífuga y estar rotulados indicando el peso máximo a soportar.

RP

- El explosivo en mal estado no permanecerá más **de una semana en el polvorín**.



- Deberán estar dotados de letreros visibles, y claros, colocados en el ingreso, que indiquen: **"POLVORIN", "CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO"**



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

- Por ningún motivo se tratará de combatir un incendio ya declarado en el interior del polvorín, en cuyo caso sólo cabe dar la alarma.



- Se utilizarán extintores para fuego tipo C con polvo químico seco.

## ESTÁNDAR

- Dentro del polvorín, los envases se apilarán hasta una altura máxima de 1.8 m
- Las cajas o envases almacenados mantendrán un espacio de 0.80 m. con la pared más próxima.



- La puerta se mantendrá con llave, la que estará en poder de una persona encargada del polvorín y autorizada por el Jefe de Almacén.



- Los accesos a los polvorines principales deberán estar custodiados por personal de vigilancia armada, durante las 24 horas del día.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### *Retiro del material en desuso*

- Las cajas vacías y envoltorios, serán retirados del polvorín y llevados para ser destruidos al lugar asignado por el Superintendente de Mina.
- Cualquiera sea el medio de transporte, debe asegurarse la carga



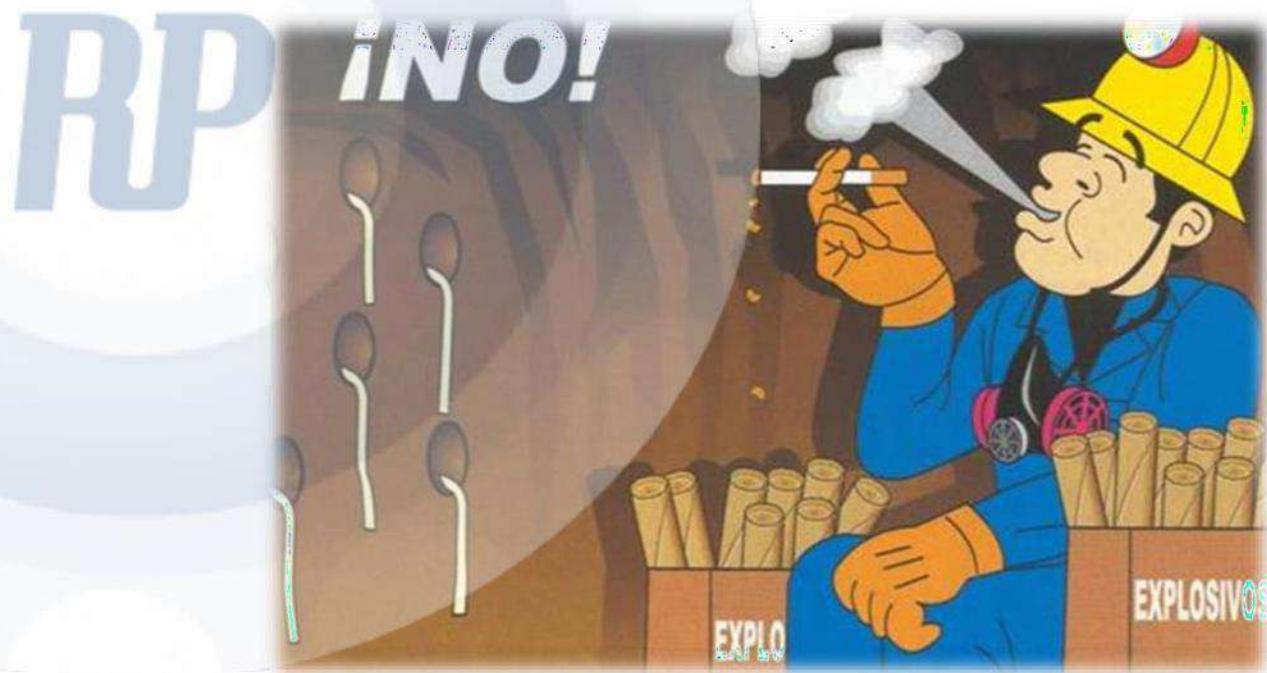


# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### Prohibiciones

- En temporada de tormentas eléctricas los explosivos y/o accesorios **no deberán estar en superficie** (fuera del polvorín) más allá del medio día.
- Ingresar a los Polvorines con fósforos u otros artefactos capaces de producir llamas, como también no se debe portar y/o hacer uso de radio frecuencia.
- Fumar en el interior del polvorín

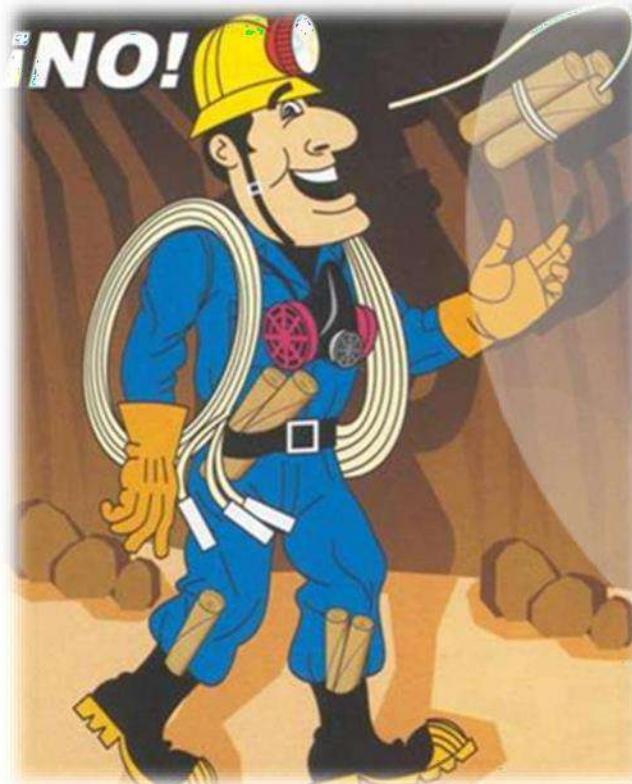




# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

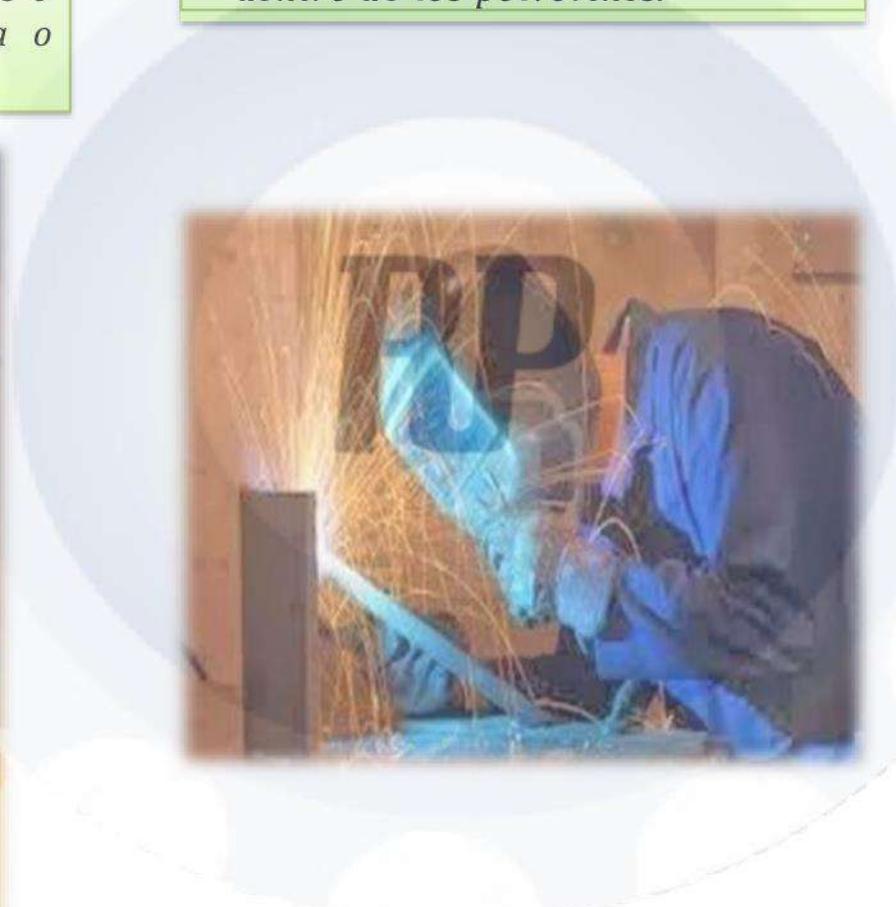
## Prohibiciones

- Transportar explosivos y/o detonadores sueltos en los bolsillos o en las manos, en cualquier área o labor de la Unidad.

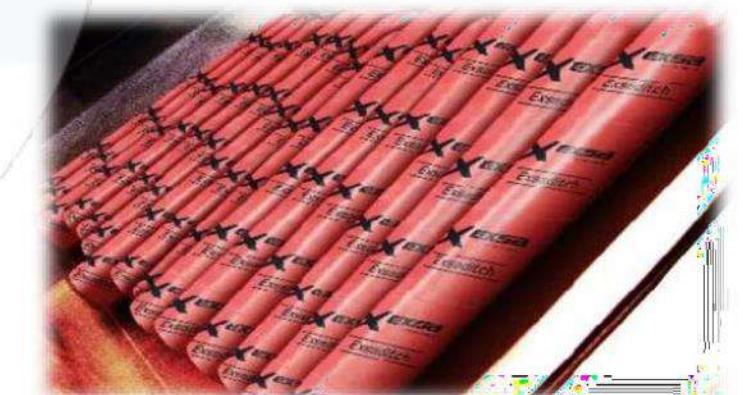


## ESTÁNDAR

- Realizar trabajos en caliente dentro de los polvorines.



- Sacar los envases de explosivos para otros usos, vender o regalar cajas y/o envolturas de explosivos.
- Almacenar en un mismo local iniciadores conjuntamente con explosivos.





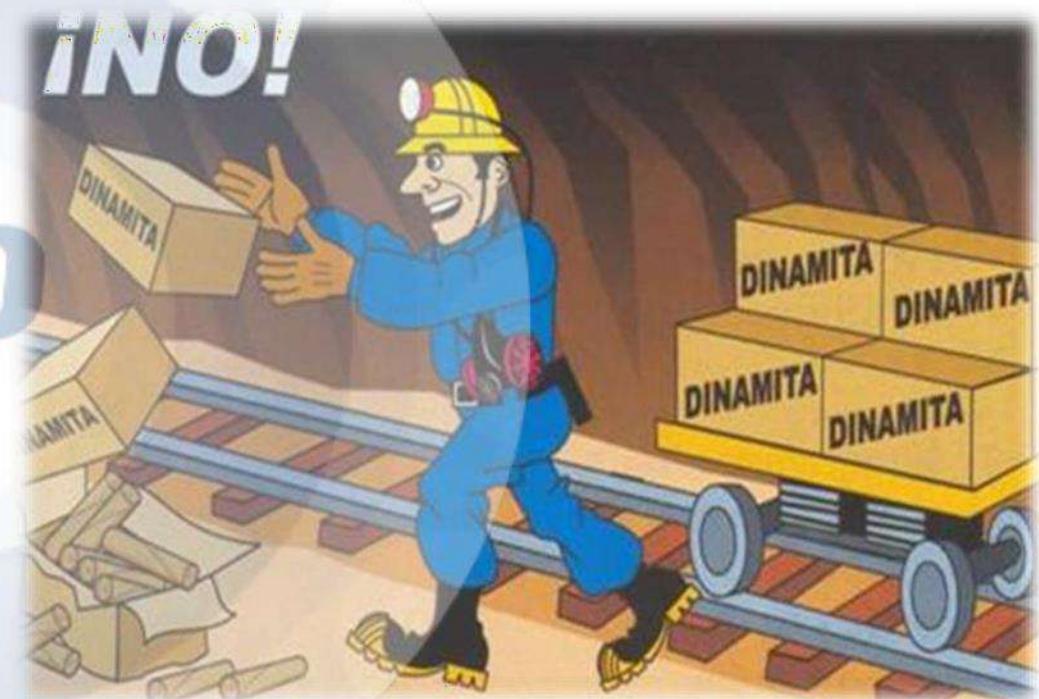
# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### *Suministro y retiro de explosivos*

En los polvorines existirá un listado de las firmas del personal de la Supervisión autorizado para firmar los vales de Control de Explosivos, así como de los manipuladores autorizados para retirar explosivos.

RP





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

*Transporte de explosivos entre polvorines y frente de trabajo en interior mina*

### *a) Del transporte de explosivos con equipo rodante*

- *El conductor deberá contar con la autorización interna de manejo.*
- *Realizará al inicio del trabajo una inspección del equipo utilizando su formato de "Pre uso de Equipo".*



RP



- *Solo en vehículos/equipos autorizados.*
- *Los camiones que transportan explosivos, deberán ser certificados anualmente por una Planta de Revisión Técnica Autorizada.*

**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### a) Del transporte de explosivos con equipo rodante

- El transporte de los distintos explosivos y detonadores debe realizarse en compartimientos separados.
- Los vehículos, deberán llevar en la parte posterior un letrero no inferior de 20 x 80 cm. indicando "Traslado Explosivos" con letras de 15 cm. color negro, con fondo negro.
- El aprovisionamiento de combustible se efectuará antes de cargar los explosivos, queda prohibido hacerlo con ellos ya cargados, total o parcialmente.
- No se permitirá llevar otro tipo de cargas u otro tipo de materiales junto a los explosivos, como tampoco se debe sobreponer las barandas del vehículo o fuera de los depósitos cerrados.
- El transporte de explosivos se hará en sus envases originales y cerrados en perfecto estado





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### b) Del transporte manual de explosivos

- El personal deberá contar con la autorización de **SUCAMEC** y de **Cía. Minas Buenaventura**.
- Está prohibido fumar o llevar fósforos, encendedores y objetos que puedan producir chispas o llevar otra clase de materiales junto con los explosivos.
- El explosivo deberá llevarse en receptáculos aprobados exclusivamente para este fin (capachos rojo y blanco).
- La distancia mínima entre una persona que transporta dinamita con otra que transporta detonadores será de diez (10) m.
- Llegado a su destino, deberá resguardarse el área mediante letreros "**PELIGRO EXPLOSIVOS**".





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### *Almacenamiento transitorio de explosivos*

- Los lugares destinados como polvorines auxiliares cumplirán con:
  - ✓ Puerta metálica con candado.
  - ✓ Piso con tarimas de madera ignifuga.
  - ✓ La separación entre los ambientes para guardar explosivos y para guardar accesorios será **mayor a 10 m.**
  - ✓ Fortificación adecuada.
  - ✓ Letreros y luces de precaución.
  - ✓ Capacidad máxima de resguardo de explosivo será equivalente al consumo de 24 horas.





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### *Devolución de la carga solicitada*

- *Se debe conservar los explosivos en las cajas acondicionadas para tal fin, las que deberán estar aisladas de zonas de tránsito y debidamente cerradas.*
- *Este explosivo deberá ser utilizado en la guardia inmediata.*





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

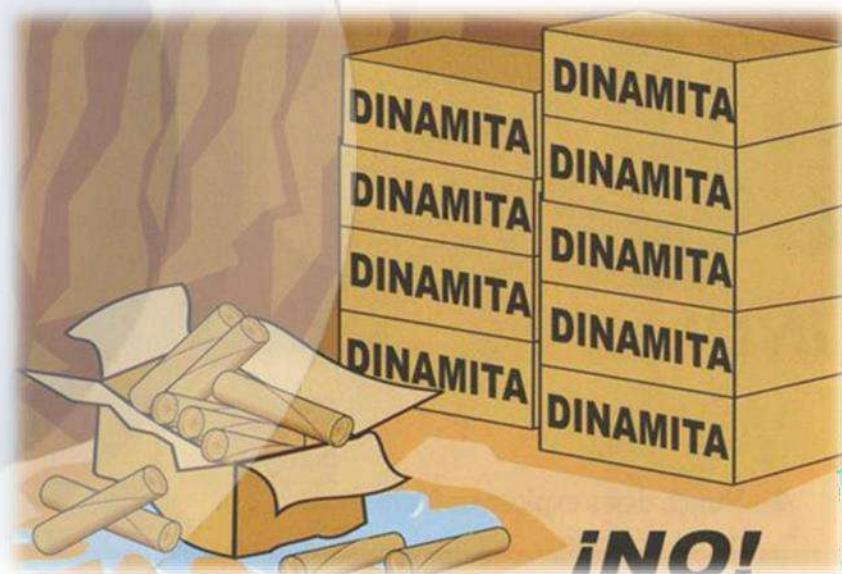
### Manipulación de Explosivos

- Solo Supervisores autorizados** podrán firmar vales por explosivos y accesorios y deberán tener vigente su autorización de SUCAMEC y la autorización interna de Cía. Minas Buenaventura.



- La Superintendencia de Mina llevará un registro de los Supervisores autorizados, con sus firmas.

- Nunca deben usarse explosivos, detonadores o accesorios que se **hayan humedecido, aún cuando se hayan secado posteriormente**. Tampoco debe usarse dinamita congelada, parcialmente congelada o cuyo envoltorio se encuentre aceitoso.



- Todo explosivo en mal estado debe ser devuelto al polvorín para su posterior retiro y destrucción.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### Manipulación de Explosivos

- El personal que encuentre explosivo **abandonado** o en malas condiciones, deberá dar aviso de inmediato al Supervisor a cargo del área.



RP

- En ningún caso debe sacarse el envoltorio de papel o plástico de los explosivos encartuchados, para cargar cualquier tipo de disparo.

- Mientras se realiza la operación de carguío con explosivos, se prohíbe efectuar cualquier otra clase de trabajo, excepto aquel que sea necesario para la protección del personal.



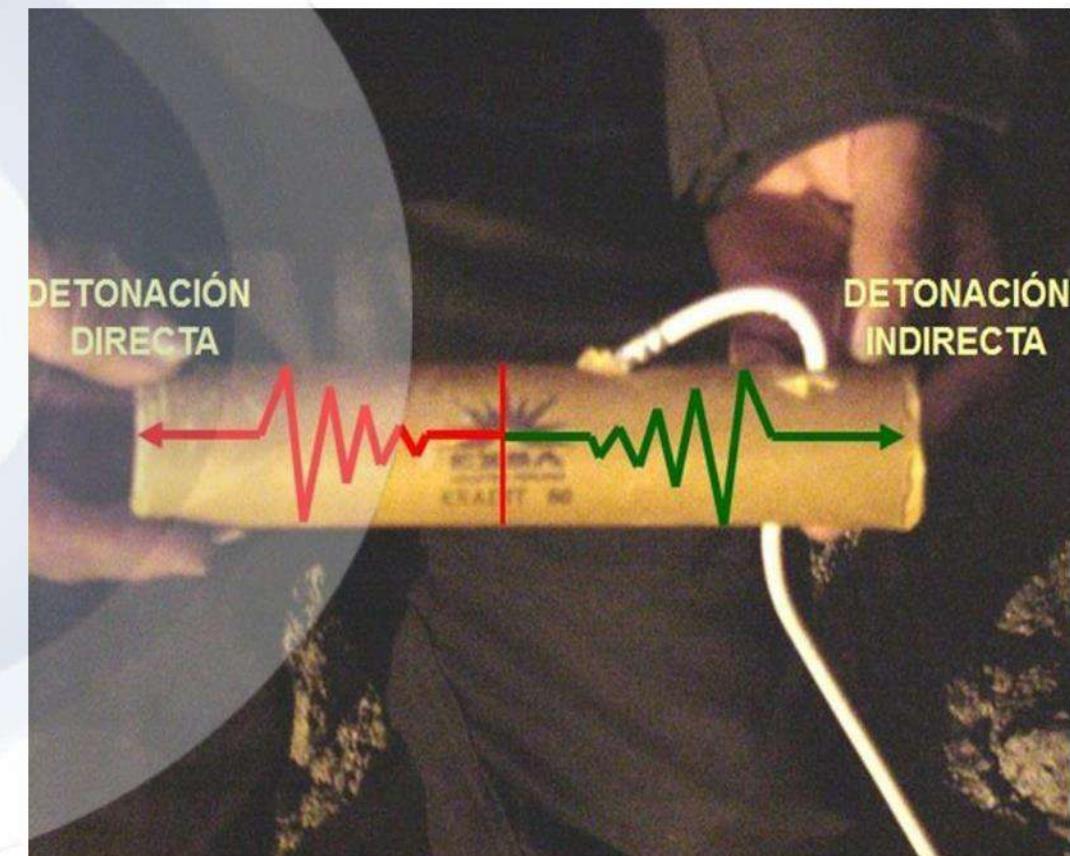


# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### Preparación de Cebos

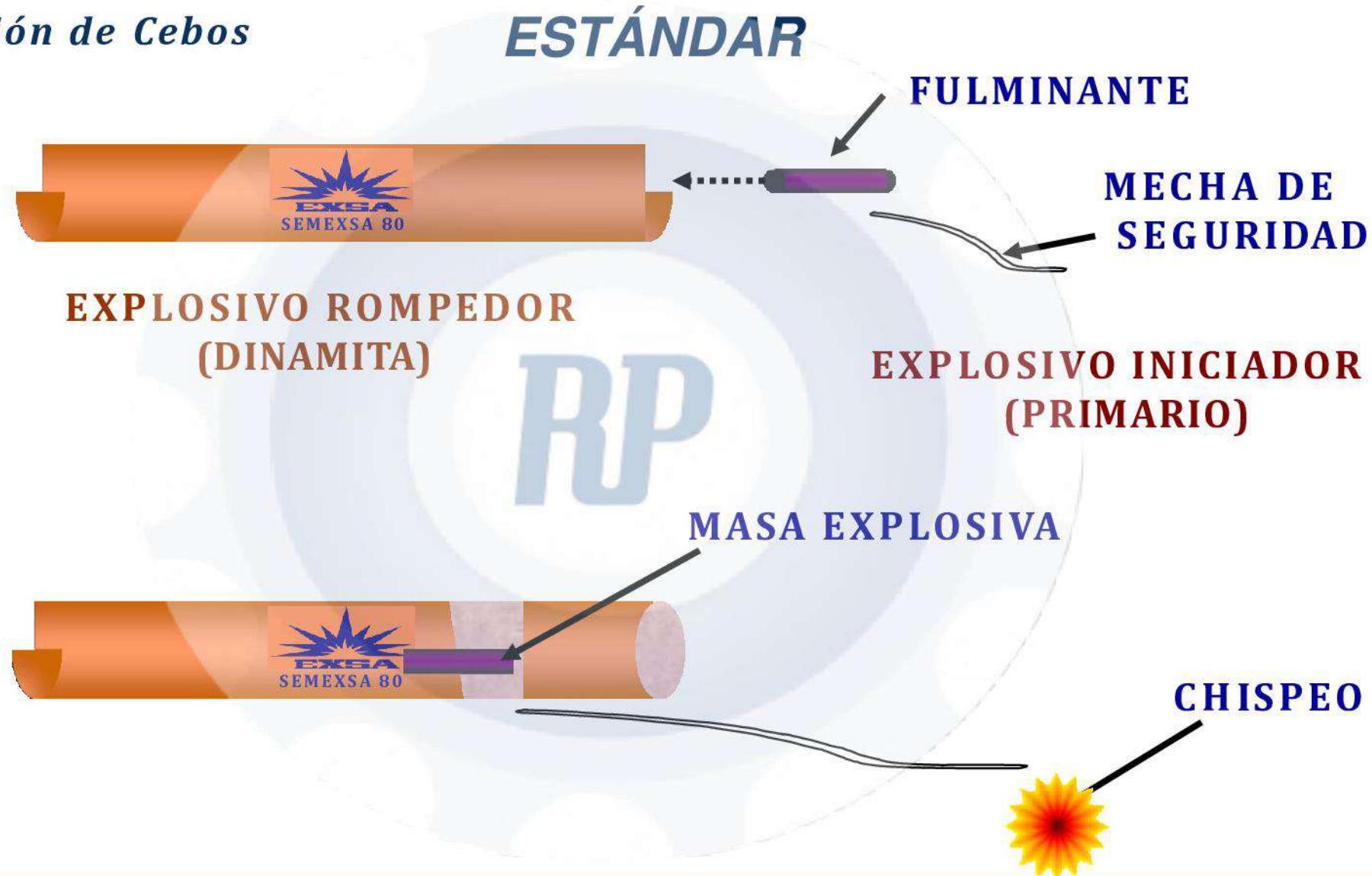
- Se hará en lugares secos, limpios, ubicados a no menos de 15 m. del frente.
- Por ninguna razón se prepararán cebos dentro de un polvorín.
- Deben perforarse con un punzón de cobre, bronce o de madera, nunca con alambres o clavos.
- Está prohibido tirar o cortar las guías de los detonadores no eléctricos.





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## Preparación de Cebos





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### *Destrucción de explosivos deteriorados*

#### *Destrucción de dinamita*

- *Se puede destruir quemándola o detonándola y debe hacerse en cantidades no mayores de veintidós (22) kilos de una sola vez.*
- *Antes de quemar dinamita, los cartuchos deben revisarse para asegurarse que no hay detonadores en su interior. En caso de haberlos deben retirarse y destruirlos como se indica en este estándar.*



RP



- *Se volverá al lugar donde se ha quemado dinamita, sólo después de una hora de terminada la operación.*

**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## ESTÁNDAR

### *Destrucción de guía detonante*

- *Se puede destruir detonándola o quemándola.*
- *No debe quemarse la guía detonante enrollada en carrete.*



RP





# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS

## GASES PRESENTES EN LA MINA

GAS	PROPIEDADES	GENERACION	EFECTOS	
<b>OXIGENO</b>	Incoloro, Insípido	Inodoro	Atmosfera	Necesario para la vida.
<b>NITROGENO</b>	Incoloro, Insípido	Inodoro	Atmosfera emanaciones	y Sofocante, no venenoso.
<b>METANO</b>	Incoloro, Insípido	Inodoro	Estratos carbon, roca, desagües.	Sofocante, no venenoso.
<b>MONOXIDO DE CARBONO</b>	Incoloro, Insípido	Inodoro	Explosiones, Motores Diesel, Incendios.	Extremadamente venenoso a 0.2 %
<b>DIOXIDO DE CARBONO</b>	Incoloro, ligeram. acido	Inodoro	Combustion, Motores Diesel, Respiración	Sofocante. Tóxico ligeramente a 3 %. Fatal a 15 %
<b>GASES NITROSOS</b>	Rojizos, olor y sabor ácidos		Explosiones (Dinamitas y ANFO)	Irrita pulmones. Neumonía. Efecto retardado.

# ¡Gracias!



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Conócenos más haciendo clic en cada botón

---

