



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

*Curso de Especialización*

# **SEGURIDAD EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS**

## **CLASE 03**

**Ing. Jorge Arzapalo Barrera**



## RIESGOS EN EL TRANSPORTE INTERNO DEL POLVORÍN

-  Explosión por impacto (ejemplo: choque del vehículo).
-  Explosión por fuego (ejemplo: incendio del vehículo).
-  Explosión por maltrato en carga y descarga.
-  Pérdida, abandono o robo en tránsito.
-  Transporte sobre locomotoras, scoops, jumbos y otros vehículos no autorizados.
-  Transporte de explosivos junto con detonadores.
-  Transporte de explosivos en la jaula o winche.
-  No bajar explosivos junto con personas en la jaula del pique.
-  Nunca fumar o hacer fuego cerca de los explosivos.

# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



## FACTORES DE RIESGO EN VOLADURAS BAJO TIERRA Y A CIELO ABIERTO

FACTOR DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
<b>BARRENO PREMATURO</b>	Detonación previa de uno o más barrenos, de manera accidental.
<b>BARRENO RETARDADO</b>	Falla del iniciador o explosivo, quedan restos de sustancia que deben eliminarse posteriormente.
<b>BARRENO SOPLADO</b>	Barreno que salió o detonó sin fragmentar la roca, ni dejar restos.
<b>DETONACIÓN IMPREVISTA</b>	Los explosivos son muy seguros, se inician o activan con los detonadores, pero pueden detonar por factores externos (térmicos o mecánicos), que se constituyan como amenaza para la estabilidad del explosivo, provocando su detonación por simpatía o inducción..
<b>DETONACIÓN POR SIMPATÍA</b>	Detonación de otros <i>barrenos u otros explosivos</i> , por la acción de un explosivo (donor), que los alcanza iniciar debido a su corta distancia.
<b>REACCIÓN DE LOS EXPLOSIVOS</b>	Reacción de los explosivos por calor o chispa, fricción o contacto, dada su sensibilidad al calor o impacto.
<b>EXCESO DE CONFIANZA</b>	Actitud de excesiva confianza en la manipulación de los explosivos, que lleva a obviar elementos esenciales de cuidado.
<b>ACTOS INSEGUROS DE LOS OPERARIOS</b>	Es la confluencia de una vulnerabilidad con una amenaza, necesariamente, lo cual puede considerarse como un fenómeno del ambiente de trabajo o acción que pueda causar un daño o pérdida a un individuo, un bien o al medio ambiente, y cuya probabilidad de ocurrencia depende del control que se tenga del factor vulnerable y la amenaza existente.

FACTOR DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
<b>PROYECCION</b>	Proyección de fragmentos volantes, vibraciones y onda de concusión.
<b>DESPLOMES Y EL GASEAMIENTO</b>	Desplomes y el gaseamiento por los humos de la explosión.
<b>EMPLEO DE EQUIPOS DE CARGA CON AIRE COMPRIMIDO</b>	El empleo de equipos de carga con aire comprimido y manguera para el ANFO, debido a que el rozamiento puede originar cargas electrostáticas, lo suficientemente activas, como para hacer estallar prematuramente al fulminante.
<b>EN SUPERFICIE EL TRANSITO DE VEHÍCULOS Y PERSONAS SOBRE LAS LÍNEAS DE CORDÓN DETONANTE</b>	Sobre las líneas de cordón detonante y accesorios de disparo, aún sin llegar al extremo de una explosión.
<b>EXCESO DE CARGA EXPLOSIVA, FALTA DE TACO, ROCA MUY SUELTA O FISURADA.</b>	Para labores a cielo abierto cuando existe exceso de carga explosiva, falta de taco, roca muy suelta o fisurada, burden irregular o muy corto, fallas geológicas u oquedades encubiertas hacen mayor el riesgo de accidentes.
<b>REGRESAR AL SITIO MUY PRONTO.</b>	Después de una voladura regresar al sitio muy pronto, sin desgasificar ni asegurar el área.
<b>DESCARGA ELÉCTRICA</b>	Las descargas eléctricas son capaces de activar un detonador eléctrico, sea que este se encuentre conectado o no.



## MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LAS VOLADURAS BAJO TIERRA Y A CIELO ABIERTO.

-  No realice actos negligentes o inseguros con materiales explosivos. Fomente la cultura del autocuidado en los trabajadores.
-  Implemente la señalización de carácter preventivo en las zonas de las voladuras y magazines.
-  Realice capacitación a los trabajadores de los peligros de las sustancias explosivas.
-  Utilice herramientas anti chispa.
-  Establezca un procedimiento de almacenamiento de sustancias explosivas.
-  Realice capacitación a los trabajadores acerca del correcto uso de los elementos de protección personal en el manejo de explosivos.
-  Diseñe y prepare las mallas de perforación y voladura con métodos técnicos.



## **MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LAS VOLADURAS BAJO TIERRA Y A CIELO ABIERTO.**

-  *Elabore de protocolos de seguridad y procedimientos seguros para el manejo de explosivos.*
-  *Capacite a los trabajadores sobre los procedimientos de utilización de explosivos, antes de iniciar sus actividades.*
-  *Realice la supervisión de las voladuras a través del personal competente y certificado.*
-  *No deje material explosivo sobrante dentro de la zona de trabajo y después de la carga de los barrenos.*
-  *No fume cuando manipule o transporte explosivos.*
-  *No manipule explosivos ni realice voladuras cuando haya tormentas eléctricas.*
-  *Disponga de un sistema de alarma o sistema de aviso para cuando se realice las voladuras en minería a cielo abierto.*



## RIESGOS PREDOMINANTES DURANTE LA PREPARACION

-  *Detonación fortuita de material fuera del taladro (impacto, aplastamiento por vehículos).*
-  *Detonación prematura de un taladro cargado (golpe, maltrato de los materiales, vibración por perforación paralela al carguío).*
-  *Detonación prematura de toda la voladura con el personal aún trabajando, por fallas en la etapa de conexión.*
-  *Manipuleo por personas inexpertas o ajenas al grupo.*
-  *Abandono de explosivos sobrantes.*



## RIESGOS EN LA PREPARACION Y DISPARO

### **Fases:**

### **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.



## DISPARO - NORMAS GENERALES

-  *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.*



## 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).*



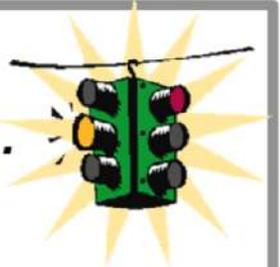
*Proyección de fragmentos a distancia.*



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



*No abandonar a tiempo la zona de disparo (falla de vehículo, etc).*



## RETORNO Y EVALUACION DE LA VOLADURA

### RIESGOS USUALES

*Volver al lugar de la voladura demasiado pronto.*

*Presencia de gases remanentes en los detritus.*

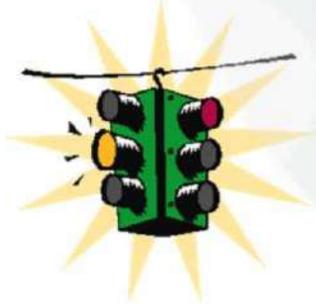
*Piedras inestables o sueltas en la pila de escombros y en el contorno de la galería.*



## RETORNO Y EVALUACION DE LA VOLADURA

### RIESGOS USUALES

*Tiros retardados.  
Tiros cortados o fallados.  
Explosivos o accesorios que no  
han detonado.*





## 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.



## ELIMINACION DE TIROS FALLADOS

### **Procedimiento:**

-  Retirar al personal innecesario.
-  Eliminar los restos de explosivo con chorro de agua.
-  Si después de lavarlos aún queda explosivo, recargar el taladro con medio cartucho de dinamita con guía a distancia armada de 6 pies o con plasta superpuesta y disparar.
-  No reingresar a comprobar hasta treinta minutos después de escuchar el tiro.



## ACCIDENTES CON EXPLOSIVOS

**Son de dos tipos:**

**DIRECTOS:** Por explosiones fortuitas o tiros fallados.

**Motivos:**

- Negligencia.
- Fallas de encendido o productos defectuosos.

**INDIRECTOS:** Por gaseamiento.

**Motivos:**

- Ingreso antes de despejar los humos.
- Exposición a ambiente mal ventilado.
- Iniciación defectuosa del explosivo.



## GASES - RIESGOS

*El nivel de concentración y tiempo de exposición pueden causar la muerte.*

**Los más peligrosos son:**

 **Monóxido de carbono (CO):** Tóxico por la formación en sangre de carboxihemoglobina. (Envenena)

 **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Causa asfixia por desplazamiento del oxígeno de su sitio de unión con la hemoglobina.

 **Gases nitrosos (NO y NO<sub>2</sub>):** Irritantes y corrosivos, por lo que pueden destruir los alvéolos pulmonares.

 Estos gases requieren TIEMPO y CIRCULACION DE AIRE (disiparse).



## GASES - FACTORES

### ***Un exceso de gases puede deberse a:***

-  *Detonación deficiente (deflagración) por iniciador débil.*
-  *Desbalance o mala mezcla de los agentes explosivos.*
-  *Disparo de taladros anegados, con explosivo no resistente al agua.*
-  *Degradación del explosivo por envejecimiento.*
-  *Confinamiento de la labor disparada y mala ventilación.*



## RESPONSABILIDADES

### TRABAJADORES

- *Cumplir con el presente estándar y con los procedimientos de voladura.*
- *Realizar tareas de voladura y operar equipo relacionado, solo si cuentan con la autorización DICSCAMEC y de CMB.*
- *Conocer y cumplir el horario de chispeo.*
- *Transportar máximo **25 kilos de explosivos en el capacho.***
- *Informar a su supervisor, en caso encuentren tiros fallados o algún tipo de accesorio de voladura no detonado.*





## RESPONSABILIDADES

### *SUPERVISOR /JEFE DE SECCIÓN*

- *Asegurarse que los trabajadores a su cargo cuenten con las autorizaciones de SUCAMEC y de CMB para 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.*





## 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.





## RESPONSABILIDADES

### BODEGUERO

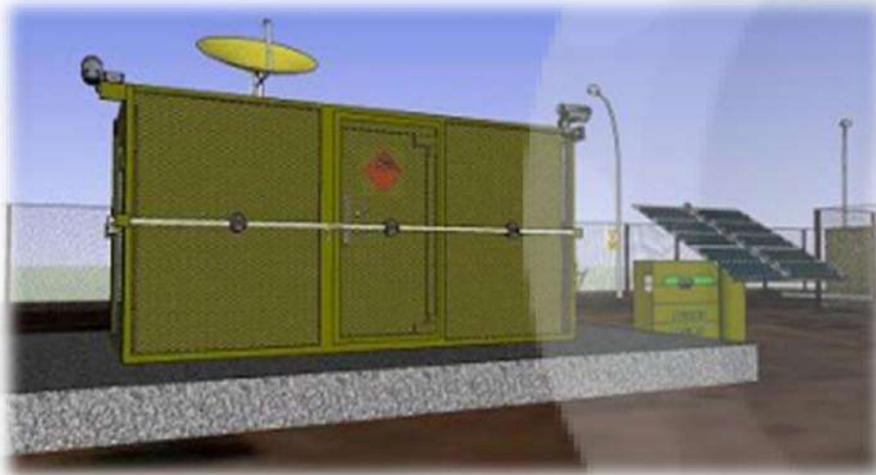


- Mantendrá el control permanente de las llaves de los almacenes de explosivos y al terminar su turno deberá entregarlas a la persona que lo reemplace.
- Entregará explosivos solo a personas autorizadas
- Verificará que los explosivos u otros sean transportados dentro de las bolsas porta explosivos (capachos: 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.

## ESTÁNDAR

### Condiciones generales de los polvorines

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



- 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.



- Contarán con extintores de PQS y arena para sofocar amagos de incendio.

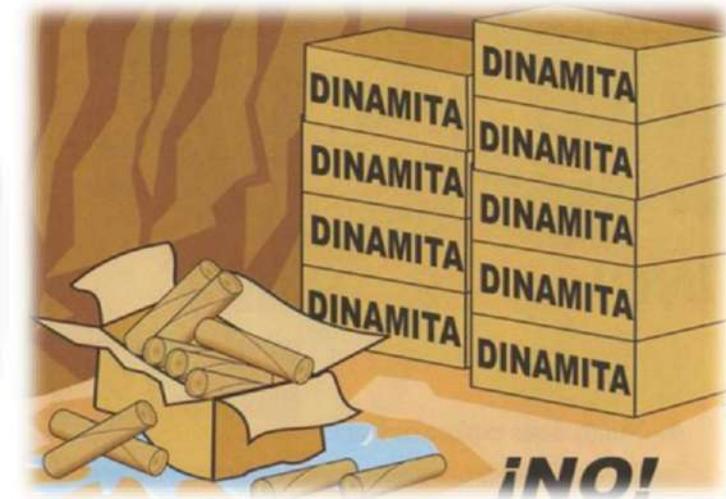


- Las instalaciones eléctricas deben estar entubadas y los interruptores serán a prueba de chispa.

## ESTÁNDAR

- 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.

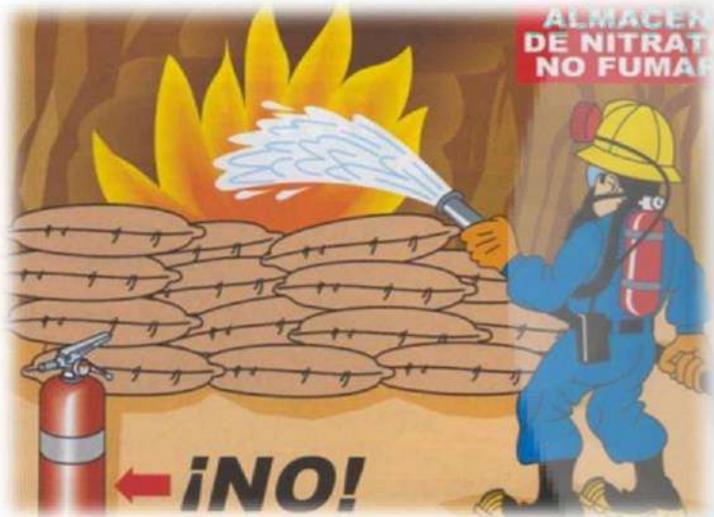
- El explosivo en mal estado no permanecerá más **de una semana en el polvorín.**



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



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



## 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.

## 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*

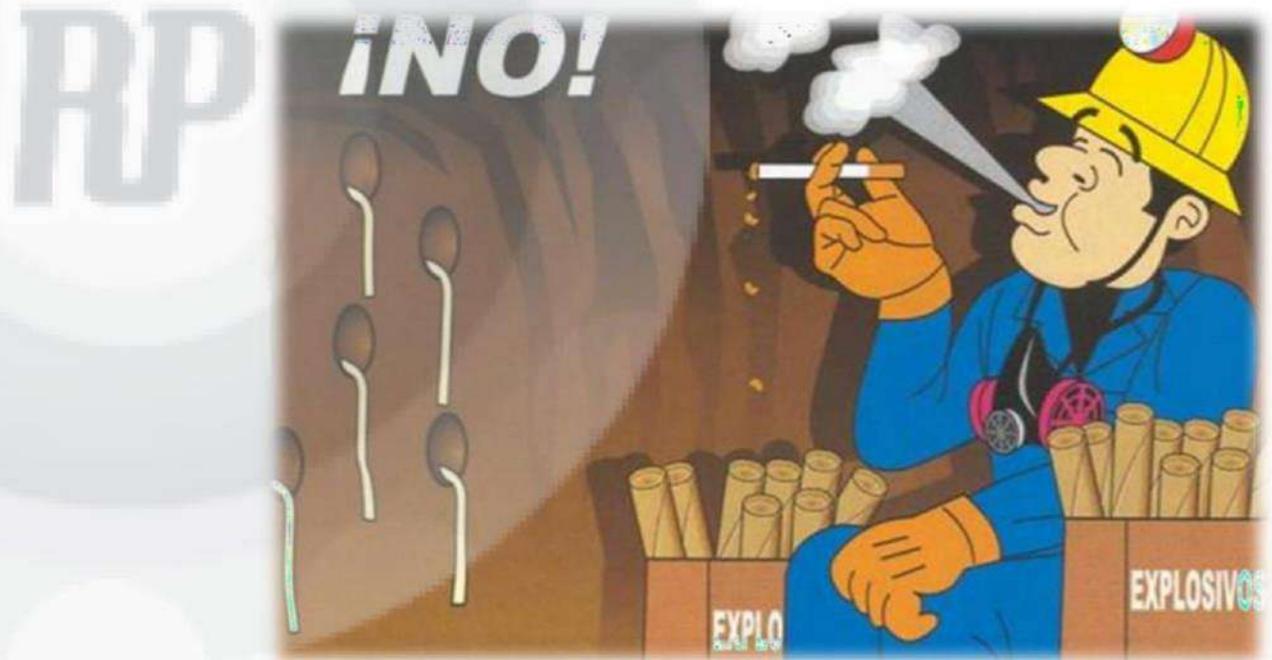




## ESTÁNDAR

### Prohibiciones

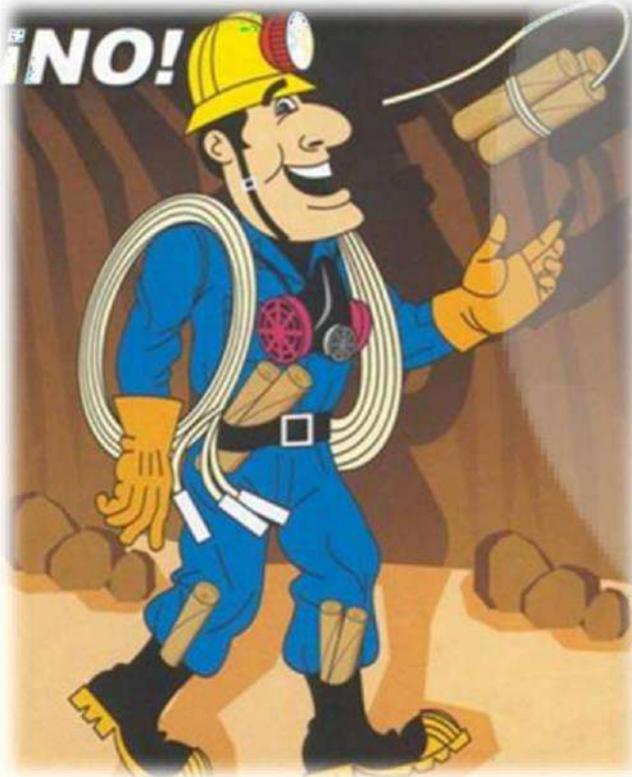
- En temporada de tormentas eléctricas los explosivos y/o accesorios **no deberán estar en superficie** (fuera del polvorín) más allá del medio día.
- Ingresar a los Polvorines con fósforos u otros artefactos capaces de producir llamas, como también no se debe portar y/o hacer uso de radio frecuencia.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





## Prohibiciones

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

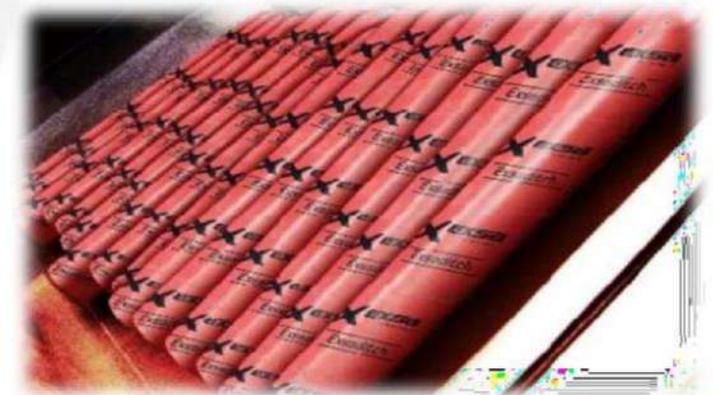


## ESTÁNDAR

- 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.





## 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.





## 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".*



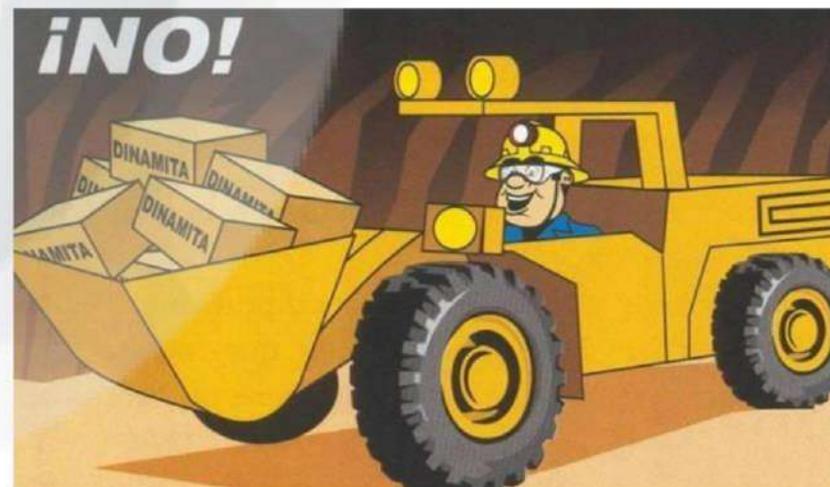
- *Solo en vehículos/equipos autorizados.*
- *Los camiones que transportan explosivos, deberán ser certificados anualmente por una Planta de Revisión Técnica Autorizada.*



## ESTÁNDAR

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

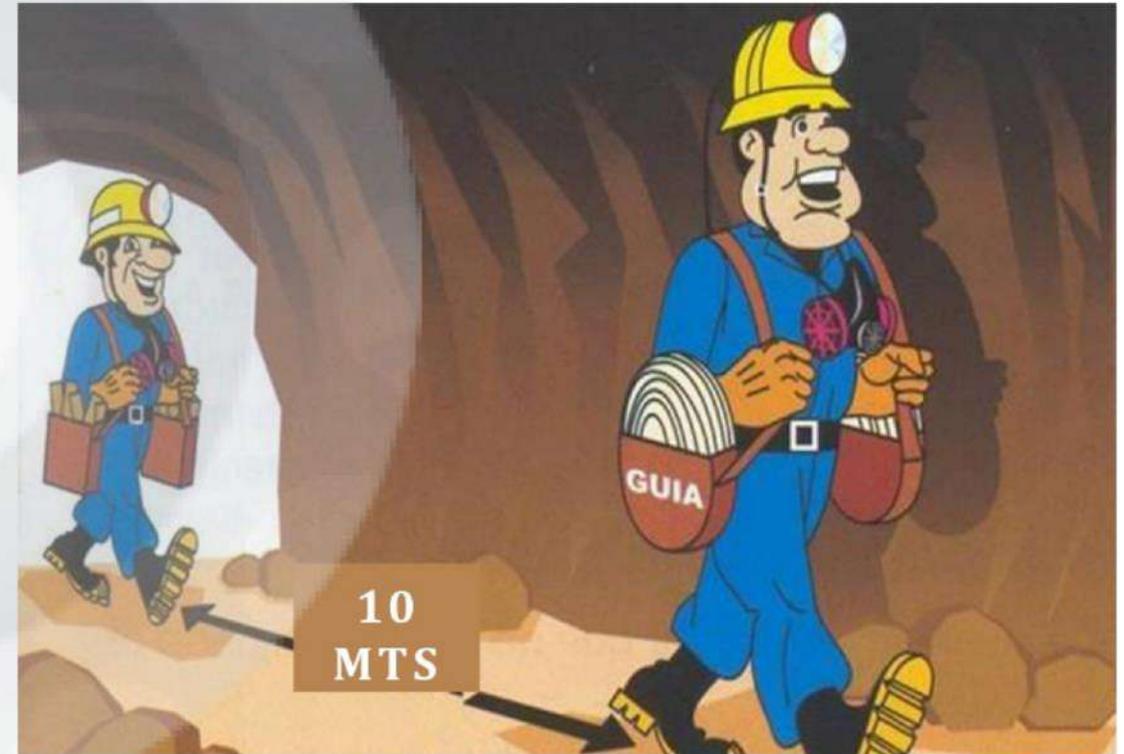
- El transporte de los distintos explosivos y detonadores debe realizarse en compartimientos separados.
- Los vehículos, deberán llevar en la parte posterior un letrero no inferior de 20 x 80 cm. indicando "Traslado Explosivos" con letras de 15 cm. color negro, con fondo negro.
- El aprovisionamiento 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 sobrepasar 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



## 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**".



## ESTÁNDAR

### *Almacenamiento transitorio de explosivos*

- *Los lugares destinados como polvorines auxiliares cumplirán con:*
  - ✓ *Puerta metálica con candado.*
  - ✓ *Piso con tarimas de madera ignífuga.*
  - ✓ *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.*



## 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.*





## 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.

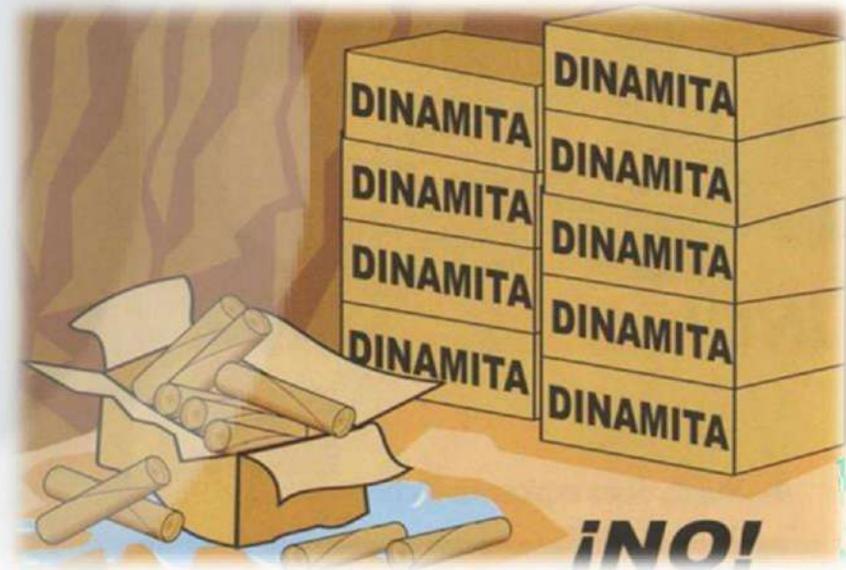
RELACION DE SUPERVISORES DE LAS CIA. DE MINAS BUENAVENTURA, AUTORIZADOS PARA LA FIRMA DE LOS VALES DE EXPLOSIVOS.

MINA	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
SOCORRO	FREDY ESPEJO ZORRILLA	JEFE DE MINA	
SOCORRO	HUBER USURAGA NAJERA	JEFE DE GUARDIA	
SOCORRO	PILO CARRASCO VIZA	JEFE DE GUARDIA	
CAPAREN	ELMER FLORES HUARCAYA	JEFE DE MINA	
CARMEN	RAMIRO QUEZAD CARRASCO	JEFE DE GUARDIA	
SOCORRO	IRVALDO CALAFUJA CONDOR	JEFE DE SERVICIOS	
SOCORRO	JACKSON ARRIOLA CESPEDES	JEFE DE MINA	
HUANTAYILLA	ARMANDO PAZ CUEVA	JEFE DE GUARDIA	
SOCORRO	JESUS PRINCEPE	SUPERVISOR DE GUARDIA	
	LUIS RIVERA PENEDO	TÉC. PERFORACIÓN Y VOLADURA	
	PEPE LOPEZ MUNGUA	TÉC. PERFORACIÓN Y VOLADURA	

Nota: Solo con la firma del personal que aparece en este documento se autorizará la salida de explosivos de los polvorines.

Atte.   
Ing. Asdrúbal B. Arzapalo B.  
Superintendente de Minas

- 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.



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

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

## 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.



- 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.

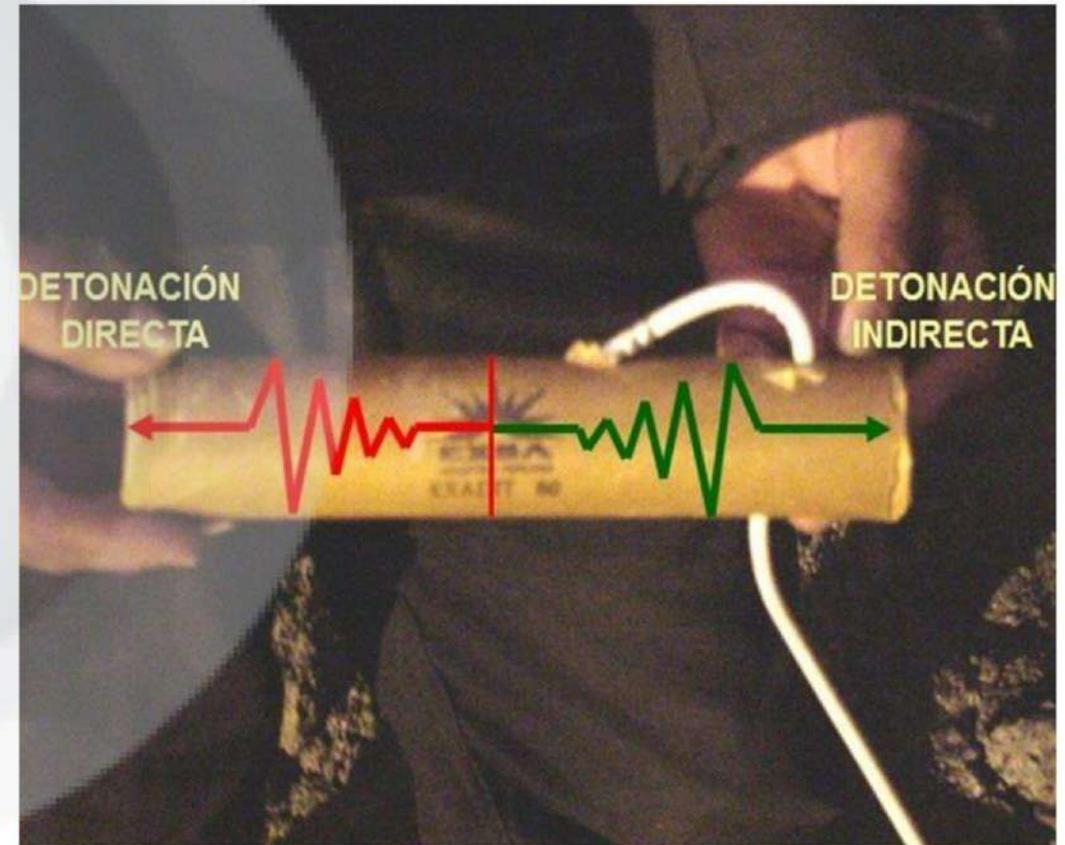
¡TERMINÉ DE PERFORAR, AHORA PUEDES PASAR A CARGAR!



## 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.

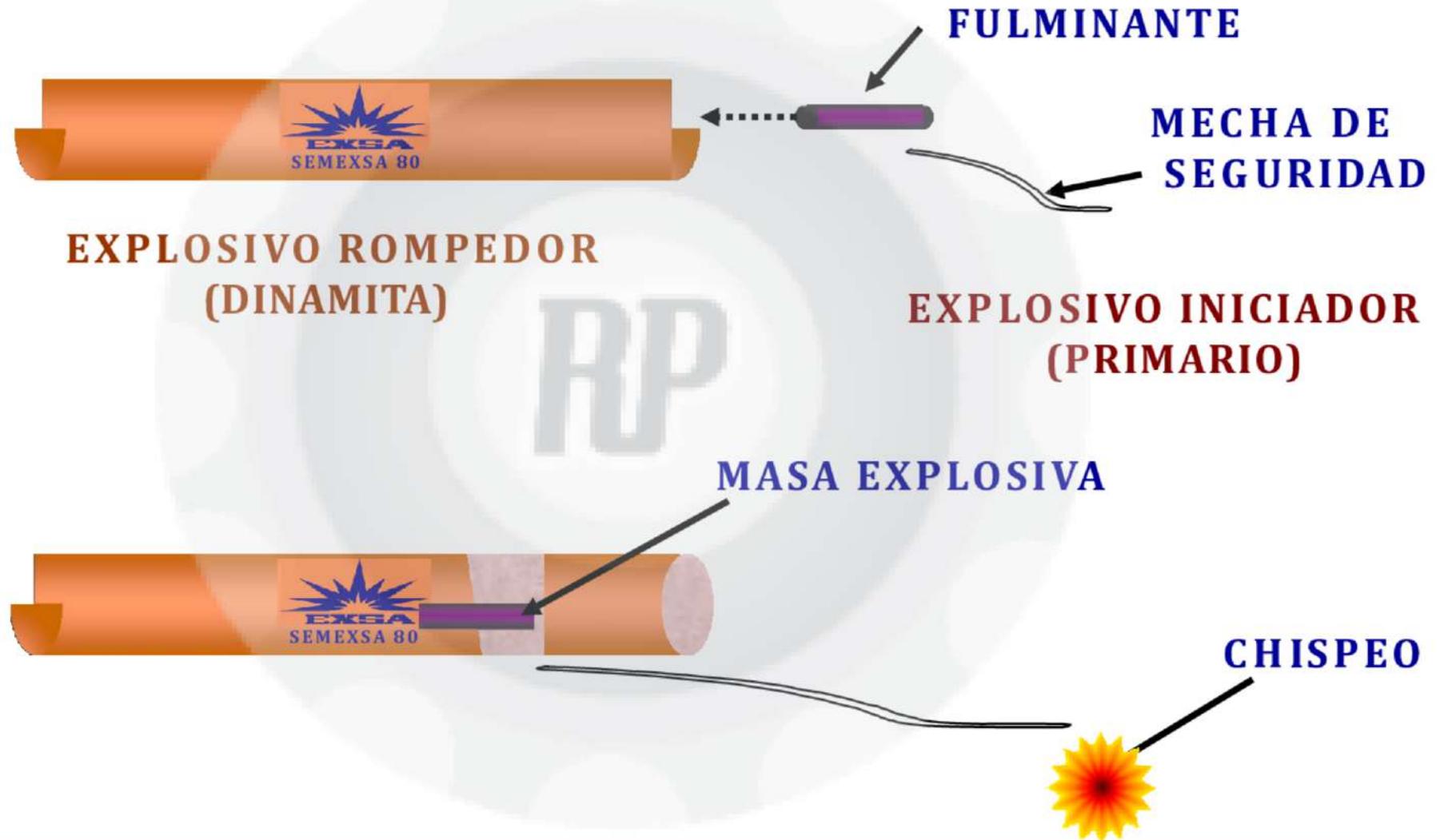


# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



## Preparación de Cebos

### ESTÁNDAR

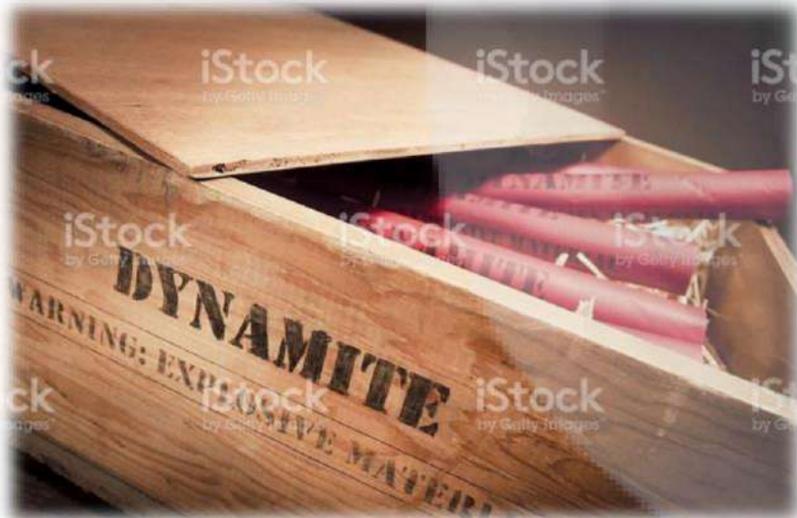


## ESTÁNDAR

### *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.*



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



## ESTÁNDAR

### *Dstrucción de guía detonante*

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



# TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



## GASES PRESENTES EN LA MINA

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



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

*Curso de Especialización*

# **SEGURIDAD EN TRABAJOS CON EXPLOSIVOS**

## **CLASE 03**

**Ing. Jorge Arzapalo Barrera**