PLAN DE FORMACION PARA EL

PERSONAL MINERO

Brigada salvamento Bierzo Alto.

Saber equiparse:

- Comprobar que la maleta está precintada.
- Sacar el aparato de la maleta y ver presión de la botella.
- Colocar el aparato sobre las espaldas
- Pasar el aparato bucal sobre la cabeza de manera que los tubos descansen sobre los hombros y la pieza bucal sobre el pecho.
- Colocar la pieza bucal en el interior de la boca entre los labios y las encías y los pitones entre los dientes.
- Abrir la llave de la botella de oxígeno.
- Colocar las pinzas-nariz.
- Verificar en el curso de una aspiración profunda el funcionamiento de la válvula automática, escuchando el ruido de la desconexión.
- Verificar en el curso de una espiración profunda el funcionamiento de la válvula de sobrepresión.
- Explicar el montaje y desmontaje de todo el aparato, modo de lavarlos y secarlos. Si es necesario desinfectar, usar formol a razón de 20 c.c. por litro de agua.
- Explicar cómo se carga el cartucho sin desmontar el aparato.

Como actuar en un salvamento minero:

El éxito de las operaciones de salvamento minero en atmósferas irrespirables depende:

- Del buen funcionamiento de los aparatos respiratorios
- De las condiciones físicas y morales de los salvadores y de su espíritu de equipo.
- De la buena organización de los trabajos.

Igualmente podemos asegurar que para la seguridad y eficacia de las operaciones de salvamento, hace falta ante todo:

- CALMA
- ORDEN
- DISCIPLINA

Inculcar al personal que de las buenas cualidades de los componentes del equipo, depende la seguridad de todos.

La ayuda mutua, el trabajar en verdadero equipo, son condiciones fundamentales y dan la confianza y seguridad que un equipo de salvamento está obligado a ofrecer a quien deposita la confianza en él.

Todas las operaciones de salvamento, por simples que sean, han de ser realizadas por un equipo compuesto por un mínimo de tres salvadores.

Antes de penetrar en atmósfera irrespirable, las evoluciones han de realizarse con mucho orden y disciplina según órdenes recibidas. Si en cualquier momento algún salvador observa que su aparato no funciona bien o que alguno de los componentes del equipo se sintiera indispuesto o por algún otro motivo no pudiese continuar adelante, todo el equipo regresaría al aire fresco.

A título de orientación podemos enumerar las siguientes reglas de carácter general para las operaciones de Salvamento en casos de cierta gravedad o peligro, como pueden ser: labores ambientales húmedas y calientes, de poca visibilidad, largos reconocimientos, labores de difícil acceso, etc.

Todo equipo de salvamento que trabaje en atmósfera viciada debe disponer de otro equipo de reserva que permanezca en aire fresco y lo más cerca posible del equipo que está actuando, presto a intervenir en cualquier momento. Se saltará esta norma solamente cuando se trate del rescate de personas y a sabiendas de que el equipo de reserva llegará pronto.

Este equipo de reserva estará en comunicación telefónica con el que está actuando y con la superficie.

En todo equipo de salvamento, uno de los salvadores hará funciones de jefe de equipo y su obligación es:

- Dar instrucciones claras a los miembros de su equipo.
- Vigilar el funcionamiento de todos los aparatos de su personal
- Evitar la dispersión de los miembros de su equipo y en casos de poca visibilidad encordarlos si fuese preciso.
- Si uno de los miembros de su equipo se hallase en la imposibilidad de continuar el trabajo, retirará todo el equipo.
- Relevar a intervalos de tiempo cortos el personal con el fin de mantener la continuidad de las labores, particularmente en ambientes húmedos y calientes.
- Si en un momento determinado se interrumpiese la comunicación telefónica, el equipo se retirará y el de reserva saldrá a su encuentro.
- Se tendrán dispuestas mantas y bebidas calientes para los miembros que regresen de las operaciones.
- En el lugar de actuación del equipo de salvamento debe disponerse de algún otro aparato de reserva a fin de sustituir inmediatamente alguno que repentinamente dejase de funcionar.
- En el curso de las operaciones de salvamento, todos los salvadores deben ser muy observadores y sinceros en cuanto a sus impresiones sobre los riesgos que se corren y su estado de ánimo.
- Las circunstancias favorables o desfavorables que cada siniestro ofrece, indicaran el modo de evolucionar y el número de salvadores que han de intervenir, así como también el orden de las operaciones.

Primeros Auxilios:

Todo miembro de una Brigada de Salvamento ha de estar en condiciones y capacitado para prestar los primeros auxilios a la persona que los necesite, por lo que es totalmente necesario que reciban con el mayor esmero posible una formación de "Socorrista" y estar en posesión del carnet.

Propiedades y manifestaciones de los gases en las minas de carbón:

Los principales gases que por diversas causas pueden encontrarse en las minas de carbón son:

Óxido de Carbono	CO
Anhídrido Carbónico	CO_2
Óxidos de Azufre	SO_2 y SO_3
Ácido Sulfídrico	H_2S
Hidrógeno	H
Vapores Nitrosos	NO y NO_2
Gases de los Compresores	CO, CO_2 y CH_4
Grisú – Metano	CH_4

Hidrocarburos

Con el nombre de hidrocarburos se denominan los cuerpos en cuya composición solo entran átomos de carbono e hidrógeno.

Estos hidrocarburos pueden ser:

Metano	CH_4
Etileno	C_2H_4
Etano	C_2H_6
Propano	C_3H_8
Butano	C_4H_{10}

Etc.

En todo equipo de salvamento, uno de los salvadores hará funciones de jefe de equipo y su obligación es:

- Dar instrucciones claras a los miembros de su equipo.
- Vigilar el funcionamiento de todos los aparatos de su personal
- Evitar la dispersión de los miembros de su equipo y en casos de poca visibilidad encordarlos si fuese preciso.
- Si uno de los miembros de su equipo se hallase en la imposibilidad de continuar el trabajo, retirará todo el equipo.
- Relevar a intervalos de tiempo cortos el personal con el fin de mantener la continuidad de las labores, particularmente en ambientes húmedos y calientes.
- Si en un momento determinado se interrumpiese la comunicación telefónica, el equipo se retirará y el de reserva saldrá a su encuentro.
- Se tendrán dispuestas mantas y bebidas calientes para los miembros que regresen de las operaciones.
- En el lugar de actuación del equipo de salvamento debe disponerse de algún otro aparato de reserva a fin de sustituir inmediatamente alguno que repentinamente dejase de funcionar.
- En el curso de las operaciones de salvamento, todos los salvadores deben ser muy observadores y sinceros en cuanto a sus impresiones sobre los riesgos que se corren y su estado de ánimo.
- Las circunstancias favorables o desfavorables que cada siniestro ofrece, indicaran el modo de evolucionar y el número de salvadores que han de intervenir, así como también el orden de las operaciones.

Primeros Auxilios:

Todo miembro de una Brigada de Salvamento ha de estar en condiciones y capacitado para prestar los primeros auxilios a la persona que los necesite, por lo que es totalmente necesario que reciban con el mayor esmero posible una formación de "Socorrista" y estar en posesión del carnet.

Propiedades y manifestaciones de los gases en las minas de carbón:

Los principales gases que por diversas causas pueden encontrarse en las minas de carbón son:

Óxido de Carbono	CO
Anhídrido Carbónico	CO_2
Óxidos de Azufre	SO_2 y SO_3
Ácido Sulfídrico	H_2S
Hidrógeno	H
Vapores Nitrosos	NO y NO_2
Gases de los Compresores	CO, CO_2 y CH_4
Grisú – Metano	CH_4

Hidrocarburos

Con el nombre de hidrocarburos se denominan los cuerpos en cuya composición solo entran átomos de carbono e hidrógeno.

Estos hidrocarburos pueden ser:

Metano	CH_4
Etileno	C_2H_4
Etano	C_2H_6
Propano	C_3H_8
Butano	C_4H_{10}

Etc.

PRESENCIA DEL ÓXIDO DE CARBONO "CO" EN LAS MINAS:

El óxido de carbono, es el producto de una combustión incompleta a causa de una insuficiencia de oxígeno para que todo el carbono se transforme en CO_2.

Las causas que originan el CO en las minas son:

- Oxidación del carbón y otras materias orgánicas.
- Combustión incompleta de los explosivos. Además de CO producen gas Sulfídrico y Vapores Nitrosos, todos ellos muy venenosos.
- Combustión del carbón y otros fuegos subterráneos.
- Explosiones de grisú y polvo de carbón.
- Empleo de motores de combustión interna.
- Compresores de aire, caso de emplearse aceite de un punto de inflamación muy bajo. No deben darse en la práctica.
- Lámparas de seguridad, en muy poca proporción.

PROPIEDADES DEL ÓXIDO DE CARBONO "CO":

El CO es uno de los venenos más antiguos de la humanidad, descubierto por Priestley en 1799.

Es un gas algo más ligero que el aire (0,97).

Es inflamable y se convierte durante su oxidación en CO_2.

Su mezcla con el aire para que resulte explosivo, debe ser del orden del 12,5 % al 75 % (límites de explosividad) valor que en la práctica nunca se da.

Es extremadamente tóxico, debido a la propiedad que tiene de combinarse con la hemoglobina de la sangre (constituyente coloreado de la sangre) que sirve de vehículo transportador del oxígeno a los tejidos. Cuando el óxido de carbono ocupa el lugar del oxígeno en la sangre, se interrumpe el aporte del oxígeno a los tejidos en mayor o menor cantidad y la persona se va agotando hasta morirse, si el proceso se prolonga.

La hemoglobina de la sangre, al ponerse en contacto con el óxido de carbono existente en el aire que respiramos, forma un compuesto llamado **"Oxicarbohemoglobina"** muy estable; y en contacto con el Oxígeno, se forma la **"Oxihemoglobina"** que por el contrario es inestable, es decir, cede fácilmente el oxígeno que contiene a los tejidos.

Los efectos que produce el Óxido de Carbono son los mismos que si fuese reducida la cantidad de sangre en circulación.

La acción del óxido de carbono es de acumulación, es decir que aunque exista en pequeñas proporciones en el aire que respiramos, la intoxicación es lenta pero continua, hasta alcanzar el correspondiente grado de saturación.

La afinidad de la hemoglobina de la sangre por el óxido de carbono, es de 250 a 400 veces mayor que por el oxígeno.

El óxido de carbono, es el único gas que comunica un tinte rosáceo a la sangre.

Debe tenerse en cuenta, que el ejercicio muscular, la fatiga mental y el nerviosismo, facilitan la absorción del CO y que la intoxicación del óxido de carbono varía de unos individuos a otros y afecta más a los jóvenes y más robustos.

El tiempo de intoxicación esta igualmente muy relacionado con la proporción de oxígeno en el aire que se respira y la presión atmosférica.

PROCESO DE INTOXICACIÓN:

Los primeros síntomas son zumbido de oídos, gusto dulzón en la boca, mareos, opresión en el pecho, sensación de asfixia, vómitos, temblores, aumento de las pulsaciones, etc.

Siguen a estos síntomas, la pérdida de la fuerza en las piernas y brazos sobre todo en aquellas, que se niegan a sostenernos.

Los principios de intoxicación, son comparables a los de embriaguez, dándose los casos más frecuentes de estado de ánimo, como son atontamiento, congoja, lloros, (en algunos casos risas) pero en general dominan los casos de depresión moral muy acentuada, que afecta igualmente al personal de espíritu más fuerte. Incluso la vista sufre los mismos desarreglos que en la embriaguez por lo que es corriente y muy significativo ver los objetos de tamaño distinto y tropezar con frecuencia contra cualquier objeto.

Es muy corriente que una persona con cierto grado de intoxicación pierda el conocimiento al pasar a un lugar de temperatura inferior. Esta inconsciencia es peligrosa y se debe sacar de este estado recurriendo a medios incluso violentos aunque puedan parecer inhumanos, como pueden ser fuertes sacudidas y bofetadas para hacerlos reaccionar.

Estas reacciones, suelen presentar al individuo irascible, llorando, riendo, desvariando, etc. De persistir el estado comatoso, puede sobrevenir la muerte.

Si la intoxicación no ha llegado a determinar la pérdida de conocimiento, no es grave , procede no dejar dormir al enfermo sometiéndolo al tratamiento que indicaremos.

Una corta exposición en un elevado porcentaje de CO lesiona menos los órganos y tejidos, que una permanencia prolongada a una atmósfera que contenga menor proporción de CO.

PERIODOS DE INTOXICACIÓN:

1º.- Periodo inicial o de rápida invasión.

2º.- Periodo de absorción progresiva.

3º.- Periodo de equilibrio.

Periodo Inicial.-

Tan pronto como aspiramos aire que contenga CO, este se combina con la sangre en mayor cantidad, remitiéndose este proceso a cada aspiración en un periodo de tiempo según el porcentaje de CO y la actividad mantenida.

Periodo de absorción progresiva.-

Se ha comprobado que durante la primera media hora y para cantidades de CO entre 0,001 y 0,0001 las intoxicaciones son proporcionales a estos porcentajes y al tiempo de permanencia.

Periodo de equilibrio.-

Después de cierto tiempo, la fijación del CO en la sangre tiene lugar más levemente, cesa al llegar a un máximo y a partir de este momento la sangre no fija la menor cantidad de CO. Es llamado "periodo de equilibrio" que empieza cuando la sangre ha almacenado el grado de saturación correspondiente al porcentaje de Co en el aire respirado.

COEFICIENTE DE ENVENENAMIENTO.

Con el fin de poder apreciar el grado de intoxicación, se ha establecido el coeficiente de envenenamiento que es la relación de la oxicarbohemoglobina a la hemoglobina total.

Así cuando se dice que el coeficiente de envenenamiento es de 0,50 se da a entender que el 50 % de la hemoglobina de la sangre se ha transformado en oxicarbohemoglobina.

Debemos tener en cuenta, dos valores de este coeficiente de envenenamiento; el que corresponde al momento en que empiezan a notarse los primeros síntomas y aquel para el que empieza a peligrar la vida.

Los primeros síntomas comienzan sobre el 30 al 40 % (se entiende por síntomas claros y fuertes) y el peligro de muerte está sobre el 60 % en adelante.

Personas con anomalías cardiacas y renales, acusan los efectos mucho antes.

RESUMEN.

Las proporciones de CO inferiores a 0,02 % (200 ppm) son prácticamente inofensivas.

La acción tóxica del óxido de carbono, es menor si el aire contiene algo de CO_2 y al contrario, la falta de oxígeno acentúa sus efectos.

La permanencia en una atmósfera que contenga 0,1 % de CO (1.000 ppm) no es mortal pero no pasaran muchos minutos sin que se sientan dolores de cabeza, vértigos, palpitaciones, etc.

Finalmente, una atmósfera que contenga 0,2 % de CO (2.000 ppm) es mortal, pues los síntomas anteriores serán rápidos y más intensos.

NOTA IMPORTANTE.

Pese a estas consideraciones hemos de atenernos a las indicaciones de nuestro Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera e I.T.C.s que lo complementan. (I.T.C. 04.7.02)

La peligrosidad del CO comienza cuando el contenido de CO llega al 2 por 100.000 (20 ppm).

Si llegase a 5 por 100.000 (50 ppm) debe desalojarse el personal

Se usa para su detección y medición el detector DRAGER.

TRATAMIENTO DE LOS INTOXICADOR POR CO "IN SITU".

Ya sabemos que la intoxicación por CO imposibilita el transporte de oxígeno a los tejidos.

Sabemos también que la insuficiencia de oxígeno durante 10 minutos, puede determinar lesiones graves en los centros nerviosos del cerebro.

Por consiguiente, la condición indispensable para combatir el envenenamiento producido por el CO, es procurar la rápida renovación de la sangre, saturada en mayor o menor proporción, por sangre suficientemente oxigenada.

El procedimiento a seguir será el siguiente:

1.- Se retirará a la víctima de la atmósfera viciada evitando su enfriamiento.

2.- Si ha perdido el conocimiento, se le hará la respiración artificial. Aplicarle oxígeno puro hasta que reaccione. Se le colocaran botellas de agua caliente, ladrillos, bolsas de arena, lámparas de gasolina u otros objetos calientes en la planta de los pies, sobre el estómago y bajo las axilas friccionándole las piernas de abajo hacia arriba.

3.- Cuando reaccione, se le deja respirar aire puro, pero reanudándole la inhalación de oxígeno nuevamente, tan pronto como recaiga la respiración.

4.- Procurar que no duerma.

5.- Se le retendrá en la mina, el tiempo necesario para que se normalice la respiración. El transporte al exterior se hará bajo una vigilancia constante.

6.- Se le puede dar café solo bien caliente. Jamás alcohol.

7.- No dar aspirinas u otros estimulantes.

8.- Mantenerlo en estado de reposo sin que se duerma.

FORMACIÓN DEL ANHIDRIDO CARBÓNICO "CO_2" EN LAS MINAS.

Las causas que producen el Anhídrido Carbónico "CO_2" en las minas son las siguientes:

1.- Por la respiración de las personas

2.- Por las lámparas de gasolina.

3.- Por las máquinas de combustión interna.

4.- Por el consumo de explosivos.

5.- Por la descomposición de la madera y oxidación del carbón

6.- Por la formación de incendios

7.- Por las explosiones de grisú y polvo de carbón.

8.- También suele encontrarse aunque en pequeñas proporciones en las porosidades del carbón y en los hastiales.

Se detecta el CO_2 por medio de las lámparas de seguridad y con los detectores apropiados.

PROPIEDADES DEL ANHIDRIDO CARBÓNICO "CO_2" :

El CO_2 es un gas sin color, ni olor, con un sabor ligeramente ácido, peso específico 1,53, se disuelve bien en agua.

- Es inofensivo para la salud de las personas hasta 0,5 %.
- Con el 3 % la lámpara empieza a apagarse y la frecuencia de la respiración aumenta.
- Con el 5 % la lámpara se apaga y la respiración se triplica.
- Con el 10 % puede producir un estado comatoso.
- Con el 20 % al 25 % puede producir la muerte en algunos segundos.

En pequeñas cantidades estimula la respiración.

Los mineros experimentados reconocen la presencia de CO_2 por:

- La dificultad en la respiración, el calentamiento de las piernas y de la piel que enrojece.
- Dolor de cabeza y decaimiento en general.

Concentraciones mayores provocan la tos, aceleración de la respiración y accesos de temblor.

Por lo general, las minas viejas tienen mucha mayor cantidad de CO_2 en la corriente de retorno que las minas nuevas. En las minas bien ventiladas, el contenido de anhídrido carbónico comúnmente no sobrepasa el 0,25 % (según volumen) y en la corriente de aire saliente 0,75 %.

Conviene señalar una particularidad del reglamento de seguridad ruso, que clasifica las minas de carbón según el desprendimiento de CO_2 por tonelada de producción diaria en cuatro grupos:

I grupo ..... hasta 5 m^3/t.

II grupo ..... de 5 a 10 m^3/t.

III grupo ..... de 10 a 15 m^3/t.

IV grupo ..... más de 15 m^3/t.

La cantidad de CO_2 producida por la respiración de las personas es relativamente muy pequeña, comparada con otras fuentes de producción de CO_2. Así un personal de 500 mineros produce, trabajando al máximo, 0,25 m^3 de CO_2 por minuto. En el aire espirado por el hombre hay alfo menos de un 4 % de anhídrido carbónico.

El anhídrido carbónico al ser bastante más pesado que el aire se acumula en el piso de las labores y en las partes inferiores de las labores inclinadas.

El antiguo Reglamento de Policía Minera y en su artículo 111, establecía un máximo en la corriente general de retorno del 0,60 % de CO_2. Actualmente la concentración límite admisible viene contemplada en la I.T.C. 04.7.02 y es de 5.000 p.p.m. de CO_2 **(0,50 % de CO_2)** a lo largo de una jornada de 8 horas.

Se considerará que en los lugares donde haya personal trabajando, el contenido de CO_2 no debe pasar de 1,25 % aunque no existe peligro alguno si llegase al 2,5 %.

Pasando de la concentración del 1,25 % **(12.500 p.p.m. de CO_2)** debe retirarse el personal de modo inmediato. (**I.T.C. 04.7.02**)

OXIDOS DE AZUFRE O ANHÍDRIDO SULFUROSO (SO_2).

Es un gas incoloro, sofocante, con fuerte olor sulfuroso, inflamable, muy pesado (2,26). Se disuelve fácilmente en el agua.

Muy venenoso; ya con una concentración en el aire de 0,001 % ataca las mucosas y con 0,05 % es peligroso para la vida.

Comúnmente se encuentra en cantidad insignificante en el aire de minas. Se forma por combustión de carbones con fuerte contenido de azufre, durante la dinamitación de ciertos minerales sulfurosos, por desprendimientos de carbón y rocas con ácido sulfhídrico.

La concentración máxima en un lugar de trabajo está fijada en 5 p.p.m. **(I.T.C. 04.7.02)**

ACIDO SULFHÍDRICO (H_2S).

Es un gas incoloro, con un característico olor a huevos podridos y gusto azucarado; de peso específico 1,19. Se origina en la descomposición de la pirita de hierro y de sustancias orgánicas que contengan azufre.

Arde y cuando su concentración alcanza el 6 %, forma mezcla explosiva. Es fácilmente soluble en agua.

Fuertemente venenoso, irrita las mucosas de los ojos y de los conductos respiratorios y ataca el sistema nervioso.

El envenenamiento peligroso se produce en media hora con un contenido de 0,05 % y con 0,1 % rápidamente sobreviene la muerte.

A pesar de que a primera vista el H_2S es mucho más tóxico que el CO, dos de sus propiedades lo hacen menos peligroso y los accidentes con ácido sulfhídrico se presentan muy raramente.

La primera es su olor característico, inmediatamente reconocible.

La segunda, que la víctima retirada a tiempo se repone rápidamente en algunas horas al aire libre, sin conservar rastros de envenenamiento, ni alteración en la sangre.

Pero el sentido del olor no puede ser considerado como medio de detección ya que después de una a dos inhalaciones, los nervios olfativos se paralizan y el olor del mismo no puede ser detectado más.

El tratamiento de víctimas de intoxicación aguda por H_2S consiste en transportar inmediatamente al enfermo al aire puro, sometiéndolo a respiración artificial o inhalaciones de oxígeno.

Mientras que en las personas intoxicadas por CO se observa un enrojecimiento en la piel, el cual no desaparece en accidentes mortales, la sangre de los accidentados por H_2S es de color verdoso; el mismo color tiene su piel.

Las fuentes de formación del ácido sulfhídrico en la mina son: putrefacción de sustancias orgánicas, descomposición de minerales,(descomposición de la pirita de hierro y de sustancias orgánicas que contengan azufre) desprendimientos de grietas (minas de sal de asfaltita, etc.), pega de barrenos (particularmente en combustión incompleta del explosivo, mecha; a veces acompaña al metano.

En vista de la gran solubridad del H_2S en el agua y su venenosidad, hay que acercarse con cuidado a las acumulaciones de agua, donde se percibe su olor, así como la caída en el agua de algún objeto que pueda provocar algún desprendimiento del gas.

Los reglamentos de seguridad de algunos países fijan el contenido máximo de H2S en el aire:

USA --- 0,002 %

URSS --- 0,00066 %

La compañía Dräger fabrica los tubitos de prueba para concentraciones de 0,05 a 0,2 % de H_2S y fijan la cantidad máxima en el lugar de trabajo en 10 p.p.m. (0,001 %)

Este procedimiento es el que habitualmente se utiliza para su detección y medición.

HIDRÓGENO (H_2).

Símbolo químico H_2

Peso específico 0,07

Es un gas inflamable y explosivo cuando se mezcla con el aire según la fórmula:

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 + 2 N_2 = H_2O + 2N_2$$

Límite inferior de inflamabilidad 4 % a 20 º y 760 mm.

Límite superior de inflamabilidad 75,6 % a 20 º y 760 mm.

Temperatura de inflamación 560 º

La mezcla más potente corresponde a una mezcla de 71,4 % de aire y 28, 6 % de Hidrógeno.

Para la respiración es un gas inofensivo y se comporta respecto a los pulmones y corazón como el Nitrógeno.

El Hidrógeno es más fácilmente inflamable que el Metano y las lámparas de seguridad no ofrecen las mismas garantías con el Hidrógeno que con el grisú.

Esta inseguridad se debe a que las moléculas de Hidrógeno son menores que las del metano y por tanto pasan fácilmente a través de la rejilla aunque esta sea doble, caso de las lámparas.

En las minas de hulla el hidrógeno es una excepción. Sin embargo durante los incendios y explosiones de grisú se puede formar hidrógeno cuando el carbón incandescente se pone en contacto con el vapor de agua.

El hidrógeno puede acompañar al metano en las minas de hulla; más frecuentemente se encuentra en las minas de potasa.

El procedimiento clásico para la obtención del hidrógeno es la electrólisis a partir del agua por lo que dada la utilización en nuestras minas de las máquinas de acumuladores para la tracción, hace que esté presente en ellas.

Como es más ligero que el aire, tiende a acumularse en las partes altas. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta a la hora de proyectar estas instalaciones particularmente cuando sean interiores.

Por lo que ya se indicó anteriormente, la presencia de las lámparas de seguridad en las cocheras de máquinas debe ser prohibitiva.

Para la detección de este gas se utiliza el Drager previa toma de muestras en botellas apropiadas y que posteriormente son analizadas en el exterior.

Quiere esto decir que es prohibitivo utilizar el Drager para medir hidrógeno in-situ.

Todo indicio de hidrógeno en una atmósfera de mina debe ser eliminada inmediatamente.

VAPORES NITROSOS.

Los Vapores Nitrosos u Óxidos de Nitrógeno (NO y NO_2) se forman en las minas con el empleo de los explosivos, particularmente en explosiones incompletas de las dinamitas.

También son componentes de los gases de escape de las máquinas diesel y de gasolina.

La composición de lo Óxidos de Nitrógeno depende de las condiciones de su formación, temperatura y humedad. Comúnmente se forma Óxido Nitroso (NO), un gas incoloro con peso específico 1,04 que se oxida con el oxígeno del aire y que pasa a óxido nítrico (NO_2) con un peso específico de 1,58. El óxido nítrico es un gas pardo rojizo que se disuelve fácilmente en el agua.

Estos gases son muy tóxicos. Se disuelven en la humedad de los pulmones formando ácidos nítrico y nitroso, que corroen las vías respiratorias y la aspiración de cantidades aún pequeñas puede provocar la muerte. El NO_2 también puede provocar irritación en los ojos puesto que ataca las mucosas de los mineros.

Una respiración corta de vapores nitrosos provoca una tos irritante que se prolonga algunas horas después de lo cual viene el restablecimiento. La respiración de cantidades mayores provoca inmediatamente tos irritante, dolor de cabeza y vómitos. El envenenamiento mortal se produce rápidamente con concentraciones de 0,02 %

Una particularidad muy engañosa de la acción tóxica de los óxidos de nitrógeno es que la intoxicación aparece después de cierto tiempo. Una persona después de respirar durante algún tiempo vapores nitrosos puede regresar a casa sin molestias, comer con normalidad y morirse después de unas 20 horas por encharcamiento de los pulmones con ácidos nítricos y nitrosos. Son frecuentes las intoxicaciones de mineros en topes ciegos y mal ventilados.

Se detectan estos gases con el detector Drager y sus concentración máxima en un lugar de trabajo está fijada en 5 p.p.m. y el peligro inmediato de vida en 200 p.p.m.

GAS DE COMPRESORES.

Estos gases en cuya composición entran el CO y el CH_4 se forma en los compresores por descomposición del aceite lubricante. Llegan a los frentes de trabajo y producen el envenenamiento del personal.

Los medios de precaución contra la contaminación del aire comprimido son:

- Utilización como lubricantes únicamente minerales con alto punto de inflamación.
- Control del sistema de refrigeración.
- Purgar los recipientes de compresores, de los aceites acumulados.

Es decir, que un volumen de metano-grisú quema todo el oxígeno que está contenido en 11 volúmenes de aire.

Con un contenido de metano en el aire por encima de 1 a 11, según volumen, el oxígeno no alcanza para quemar todo el metano o grisú y la reacción puede conducir a la aparición de ciertas cantidades de CO y H_2.

$CH_4 + O_2 + = CO + H_2 + H_2O$

La presencia del grisú, puede aparecer en cualquier terreno donde se hayan carbonizado restos orgánicos. Sin embargo, con mayor o menor regularidad y en cantidad, aparece solamente en las hullas.

Se encuentra comprimido en los poros del carbón, así como en los hastiales cuando estos son porosos o están fisurados.

Dada su peligrosidad por las causas ya expuestas, es hoy en día uno de los mayores peligros para el personal de las minas.

El grisú se mezcla fácilmente con el aire y una vez mezclado no se separa jamás a no ser por licuación. Para sanear las minas de grisú se recurre a la ventilación.

El grisú, no es venenoso. La acción del grisú sobre la respiración es similar a la del Nitrógeno. La mezcla de un 80 % de metano con un 20 % de oxígeno no provoca otros efectos que un simple dolor de cabeza. El grisú es mortalmente peligroso cuando a consecuencia de su existencia en el aire que respiramos disminuye el contenido de oxígeno necesario para la respiración.

Si a 100 litros de aire se añaden **x** litros de grisú, la mezcla tendrá una concentración de oxígeno de :

$$\frac{21}{100 + x} * 100$$

Como una proporción del oxígeno del 16 % ya es peligroso se puede deducir que la concentración correspondiente en grisú será:

$$\frac{21}{100 + x} * 100 = 16 \quad \rightarrow \quad x = 31\ \%$$

Como el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera dice que en ningún punto de la mina el porcentaje de O2 debe ser inferior al 19 %, resulta que teniendo en cuenta el grisú en lo que se refiere a desplazador de oxígeno, podríamos admitir un máximo de:

$$\frac{21}{100 + x} * 100 = 19 \quad \rightarrow \quad x = 10\ \%$$

En la minería se conoce muchos casos mortales por aspiración accidental de grisú puro en tramos ciegos, muy especialmente en labores de fuerte buzamiento.

El Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera clasifica las minas en atención al grisú como sigue:

1ª Categoría --- Minas sin grisú

2ª Categoría --- Minas con poco grisú.

Son aquellas en que este gas se encuentra en proporciones menores del 0,3 % en la corriente general de retorno.

3ª Categoría --- Minas con mucho grisú.

Son aquellas en que este gas se encuentra en proporciones mayores del 0,3 % y menores del 0,6 % en la corriente general de retorno.

4ª Categoría --- Minas con desprendimientos súbitos de grisú.

Se entiende por desprendimientos súbitos de grisú, la invasión rápida por dicho gas de un frente de trabajo, con derrumbamientos y proyección del frente.

Según el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, el contenido de grisú no excederá del 0,8 % en la corriente general de retorno (ITC 05.0.02), y del 1,5 % en las restantes labores de la mina, salvo talleres electrificados que será del 1%.

El grisú se detecta en las minas con lámparas de seguridad y con los detectores llamados grisuómetros.

Hoy en día se van instalando Estaciones de telegrisuometría.

Explicar: Funcionamiento de la lámpara de seguridad así como de los grisuómetros.

grisú es de cierta consideración, tiende a producirse una estratificación de este gas sobre las capas más densas del aire.

Se ha estudiado como se ve en la figura que al acercar una lámpara a un techo de mina donde existe estratificación con una concentración de hasta el 30 % de grisú en la parte más superior de la misma y de 0,50 % a una distancia del techo de 30 cm. la lámpara no da ninguna indicación de gas y por tanto de peligro.

Los orificios de entrada de aire a la lámpara están en efecto situados en el borde inferior de la jaula, es decir a unos 20 cm. de la parte superior de la lámpara.

Como la lámpara no puede determinar más que la cantidad de metano en el aire que penetra en su interior, no se producirá ninguna indicación en una capa de mezcla aire-grisú, de menos de 15 a 20 cm. de espesor, que puede existir con frecuencia en el techo de una galería.

Esta es la explicación más probable de ciertas explosiones ocurridas en los trabajos donde la lámpara de llama no había detectado indicación alguna de grisú.

Las lámparas de llama tienen además las paredes externas ligeramente calientes y provocan una corriente ascendente de aire a su alrededor y como se aprecia en la figura modifican las líneas de gradiente de concentración del grisú, tanto más cuanto más calientes estén las paredes externas de la lámpara.

En estas condiciones, es fácil comprender que a los orificios de entrada de aire de la lámpara llega un aire con muy poco o nada de grisú.

A estas consideraciones se ha llegado como consecuencia de los interesantes estudios sobre la estratificación del metano.

EFECTOS DE DEFICIENCIA DE OXÍGENO.

Queremos recordar aquí los efectos que producen en el cuerpo humano las deficiencias del oxígeno en el aire que respiramos de acuerdo don HENDERSON.

CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO (%)	SÍNTOMAS
21	Aire puro
18	Este nivel de concentración, está considerado déficit de oxígeno, de acuerdo con las Normas de prevención del déficit de oxígeno.
16 a 18	Aumenta el pulso y la respiración. Hay que esforzarse para concentrarse sobre alguna cosa. La ejecución de los trabajos se deteriora. Dolor de cabeza.
9 a 14	El juicio se deteriora. Un estado mental excitado e inestable. Inestabilidad a los pinchazos, etc. Falta de memoria. Aumento de la temperatura del cuerpo. Cianosis.
6 a 10	Inconsciencia. Perturbación en el sistema nervioso central. Espasmos. Cianosis.
Estado continuo de 6 a 10	Coma. Disminución de la respiración. Cese de la respiración.
Inferior a 6	El corazón se para en 6 a 8 segundos.

INCENDIOS SUBTERRANEOS Y SUS CAUSAS.

Los incendios subterráneos ocupan el segundo lugar por el número de víctimas, después de las explosiones de grisú y polvo de carbón. El peligro esencial de los incendios subterráneos reside en la posibilidad de envenenamiento y asfixia del personal por los productos gaseosos de la combustión.

Un ejemplo de una catástrofe lo presenta el accidente producido el día 8 de agosto de 1956 en la mina belga de Bois de Cazier, en el cual pereció todo el turno de personal que constaba de 263 hombres.

Los incendios en las minas grisuosas de hulla suelen acompañarse de explosiones de grisú y polvo de carbón lo que complica la lucha contra los mismos y aumenta el peligro para los mineros.

Los incendios mineros se clasifican según las causas de su origen en:

- Exógenos .- Incendios por contacto de cuerpos en ignición con carbón, maderas u otros cuerpos combustibles (exógenos)
- Endógenos.- Incendios por autoinflamación del carbón en los frentes de arranque, macizos mal limpios, irregularidades tectónicas, irregularidades de explotación etc.

Estos últimos basados en la teoría del complejo carbono-oxígeno son los más generalizados, lo0 que hace que la mayoría de las veces no se pueden ver sino que se revelan por los gases producto de la combustión y por el "tufo" que en el argót minero llamamos al olor característico que acompaña a tal fenómeno.

Estos gases son:

- El Anhídrido Carbónico CO_2
- El Óxido de Carbono CO
- Hidrocarburos procedentes de la destilación de los carbones y que diluidos en el aire producen mezclas explosivas y que ya mencionamos.

De un modo general puede decirse que el mal relleno de las labores explotadas, las grietas y cavidades producidas por los hundimientos, ponen en comunicación dos niveles a presiones diferentes y se establece una corriente de ventilación.

Si estas cavidades o grietas están más o menos ocupadas por restos de carbón triturado y fácilmente oxidable, al circular una pequeña cantidad de aire, se inicia dicha oxidación con la consiguiente producción de calor y como las pérdidas de calor por irradiación son mínimas, irá elevándose la temperatura de una forma gradual, llegando a alcanzar un grado peligroso.

Podemos admitir como norma general, que los incendios están íntimamente ligados con los incendios de la explotación y que el seguir una política de tabicar todas las labores abandonadas es el medio más seguro para evitar incendios, además de otras ventajas.

Desde el punto de vista de seguridad del personal, ya hemos dicho que los incendios son de efectos catastróficos.

Con respecto a la explotación y aún en los casos más favorables, suelen perturbar enormemente la marcha normal de los trabajos y originar cuantiosas pérdidas.

Las consecuencias de un incendio son difíciles de calcular y de prever; pueden ser de fácil localización y confinación y van hasta la imposibilidad de combatirlos, llegando a perderse grandes aéreas de explotación.

En las minas Asturias se cuenta con dos experiencias en las cuales hubo necesidad de inundar dos pozos de extracción.

Los incendios originados en las entradas de aire son los más peligrosos.

DESCUBRIMIENTO DE FOCOS DE INCENDIOS.

Los incendios subterráneos se descubren principalmente según indicios exteriores, por nuestros órganos de los sentidos, aumento de la humedad del aire, aparición de neblina y roció sobre la madera y las paredes de las labores; aumento de la temperatura del aire y de las paredes de las labores; aparición de olores de incendio y más tarde de humos y a veces llamas.

Al producirse en algún lugar de la mina un calentamiento anormal, cambia visiblemente la composición del aire de las minas, disminuye el contenido de oxígeno y aumenta el de anhídrido carbónico. Comparando los resultados del análisis del aire y de las mediciones de la temperatura se puede juzgar el desarrollo del incendio.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LAS MINAS.

En vista de los riesgos que acarrean los incendios en las minas, las medidas de prevención contra los mismos deben ser el primer problema en el complejo general de las medidas de defensa contra los mismos y que podemos resumir en:

1.- Sistemas de explotación adecuados.

2.- Pérdidas mínimas de carbón.

3.- Explotaciones por secciones separadas y fácilmente aislables.

4.- Avance rápido de las labores en arranque.

5.- Ejecución de las labores de preparación con un adelanto de tiempo no muy grande con respecto al arranque.

6.- Tabicar labores abandonadas.

7.- Buen relleno del espacio explotado.

8.- Una corriente de aire demasiado viva, puede dar lugar a numerosas filtraciones de aire a través de rellenos o labores mal aisladas.

9.- Igualmente una corriente de aire débil puede facilitar calentamientos al disminuir su poder de refrigeración.

10.- Los macizos de carbón se consideran nidos de fuegos.

11.- Las campanas en el cielo de las labores han originados numerosos incendios. Deben ser rellenadas con espumas u otros materiales compactos y nunca con madera.

Ni que decir tiene que podríamos seguir enumerando causas posibles de evitación de incendios.

EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN LAS MINAS DE CARBÓN.

Cada fuego constituye un caso particular y cuanto mayor sea el número de incendios que hayamos combatido, mayor será nuestra experiencia y por tanto nuestra garantía de éxito. No se pueden establecer reglas concretas aunque si podemos decir que fuego pisado es fuego apagado.

Al producirse un incendio hay que:

- Actuar rápidamente, incluso con medios primitivos.
- Poner al personal al abrigo de toda intoxicación por monóxido de carbono.
- Alertar a la estación de Salvamento minero.
- Etc.

Para organizar la extinción de un incendio hay que tener en cuenta su situación con respecto al resto de las labores, adyacentes, distribución de la ventilación o intensidad de la misma, presencia o ausencia de grisú, composición y cantidad de gases que desprende, etc. El estudio de todas estas circunstancias nos sugerirán las primeras determinaciones a tomar.

Debemos tener muy en cuenta, en tanto haya personal en la mina, el meditar cuantas medidas se adopten, pues su vida depende muchas veces de la determinación que tomamos y la responsabilidad que adquirimos es grandísima.

Los métodos a seguir pueden reducirse a dos:

- Ataque directo.
- Por atufamiento.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LAS MINAS.

En vista de los riesgos que acarrean los incendios en las minas, las medidas de prevención contra los mismos deben ser el primer problema en el complejo general de las medidas de defensa contra los mismos y que podemos resumir en:

1.- Sistemas de explotación adecuados.

2.- Pérdidas mínimas de carbón.

3.- Explotaciones por secciones separadas y fácilmente aislables.

4.- Avance rápido de las labores en arranque.

5.- Ejecución de las labores de preparación con un adelanto de tiempo no muy grande con respecto al arranque.

6.- Tabicar labores abandonadas.

7.- Buen relleno del espacio explotado.

8.- Una corriente de aire demasiado viva, puede dar lugar a numerosas filtraciones de aire a través de rellenos o labores mal aisladas.

9.- Igualmente una corriente de aire débil puede facilitar calentamientos al disminuir su poder de refrigeración.

10.- Los macizos de carbón se consideran nidos de fuegos.

11.- Las campanas en el cielo de las labores han originados numerosos incendios. Deben ser rellenadas con espumas u otros materiales compactos y nunca con madera.

Ni que decir tiene que podríamos seguir enumerando causas posibles de evitación de incendios.

EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN LAS MINAS DE CARBÓN.

Cada fuego constituye un caso particular y cuanto mayor sea el número de incendios que hayamos combatido, mayor será nuestra experiencia y por tanto nuestra garantía de éxito. No se pueden establecer reglas concretas aunque si podemos decir que fuego pisado es fuego apagado.

Al producirse un incendio hay que:

- Actuar rápidamente, incluso con medios primitivos.
- Poner al personal al abrigo de toda intoxicación por monóxido de carbono.
- Alertar a la estación de Salvamento minero.
- Etc.

Para organizar la extinción de un incendio hay que tener en cuenta su situación con respecto al resto de las labores, adyacentes, distribución de la ventilación o intensidad de la misma, presencia o ausencia de grisú, composición y cantidad de gases que desprende, etc. El estudio de todas estas circunstancias nos sugerirán las primeras determinaciones a tomar.

Debemos tener muy en cuenta, en tanto haya personal en la mina, el meditar cuantas medidas se adopten, pues su vida depende muchas veces de la determinación que tomamos y la responsabilidad que adquirimos es grandísima.

Los métodos a seguir pueden reducirse a dos:

- Ataque directo.
- Por atufamiento.

ATAQUE DIRECTO.-

Este método consiste simplemente en atacar el fuego directamente con extintores, agua, arena, espumas, gases inertes, etc.

Se debe disponer de estos materiales en abundancia, así como utilizarlos en las debidas condiciones de seguridad muy especialmente cuando se emplea el agua como medio de extinción

Sabido es el poder de extinción del agua que moja la superficie en combustión y las secciones vecinas protegiéndolas.

El agua posee gran poder calorífico y calor latente de evaporación (1 litro de agua, al ser transformado en vapor, absorbe 629 Kcal) y en consecuencia enfría las superficies por debajo de la temperatura necesaria para sostener la combustión:

Los inconvenientes del agua son:

Al ser conductor de la electricidad hay peligro de recibir descargas eléctricas si existiesen tendidos eléctricos en tensión.

Al ser inyectada o proyectada hacia el foco de combustión, el agua se transforma rápidamente en vapor y puede disociarse en oxígeno e hidrógeno, cuya mezcla es explosiva.

Teniendo en cuenta esta circunstancia, no se debe dirigir el agua al centro del foco sino sobre la periferia menos caliente del incendio. De este modo se irá consiguiendo una disminución de la temperatura en los alrededores del incendio y se irá eliminando este.

El rápido enfriamiento de las rocas contiguas al incendio pueden dar lugar a resquebrajamientos de las mismas produciendo hundimientos que dificultarían posteriormente el ataque directo del incendio.

Es necesario inculcar al personal ideas claras así como disponer de todos los medios necesarios para atacar directamente un incendio.

La ventilación de mina con incendios debe estudiarse cuidadosamente y durante el periodo de lucha no deben introducirse modificaciones en la misma, a menos con un profundo conocimiento de causa y siempre con el mínimo de personal en el interior.

ORDEN DE CIERRE DE LOS TABIQUES.-

El orden de cierre de los tabiques es una cuestión muy discutida ya que es la fase más peligrosa en la lucha contra los incendios, por existir el peligro de explosiones bien por el grisú, bien por hidrocarburos o por ambos.

Existen tres tendencias.-

1ª.- Considerada hoy impropia; de tendencia belga y que considera cerrar primero la salida.

2ª.- Que aconseja el cierre simultaneo de la entrada y la salida (de tendencia alemana)

3ª.- De tendencia francesa, hoy también admitida en Alemania y que aconseja cerrar primero la entrada.

La cuestión es de una complejidad muy grande ya que las diversas circunstancias que concurren en un incendio son tantas que resulta muy aventurado dar normas generales.

RIESGOS DE EXPLOSIONES EN EL CIERRE DE LOS TABIQUES.-

MINAS SIN GRISÚ.-

Aunque las minas no sean grisuosas existe el peligro de explosiones de los gases de la destilación de los carbones particularmente en las minas sin rellenos o mal rellenadas, al ponerse en contacto con el incendio estos gases.

En las minas mal rellenadas, explotadas por hundimientos, soutirage, etc, hay que tener en cuenta que el incendio suele ser encubierto (no se ve) por lo que procede atufarlo lo más rápido posible por medio de tabiques.

En explotaciones con rellenos completos, disminuye enormemente el riesgo de explosiones ya que no existen huecos importantes donde acumularse gases y más que nada la ventilación hace que estos no se acumulen.

Resumiendo, podemos admitir que no es necesaria la existencia del grisú para que puedan sobrevenir explosiones.

CONQUISTA DE UNA ZONA TABICADA.-

Para iniciar los trabajos de reconquista, es preciso asegurarse de la extinción del incendio. Se admite que la ausencia de CO y por el contrario la presencia de CO_2 en los gases de la zona tabicada, es la mejor prueba de que el incendio está apagado.

El método a seguir será el siguiente:

En primer lugar se tomará una muestra de los gases de la zona aislada en el tabique de salida de gases, sirviéndose de los tubos de vigilancia colocados al efecto.

Analizados estos gases nos indicaran:

Existencia de cantidades apreciables de CO → El incendio continúa

No hay indicios de CO y si los hay de CO_2 en cantidad → El incendio estará apagado

Se dejará evacuar de un modo lento los gases almacenados en la zona tabicada procurando diluirlos en la corriente de ventilación.

Además del CO_2 pueden existir grisú e hidrocarburos.

Se abrirán a continuación los tabiques de entrada a fin de que se establezca una corriente de ventilación. Esta se abrirá cuando no exista diferencia de presión en la salida.

Se analizarán repetidamente la naturaleza de los gases de salida una vez establecida la ventilación. A la menor aparición de CO se cerrará nuevamente la entrada y posteriormente la salida.

FORMACIÓN PRÁCTICA DEL BRIGADISTA.-

Entrenamiento.-

El entrenamiento del personal de salvamento Minero es de una importancia extrema y jamás debe dejarse en el abandono, pues sabido es que las actuaciones de las Brigadas se presentan inesperadamente así como igualmente se desconocen la peligrosidad y duración de sus actuaciones.

Este entrenamiento se divide en dos periodos o fases bien diferenciadas y que son:

Entrenamiento preliminar o primario (personal de nuevo ingreso en estos servicios)

Entrenamiento periódico

Entrenamiento preliminar

Como ya se dice más arriba, este entrenamiento va destinado al personal que ingresa en estos servicios y puede seguir el siguiente orden:

1 er Día.-

Colocación del aparato respiratorio bajo la supervisión personal de la Brigada.

Con la circulación de oxígeno abierta permanecer en pie durante 5 minutos, acomodando el peso y el ajuste del aparato al cuerpo y asegurarse de que su función respiratoria se desarrolla con normalidad.

Caminar durante 10 minutos a un promedio de 5 Km/h.

Realizar recorridos por la galería de práctica durante 10 minutos a ritmo normal o más bien despacio.

Tirar 20 veces de una cuerda con un peso de 20 Kg.

Levantar 20 veces desde el suelo y hasta la altura del hombro un peso de 20 Kg.

Caminar a un promedio de 5 km. Hora hasta completar una hora de uso de aparato.

4.- Incendios y peligro de explosiones

Origen y causas

Métodos para la extinción

Materiales para el control y la extinción

5.- Manejo de máquinas y herramientas

Elementos de corte y elevación

Elementos de ventilación y Comunicación

Desagüe y transporte

6.- Primeros auxilios

Primeros auxilios