



El empleo
es de todos

Mintrabajo

Dräger



II CONGRESO NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO EN SEGURIDAD MINERA

**MONITOREO DE GASES EN MINERIA
SUBTERRANEA DE CARBON**

Ramón Lago Bello

5 de noviembre de 2020



Introducción

Atrás quedaron los días de los sistemas de detección biológica, también conocido como "canarios en una mina de carbón".

Hoy en día la tecnología es menos "biológica" y más confiable.



Sin embargo, aún existen oportunidades para mejorar....



Introducción

- El **Muestreo de Gases** es un componente importante de un programa de seguridad y salud en minería
- Numerosos incidentes, exposición a sustancias químicas y “casi accidentes”, pueden ser directa o indirectamente asociados con prácticas inadecuadas en el muestreo de gases y / o monitoreo



GAS TOXICO



DECRETO 1886 DE 2015 (Septiembre 21)

CAPÍTULO 11 Responsabilidades

13 Asegurar la realización de mediciones ininterrumpidas metano, monóxido carbono, ácido sulfhídrico y contaminantes, antes iniciar las labores y durante la exposición de los trabajadores en explotación minera y mantener el registro actualizado en los libros y tableros de control.

14 Garantizar mantenimiento y calibración periódica de los equipos de medición, conforme a las recomendaciones del fabricante, con personal certificado y autorizado para tal fin.



DECRETO 1886 DE 2015 (Septiembre 21)

ARTÍCULO 39. VALORES LÍMITES PERMISIBLES PARA GASES CONTAMINANTES. En la atmósfera de cualquier labor subterránea, los Valores Límites Permisibles (VLP) para los siguientes gases contaminantes son:

GASES	FÓRMULA	TLV-TWA (ppm)	TLV -STEL (ppm)
Dióxido de Carbono	CO ₂	5000	30000
Monóxido de Carbono	CO	25	-
Ácido Sulfhídrico	H ₂ S	1	5
Anhídrido Sulfuroso	SO ₂	-	0.25
Óxido Nítrico	NO	25	-
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	0.2	-



DECRETO 1886 DE 2015 (Septiembre 21)

Artículo 13. Son obligaciones del personal directivo, técnico y supervisión:

Recorrer antes del inicio y durante cada turno las labores subterráneas y frentes de trabajo, con el fin de identificar los riesgos potenciales para el personal, verificar que las condiciones del aire bajo tierra se encuentre dentro de los valores límites permisibles establecidos en este Reglamento y adoptar las medidas de prevención o control a que haya lugar.



DECRETO 1886 DE 2015 (Septiembre 21)

Parágrafo 2. Las mediciones de estos gases deben efectuarse como mínimo en los siguientes sitios:

1. Todos los frentes de trabajo bajo tierra;
2. Los sitios bajo tierra donde se ubican equipos como: cabezas matrices y tambores de retorno de bandas transportadoras, panzers, equipos para bombeo de aguas subterráneas, sistemas de comunicación con superficie y subestaciones eléctricas bajo tierra;
3. Vías principales de transporte;
4. Vías de tránsito de personal;
5. Comunicaciones con trabajos antiguos o abandonados; y,
6. En cercanía a tabiques que aíslen zonas incendiadas.



Peligros por Gas

Tres tipos principales:

Gas Inflamable	Gas Tóxico	Asfixia
		
Riesgo de Incendio ó Explosión	Riesgo de Envenenamiento	Riesgo de Asfixia
Metano, Butano, Propano	Monóxido de carbono, Cloro	Deficiencia de Oxígeno- El oxígeno puede ser consumido o desplazado por otro gas Como el Nitrogeno



El empleo
es de todos

Mintrabajo

Dräger

Gases Inflamables





Gases Inflamables.

¿Por qué son peligrosos los gases combustibles?

- Pueden no tener olor ni color.
- La mayoría de ellos son altamente explosivos.
- Pueden ser tóxicos en ciertos niveles.
- Los escapes pequeños de gas pueden ser costosos a largo plazo.



Gas Inflamable



Mezclado con el aire en condiciones atmosféricas normales, en presencia de una fuente de ignición, permite la propagación auto sostenida de la llama



Limite Inflamabilidad

- LEL (Lower Explosive Limit)
Limite inferior de explosividad =
V/V de un Gas Inflamable por
debajo de la cual no se forma una
atmosfera explosiva

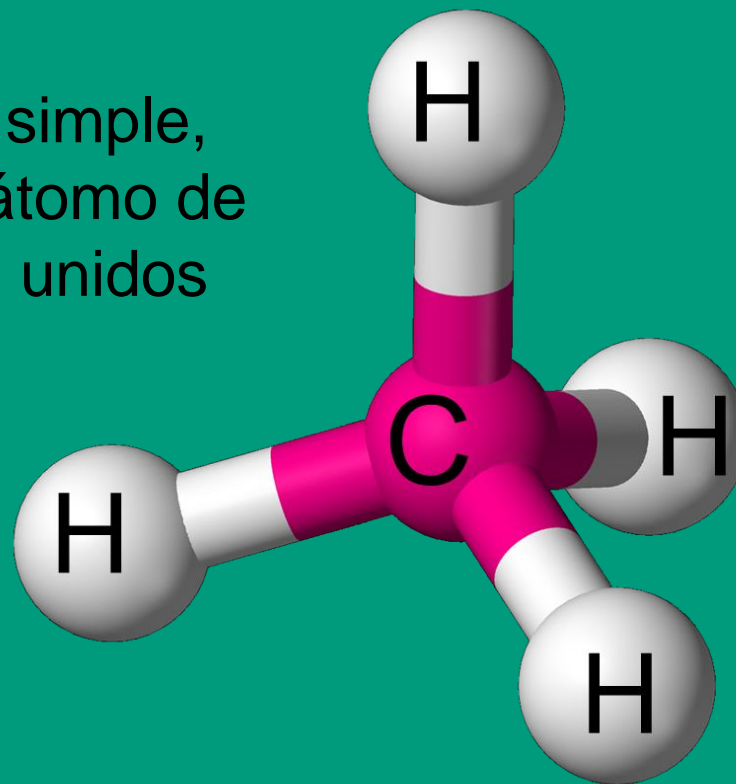
- UEL (Upper Explosive Limit)
Limite Superior de explosividad =
V/V de un Gas Inflamable por
encima de la cual no se forma
una atmosfera explosiva





EL METANO (CH₄)

El metano es el hidrocarburo más simple, su molécula esta formada por un átomo de carbono (C), al que se encuentran unidos cuatro átomos de hidrógeno (H).

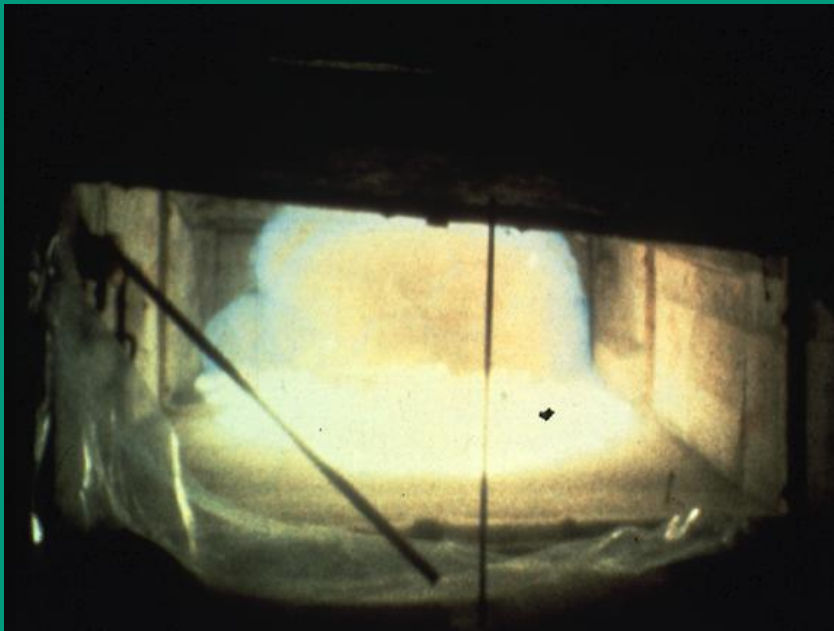




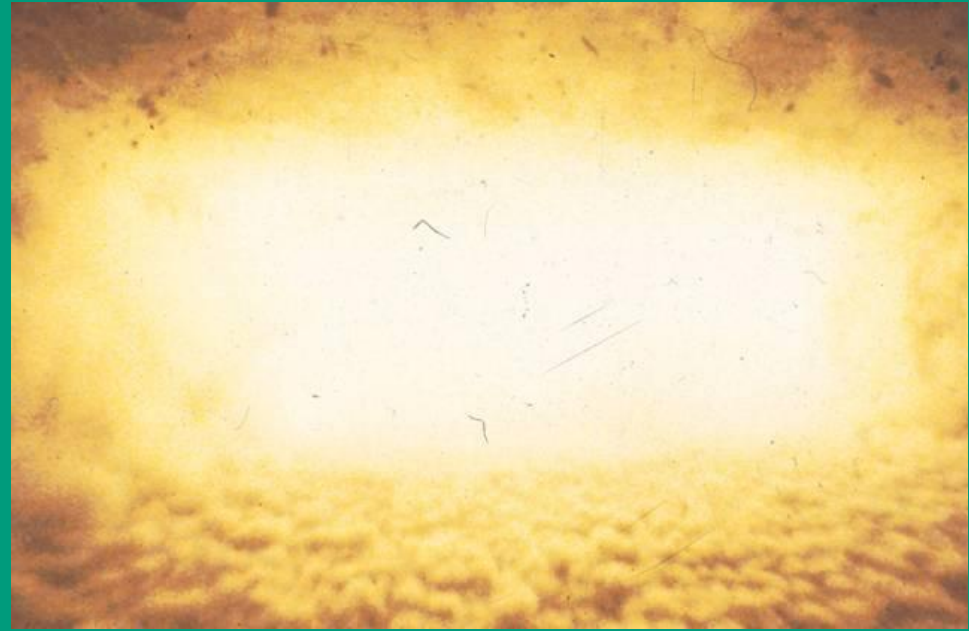
EL METANO (CH₄)

Explosión de metano encendiendo polvo de carbón

Bola de fuego metano - aire



Explosión de polvo de carbón propagándose





Condiciones para una explosión

$$\text{Pr(explosión)} = \text{Pr(d)} \times \text{Pr(f)} \times \text{Pr(I)}$$

- Pr(d) = Probabilidad de gas combustible o polvo mesclado con aire
- Pr(f) = Probabilidad de que la mezcla se encuentre en el rango inflamable -
 - Límite poco inflamable de metano 5-15%
 - Concéntración mínima de polvo de carbón ~ 60 mg/l de aire
- Pr(I) = Probabilidad de que haya una fuente adecuada de ignición



Métodos para el control de explosiones

- Ventilación adecuada
- Drenaje de Metano
- Monitoreo Regular del Metano
- Hacer inerte el polvo de carbón
- Eliminación de fuentes de ignición



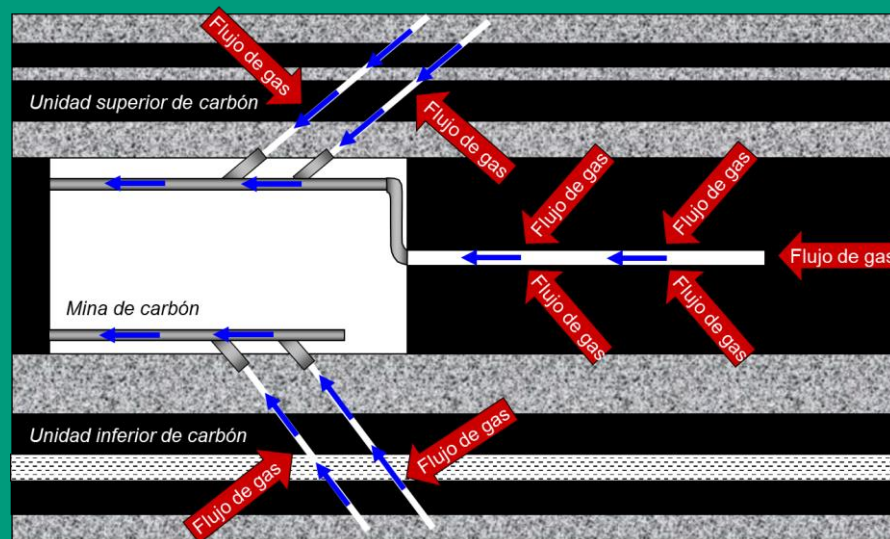
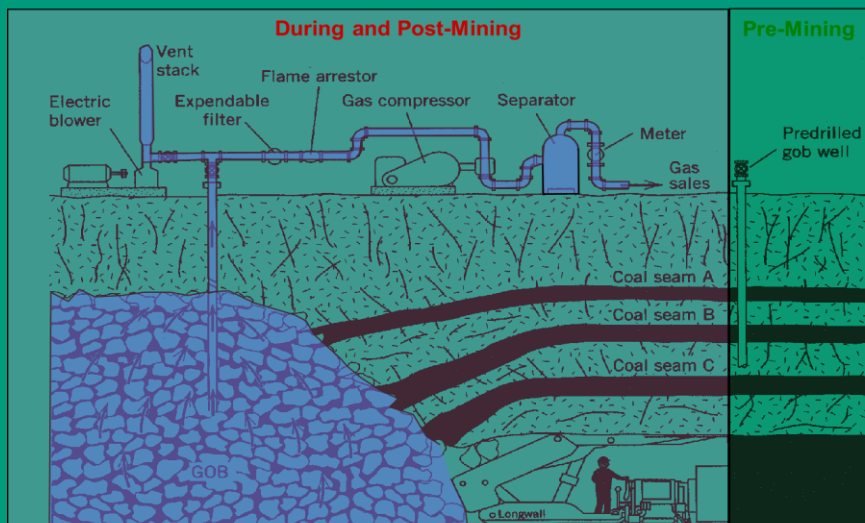
Ventilación en minas

- Proporciona el sistema de manutención vital para los trabajadores mineros al controlar la atmosfera en el que se encuentran.
- Controla la dirección y la cantidad de aire que transita por la mina.
- Diluye y expulsa los gases peligrosos como el metano.
- Diluye y expulsa los polvos peligrosos.



Drenaje de metano

La finalidad debe ser reducir el contenido de gas de la veta de carbón debajo de **(2.8 m³/ton)** antes de comenzar a minar.



Combinación de barrenos horizontales y cruzados en una mina



El empleo
es de todos

Mintrabajo

Dräger

Gases Tóxicos

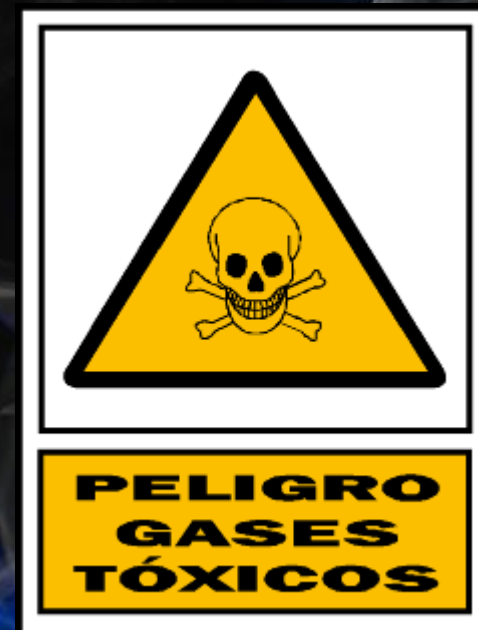




Gases Tóxicos

Los gases tóxicos, que consideraremos son aquellos que interfieren con el metabolismo celular, siendo el pulmón sólo la vía de entrada.

Para los calalúes se han definido límites permisibles de exposición debido a su toxicidad (TLV)





Monóxido de Carbono (CO)

Monóxido de Carbono, gas carbonoso y anhídrido carbonoso (los dos últimos cada vez más en desuso) cuya fórmula química es **CO**, es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico.

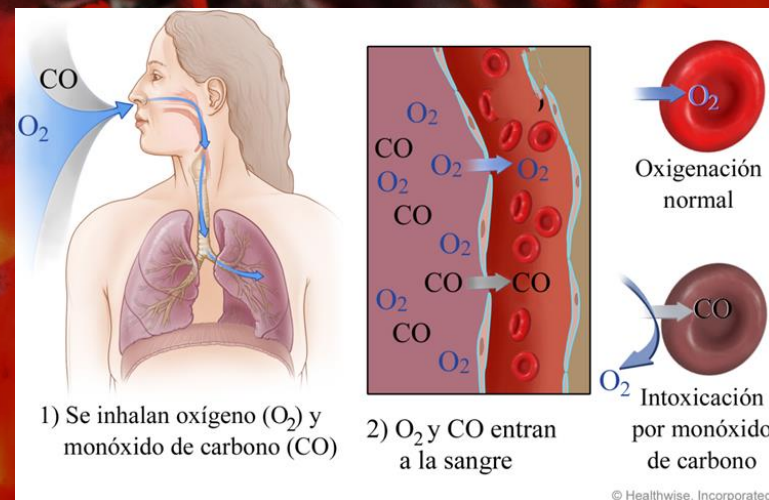




Monóxido de Carbono (CO)

Si se respira, aunque sea en moderadas cantidades, el monóxido de carbono puede causar la muerte por envenenamiento en pocos minutos porque sustituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre.

Tiene una afinidad por el grupo hemo 220 veces mayor que el oxígeno.





El ácido sulfhídrico (H₂S),

También conocido como gas de sulfuro de hidrógeno, es altamente tóxico, incluso en pequeñas concentraciones.

El gas es incoloro, pero como todos los compuestos de azufre que posee el clásico olor a huevo podrido.

Debido a su olor, se refiere a menudo como "gas de alcantarilla" y "hedor húmedo".





Efectos sobre la Salud del H₂S

de 0 a 20 ppm H₂S

0,00047 ppm: Umbral de percepción, el 50 % de las personas perciben el olor

0,13 ppm: Umbral de percepción del olor

0,77 ppm: Olor perceptible

4,6 ppm: Olor fácilmente perceptible.

La exposición prolongada puede insensibilizar el olfato

5 ppm: Cambios metabólicos en las personas, clínicamente no relevante

10 ppm: Irritaciones en los ojos, molestias, enrojecimiento, ardor

10 – 20 ppm: Irritaciones dolorosas en los ojos, la nariz y la garganta, dolores de cabeza, cansancio, irritabilidad, insomnio, molestias gastrointestinales, pérdida del apetito, mareos. La exposición prolongada causa bronquitis y neumonía.

21 – 99 ppm H₂S

– A estos niveles, se han excedido los límites OEL en todas las regiones.

– ¡Se debe utilizar protección respiratoria!

– Se recomienda el uso de gafas de protección.

27 ppm: Olor fuerte y desagradable pero no intolerable

30 ppm: Hasta este nivel se percibe el olor a huevo podrido

30 – 100 ppm: El olor se vuelve empalagoso. La exposición prolongada causa daños en los ojos, migrañas, náuseas, mareos, tos, vómitos y dificultades respiratorias

100 – 1.000 ppm H₂S

– Los límites IDLH se han excedido.

– Debe usarse un sistema de suministro de aire en lugar de equipos filtrantes.

– Gafas de protección indispensables.

100 ppm: Irritación inmediata de los ojos y las vías respiratorias

150 ppm: El olfato puede paralizarse rápidamente (en 2 – 15 m)

200 ppm: Dolores de cabeza, mareos, náuseas

500 ppm: Inconsciencia que provoca la muerte en 30 – 60 minutos. Fuerte estimulación del sistema nervioso, respiración rápida

1.000 ppm: Pérdida inmediata de la consciencia y parálisis respiratoria que provoca la muerte

* IDHL: Peligro inmediato para la vida o la salud



ÓXIDO DE NITRÓGENO

Los óxidos de nitrógeno (NO-NO₂) se forman en las minas por combustión, por detonaciones de explosivos,

El nitrógeno forma varios óxidos como el óxido nítrico (NO), el bióxido de nitrógeno en dos formas (NO₂ y N₂O₄) se presenta después de una voladura con explosivos.





ÓXIDO DE NITRÓGENO

La exposición a los óxidos de nitrógeno pueden provocar cambios agudos y crónicos en el sistema pulmonar incluyendo edema pulmonar, neumonitis, bronquitis, bronquiolitis, enfisema y la posibilidad de metahemoglobina.





Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas incoloro, denso y poco reactivo.

Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.





Efectos en la salud a causa del CO₂

1–1,5 % de CO₂ en el aire :

- Leve efecto en el metabolismo químico tras una exposición de varias horas.

3 % de CO₂ en el aire :

- El gas es ligeramente narcótico a estos niveles, dando lugar a una respiración más profunda y rápida, reducción de la capacidad auditiva, dolor de cabeza e incremento de la presión sanguínea y el pulso.

4–5 % de CO₂ en el aire :

- Respiración más profunda y más rápida como resultado de la estimulación del aparato respiratorio.
- Aparecen signos evidentes de intoxicación tras 30 minutos de exposición.



Efectos en la salud a causa del CO₂

5–10 % de CO₂ en el aire :

- La respiración se vuelve pesada, con dolor de cabeza y pérdida de la razón.

10–100 % de CO₂ en el aire :

- Inconsciencia en menos de un minuto y, a menos que se tomen medidas de inmediato, el resultado puede ser mortal.



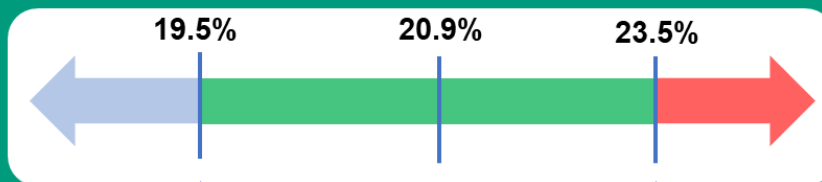


Deficiencia de Oxígeno

Atmósfera
deficiente de
oxígeno



Riesgo de
Asfixia y
muerte



Condición
normal



Atmósfera
enriquecida de
oxígeno



Riesgo de
explosión



Deficiencia de Oxígeno

La deficiencia de Oxígeno se puede deber a:

- Desplazamiento
- Acción Microbiana
- Oxidación
- Combustión
- Absorción



El empleo
es de todos

Mintrabajo

Dräger



Detección de gases en Minería Subterránea



Puntos a Considerar

- Entender la Aplicación
- Identificar los potenciales puntos peligrosos
- Establecer los Parámetros
- Determinar la características del gas
- Perfil de la mina y posibles escenarios de liberación





Equipos de Detección de Gas

Características – Monitores Personales

- Seguridad intrínseca
- Alarma Audible/Visual/Vibrante
- Punto de ajuste de alarma Flexible
- Capacidad de Registro de Datos Resistente
- Sensor superior y lateral
- Notificación de Prueba Funcional (Bump Test)
- Control sobre la información en la pantalla





Equipos de Detección de Gas

Capaz de detectar:

- Atmósferas deficientes o enriquecidas de oxígeno.
 - < 19,5 %
 - > 23,5 %
- Atmósferas inflamables /combustibles
 - Limite inferior de inflamabilidad (LEL)
 - Limite superior de inflambilidad (UEL)
- Atmósferas tóxicas
 - Ciertos gases y vapores
 - Limitados por sensores disponibles para el detector.
 - Por ej., CO, H₂S, NH₃, Cl, benceno.





El empleo
es de todos

Mintrabajo

Gracias

ramon.lago@Draeger.com

cel. 3144849956

