



**SAFETY**  
**INSTRUMENTS**

**Instrumentación Especializada Higiene y Seguridad**

# **MONITOREO DE GASES EN MINERIA**

ING. JAVIER ALFONSO CLAVIJO G  
ESP. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA



# Objetivos

- Reconocer que un adecuado monitoreo de gases peligrosos puede representar la diferencia entre **LA VIDA Y LA MUERTE**.
- Difundir sobre los riesgos atmosféricos que se pueden presentar en el interior de las minas.
- Capacitar sobre el uso adecuado de los monitores de gases.
- El personal opere de forma apropiada el monitor de gases y siga las recomendaciones de uso seguro.



# Contenido

## 1. Gases a detectar.

- Oxígeno
- Metano
- CO (Monóxido de Carbono)
- CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono)
- H<sub>2</sub>S (Sulfuro de Hidrógeno)
- NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno)

## 2. Tabla de puntos de alarma

## 3. Regulación Colombiana.

## 4. Reglamentación.

## 5. Operación Multidetector.

- Características.
- Accesorios.
- Uso y Manejo.





## Gases a Detectar

- Oxígeno.
- Presencia de Gases Combustibles.

Metano.

- Presencia de Gases Tóxicos.

CO

CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>S

NO<sub>2</sub>







# OXIGENO $O_2$

- **NIVEL NORMAL** DE OXIGENO EN EL AIRE: 20.9% Vol.

- **DEFICIENCIA** --> RESPIRACION.

(Combustión, Oxidación, Inertización)

NIVEL DE ALARMA: 19.5%.

NIVEL CRITICO: 16.0%.

- **ENRIQUECIMIENTO** --> INCENDIO.

(Equipos Oxi-Corte)

NIVEL DE ALARMA: 23.5% Vol.





## Efectos del Oxígeno





# Gases Combustibles

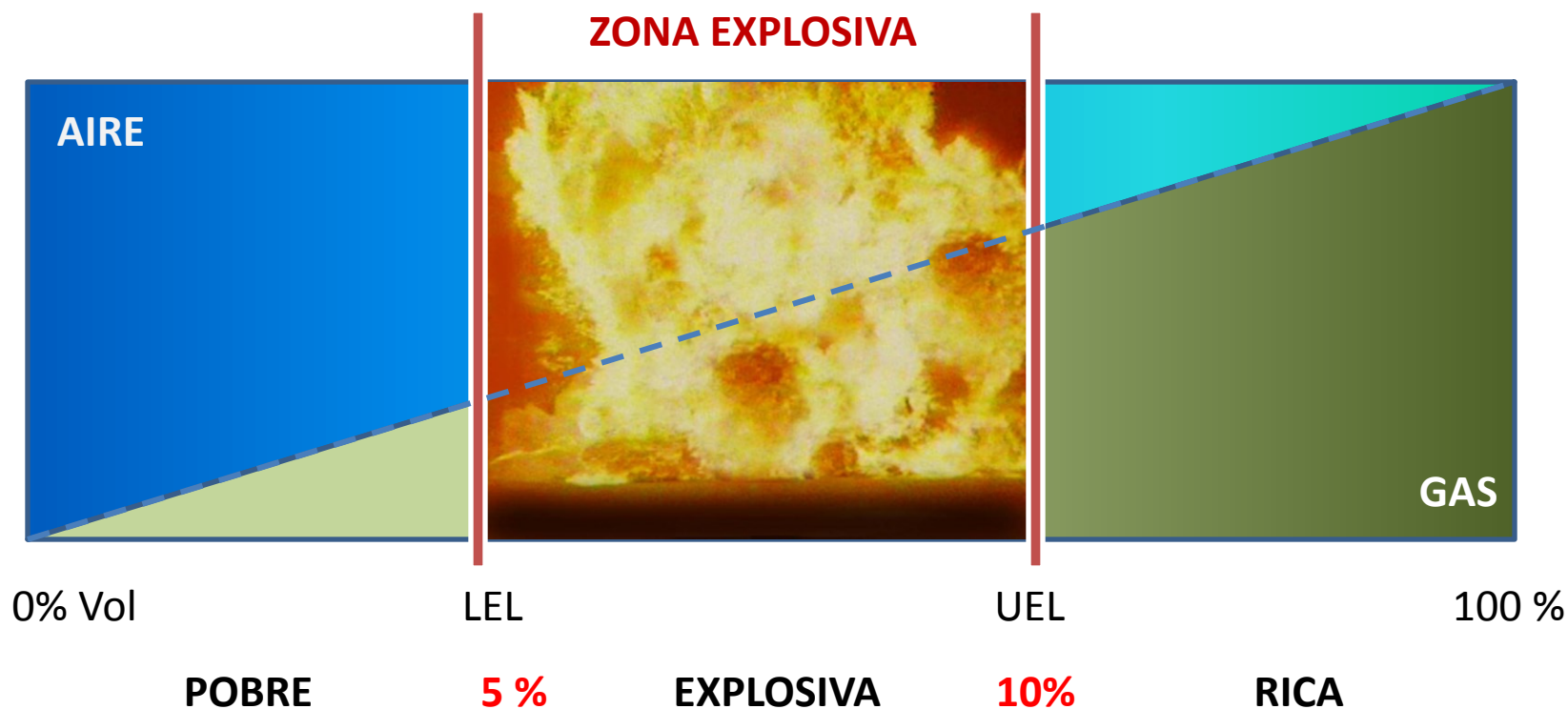
## Metano



**Tetraedro del fuego**



## Regiones Mezcla Aire Gas



**LEL: LOWER EXPLOSIVE LEVEL**  
**UEL: UPPER EXPLOSIVE LEVEL**





## Fuentes de Ignición



Equipos no Intrínsecamente Seguros



Llamas Abiertas



Corto-circuito



Electricidad Estática



Descargas eléctricas - Rayos



## Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>

- Gas marrón amarillento.
- Olor amargo desagradable.
- Subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas.
- Se presenta en la industria donde se quema Diesel.
- Nivel permisible de 1 PPM.



**GENERADORES  
EXCAVADORA  
MAQUINARIA PESADA  
VOLADURAS**



## **Efectos del NO<sub>2</sub> en Humanos**

**0,2 – 1 PPM**

Se detecta por su intenso olor acre.

**1 PPM**

Nivel de exposición admisible OSHA

**5- 10 PPM**

Irritación en la nariz y la garganta.

**20 PPM**

Irritación en los ojos.

**50 PPM**

Exposición máxima para un periodo de 30 minutos

**100 – 200 PPM**

Opresión en el pecho, bronquitis aguda y muerte como consecuencia de una exposición prolongada.



## Sulfuro de Hidrogeno $H_2S$

- Incoloro
- Olor: “huevos podridos”
- Gas pesado
- Asfixiante
- Descomposición materia orgánica (bacterias)
- Nivel permisible: 1 PPM

**ALCANTARILLAS**

**POZOS MINEROS**

**PLANTAS TRATAMIENTO DE AGUAS**

**BASURAS**





## Efectos de H<sub>2</sub>S

**0.13 PPM**

Mínimo olor perceptible

**1 PPM**

Comienza irritación en los ojos; limite permitido de exposición

**100 PPM**

Tos; irritación de los ojos; pérdida de sentido del olfato después de 2-5 min.

**500 PPM**

Pérdida del sentido; para la respiración; muerte en 30 min – 1 hr.

**1000 - 2000 PPM**

Pérdida del sentido; cese respiración; muerte en minutos, aún cuando se saque a la persona al aire libre.





# Monóxido de Carbono CO

- Incoloro
- Sin olor
- “Asesino silencioso”
- Asfixiante
- Subproducto de combustión
- Nivel permisible: 25 ppm

**VEHÍCULOS  
CALENTADORES A GAS  
SOLDADURA  
ESTUFAS**





## Efectos del CO

25 PPM

Nivel de Exposición Permisible TWA (TPP) 8 horas/día, 5 días/semana.

400 PPM

Dolor en la frente en 2 a 3 horas.

1600 PPM

Dolor de cabeza, mareo, náusea en 20 min.; colapso y muerte en 1 hora.

6400 PPM

Dolor de cabeza y mareo en 1 a 2 min; pérdida de sentido y muerte en 10 a 15 min.

12800 PPM

Efectos inmediatos; pérdida del sentido; peligro de muerte en 1 a 3 min.



## Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>

- Gas no Inflamable
- Sin olor
- Incoloro
- Sustancia asfixiante simple
- Nivel Permisible 0,5



**Bolsas de Gas de CO<sub>2</sub>  
en la formación**





## Efectos del CO<sub>2</sub>

0,03 %

No sucede nada, concentración normal en el aire.

0,3 % - 0,5%

Las concentraciones bajas provocan un aumento de frecuencia respiratoria y dolor de cabeza.

0,5 %

La ventilación pulmonar aumenta en un 5% PEL.

1,0%

Aparecen los primeros síntomas, como sensación de calor y humedad, falta de atención a los detalles, fatiga, ansiedad, falla de energía, debilidad en las rodillas

2,0 % Vol.

La ventilación pulmonar aumenta en un 50%, dolor de cabeza tras varias horas de exposición.

5 a 10 % Vol.

Jadeo y fatiga extremas al punto de quedar exhausto solo por respirar y dolor de cabeza agudo. La exposición prolongada al 5% puede provocar problemas de salud irreversibles.



## Puntos de Alarma y Valores Permisibles

Gas	Formula Química	Alarma Baja	Alarma Alta	TWA	STEAL
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.5 % Vol.	1 % Vol.	0,5 % Vol.	3 % Vol.
Monóxido de carbono	CO	25 PPM	50 PPM	25 PPM	400 PPM
Sulfuro de hidrogeno	H <sub>2</sub> S	1 PPM	5 PPM	1 PPM	5 PPM
Oxigeno	O <sub>2</sub>	19,5 % Vol.	23,5 % Vol.	---	----
Metano	CH <sub>4</sub>	0,5 % Vol.	1 % Vol.	----	----
Dióxido de nitrógeno	NO <sub>2</sub>	3 PPM	6 PPM	1 PPM.	5 PPM.

ACGIH : [American Conference of Governmental Industrial Hygienists](#)





***SAFETY  
INSTRUMENTS***

# Regulación

**DECRETO 1335 DE 1987.** Regula las actividades de la explotación minera desde lo jurídico hasta lo técnico.





# **DECRETO 1335 DE 1987**

Contempla:

- Ventilación
- Valores Limites Permisibles para los gases (VLP). “ en la actualidad se reglamentaron los valores dados por la ACGIH, según resolución 2400 de 1979, artículo 154.
- Temperatura
- Caudal aire respirable



## Regulación

**Artículo 26.** Establece el porcentaje mínimo de oxígeno 19% y el VPL de los gases contaminantes en las minas. 1985

Gas	Formula Química	Alarma Baja	Alarma Alta
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.5	5000
Monóxido de carbono	CO	0.0025	25
Acido sulfhídrico	H <sub>2</sub> S	0.0015	15
Anhídrido sulfuroso	SO <sub>2</sub>	0,001	10
Oxido de nítrico	NO	0,0035	35
Dióxido de nitrógeno	NO <sub>2</sub>	0.0005	5

Valor Limite Permissible Gases año 1985



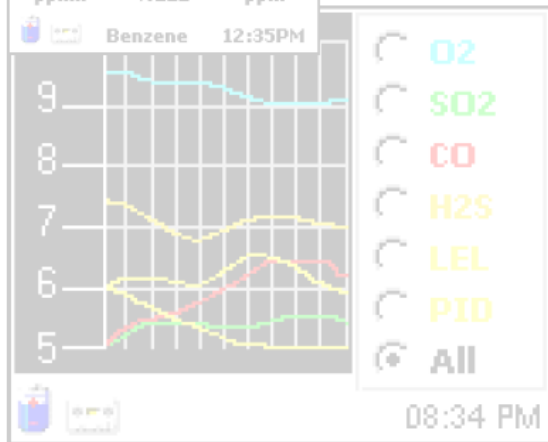
**SAFETY  
INSTRUMENTS**

## Multidetector de Gas

Bump Test Result		
O2	H2S	CO
Pass	Fail	Pass
CO2	LEL	PI
Pass	Pass	Pass
OK		

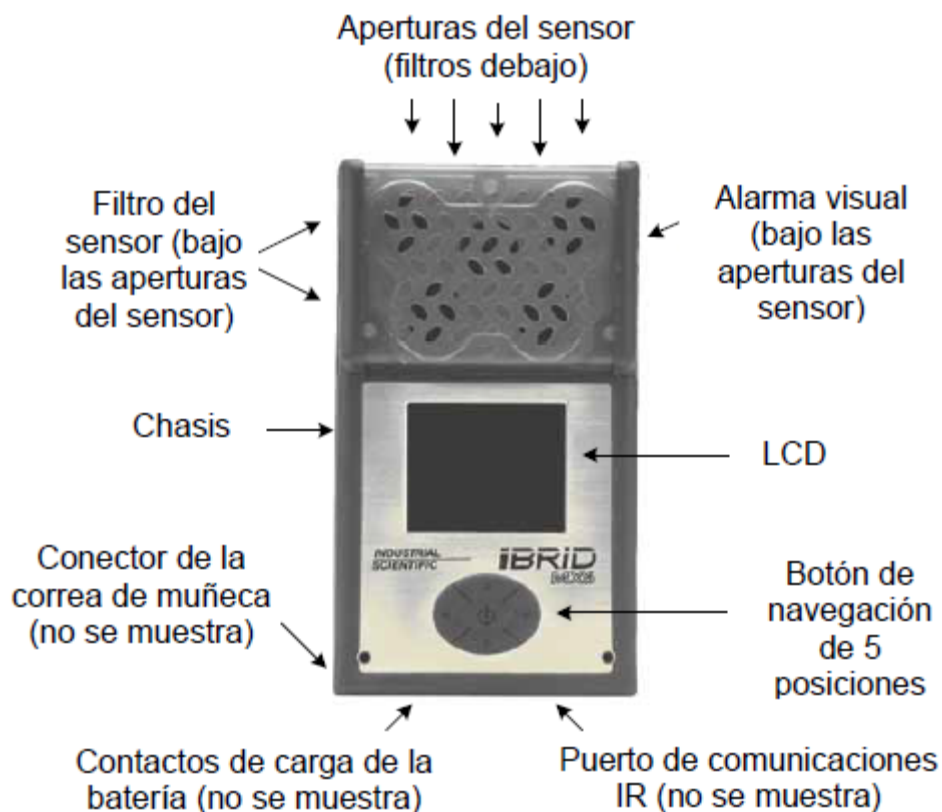
# MX6 iBrid™

O2	SO2	H2S
19.4	0	27
%Vol	ppm	ppm
CO	LEL	PID
89	32	99
ppm	%LEL	ppm





## Descripción general MX6 IBRID







## Sensores MX6 IBRID

O2	Sensor Electroquímico
NO2	Sensor Electroquímico
H2S	Sensor Electroquímico
CO	Sensor Electroquímico
CO2	Sensor por absorción infrarroja
CH4	Sensor por difusión Catalítica



Ubicación Sensores



## Batería MX6 IBRID

Baterías litio-ion (Li-ion), recargables de amplio rango

Duración de 36 horas continuas sin bomba.

Duración de 24 horas continuas con bomba.

Recomendación: Nunca tocar los contactos internos de la batería.



Carga restante	Iconos (color)	Iconos (color)
>100%	 (azul)	 (azul)
>75%	 (azul)	 (azul)
>50%	 (azul)	 (azul)
>25%	 (azul)	 (amarillo)
>5%	 (amarillo)	 (rojo)



## Bomba de Muestreo MX6 IBRID

Bomba de aspiración.

Se alimenta con la batería del equipo.

Caudal de 0.5 Litros por minuto.

Rango Máximo de Succión 100 pies.

Alarma si se bloquea.

Recomendación: No utilice la bomba si no tiene un filtro. Si el filtro esta sucio puede dar valores erróneos

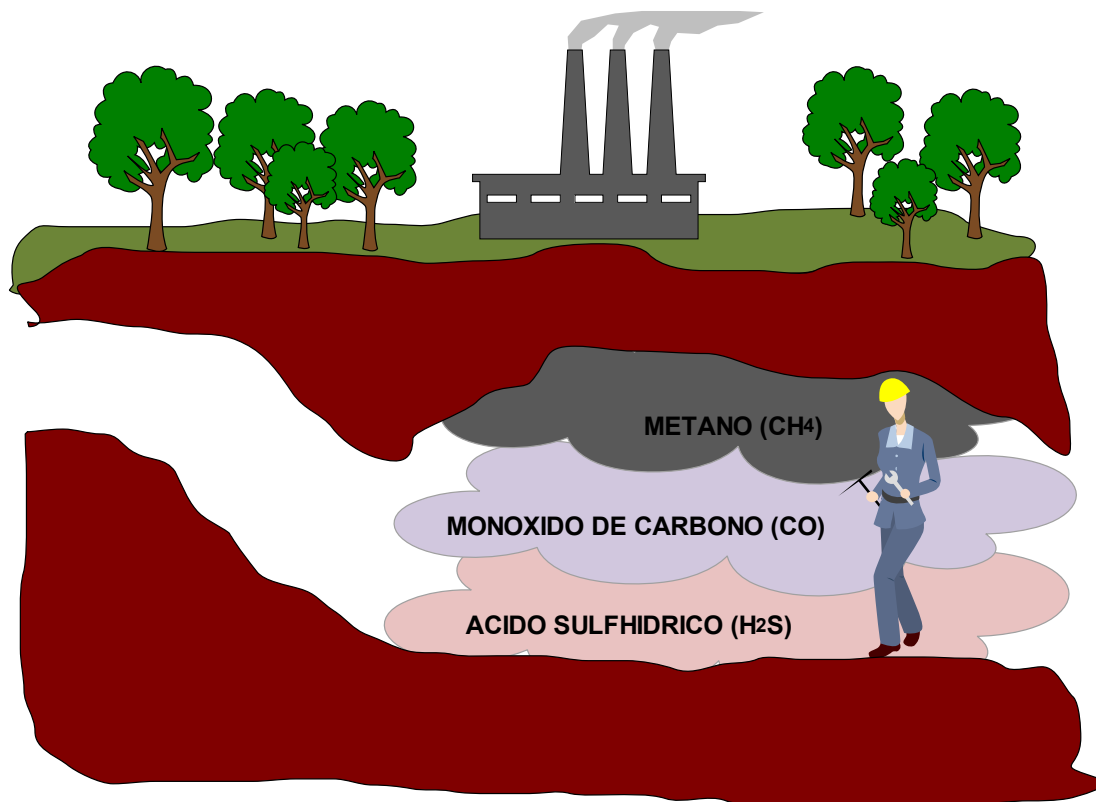




## Procedimiento de Medición MX6 IBRID

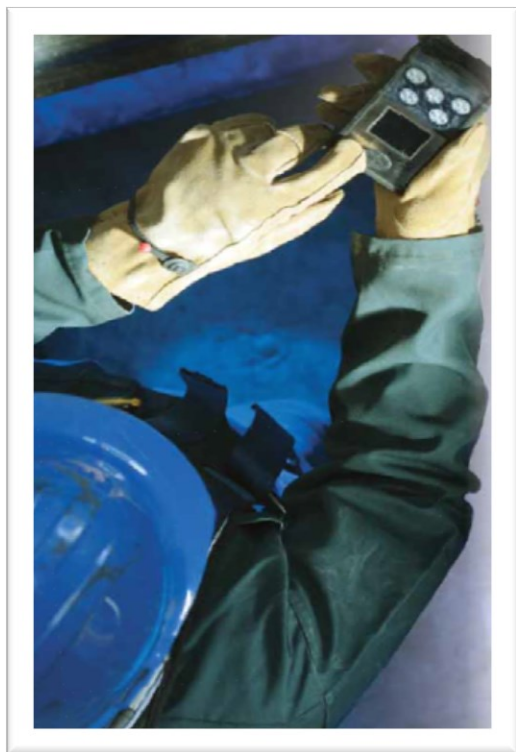
### Muestreo en Minas.

Arriba, Medio y Fondo  
(OSHA- mínimo a intervalos  
de 4 pies ), cada medición  
debe ser de 2 minutos, es el  
tiempo para que el sensor de  
una medida con mayor  
exactitud.





## Reglas de Muestreo MX6 IBRID



1. Orden de muestreo.
  - Oxígeno
  - Gas combustible
  - Gases tóxicos
2. Monitoreo continuo.
3. Uso de instrumentos confiables
  - Calibración
  - Bump test (verificación )





## Reglas de Muestreo MX6 IBRID

1. Máxima Distancia 30 mts. con manguera 1/8 Tygon o 3/8 Teflón
2. Regla de Muestreo del 2 por 2.  
  
2 segundos por pie de manguera (requerimiento mínimo) 2 minutos de tiempo de muestreo (respuesta sensor)

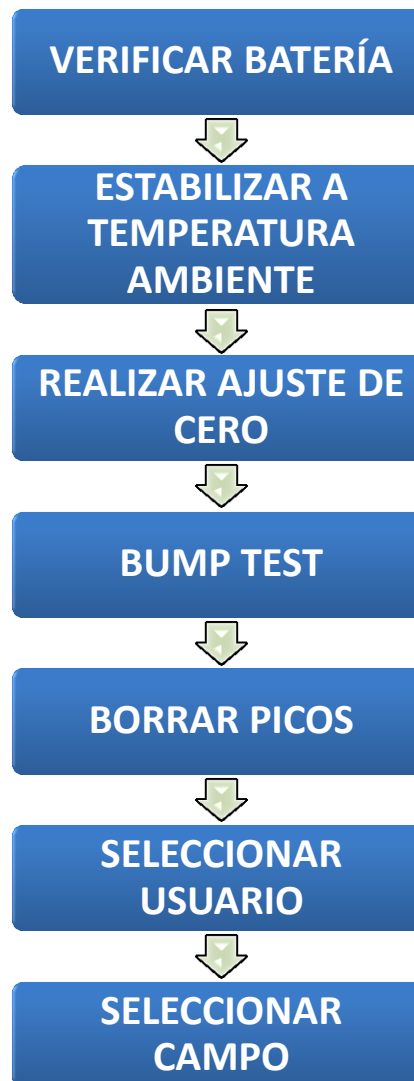




## Rutina Diaria



**Nota:** Antes de realizar el ajuste de cero, se debe buscar un lugar con aire limpio.





***SAFETY  
INSTRUMENTS***

---

**PREGUNTAS ?**



***SAFETY  
INSTRUMENTS***

---

**GRACIAS**