



Gestión y mejoras continuas en  
**Salud y Seguridad Laboral**  
SEMINARIO DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL 2010



# **UNA GUIA PRACTICA PARA UN PROGRAMA EFICAZ DE MONITOREO DE GASES EN ESPACIOS CONFIDNADOS**

**Eduardo Shaw, CIH**

Gerente de Seguridad Ocupacional de Proyectos

Programa de Ampliación

Autoridad del Canal de Panamá

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 fiable.

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

# Introducción

---

- El **Muestreo de Gases** es un componente importante de un programa de seguridad y salud
- 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 monitoreos

# Planteamiento del problema

---

Existe la necesidad de guías sistemática sobre:

- Las **características del monitor** en la compra o al recomendar equipos de muestreo de gases
- Los elementos de un **programa de capacitación** integral en detección de gases

# Alcance - Muestreo de Gases

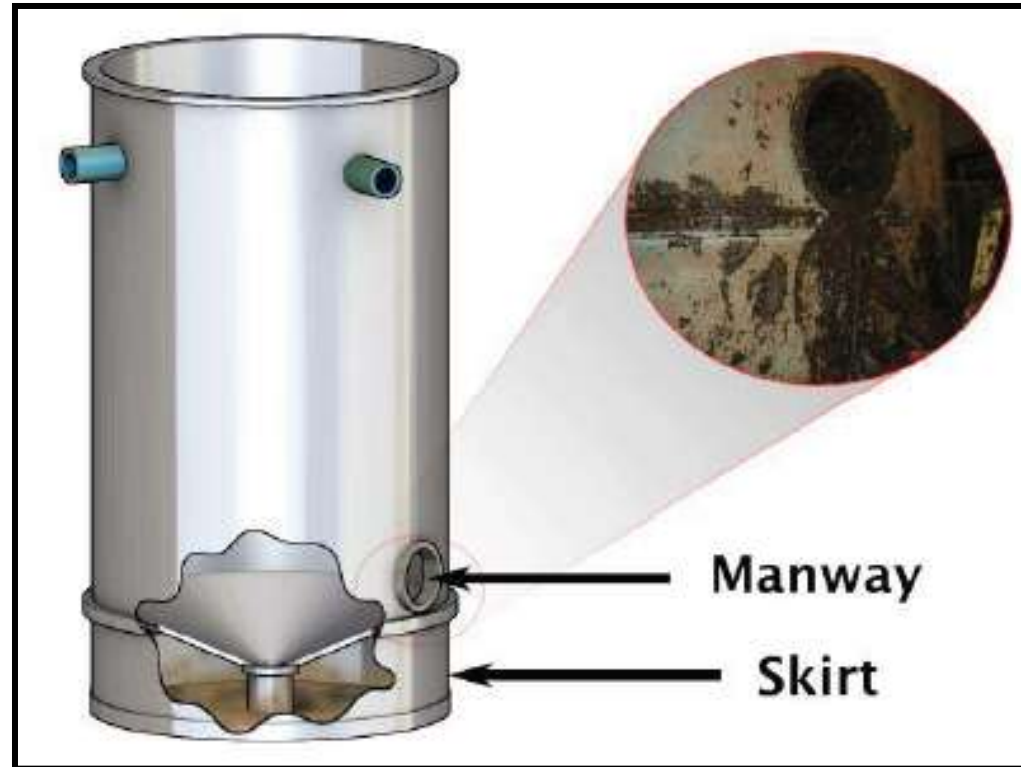
---

- Muestreo de gases puntual
  - Permisos de trabajo
  - Respuesta a emergencias
  - Tareas no rutinarias
  
- Muestreo de gas personal continuo
  - Requerido en un área determinada
  - Requerido para una tarea específica
  - Requerido para tareas específicas y en áreas específicas

# CASO #1

---

Oregon, EUA. 16/Febrero/2009. Un soldador falleció al reparar una fisura en la base de un tanque usado en el proceso de **lavado de papas**. El tanque tenía una una falda de metal alrededor de la base en forma de cono. Agua sucia del tanque se escapó por la fisura, acumulándose en el espacio escondido debajo del tanque. **La descomposición bacterial de la materia orgánica produjo gases inflamables** que se prendieron durante la soldadura, causando una explosión. El muestreo de gases se llevó a cabo para entrar al tanque, pero no en el área inmediata ni inmediatamente antes de la soldadura.



# CASO #2

---

Arkansas, EUA. 12/mayo/2009. Tres contratistas cortaban el techo de un tanque de gasolina para instalar un medidor de nivel. Durante el trabajo en caliente, el tanque explotó, volando el techo del mismo y matando a los tres contratistas. **El muestreo de gases solo se realizó al inicio de las labores (7:00 a.m.). La explosión ocurrió a las 2:30 p.m. después de pausar la actividad para el almuerzo.**



# CASO #3

---

Delaware, EUA. 17/julio/2001. Un contratista murió y otros ocho fueron lastimados al explotar varios tanques mientras soldaban una pasarela entre dos tanque de almacenaje de químicos inflamables. **El muestreo de gases ocurrió solo al inicio del día**, y en las cinco horas que transcurrieron entre el inicio de labores y la explosión, **la temperatura subió 14 grados F (~6 centígrados)**. Los tanques NO fueron aislados adecuadamente, permitiendo el escape de gases inflamables.



# CASO #3

---

- Panamá. 3/abril/2005. Los cuatro hermanos Solís Fernández murieron dentro de un espacio confinado por inhalar gases tóxicos cuando limpiaban un tanque séptico (foso con desechos de aves) en una planta industrial del Grupo Melo. La Caja de Seguro Social (CSS) informó que los gases que se detectaron en el referido tanque fueron dióxido de azufre y sulfuro de carbono, hexafloruro de azufre, metano y amoniaco.

# CASO #4

---

- Panamá. 14/septiembre/2008. Dos trabajadores fallecieron en el Super Xtra (24 de Dic.) y otros resultaron afectados, luego de aspirar gases tóxicos al tratar de remediar un daño en el cuarto de controles de la planta de tratamiento de aguas negras o intentando rescatar a sus compañeros desmayados. El MITRADEL dijo que “hubo negligencia y responsabilidad en la muerte de los trabajadores del Xtra” y que hubieron irregularidades que “motivaron el accidente”.

# Características – Monitores Portátiles

---

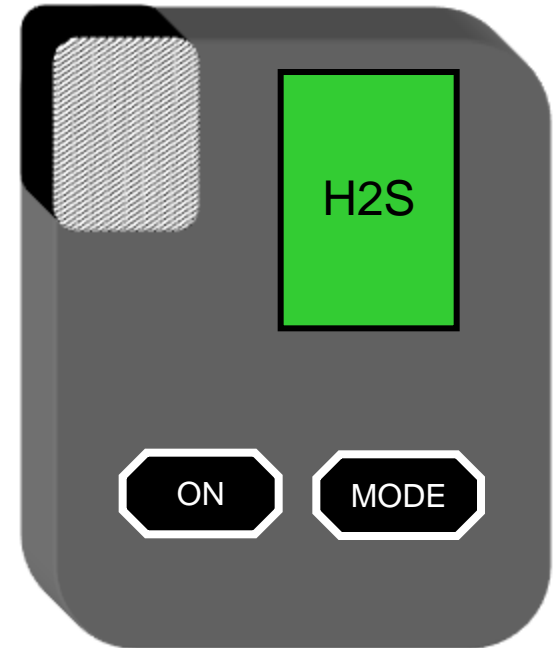
- Seguridad intrínseca
- Calibración sencilla
- Kits de Calibración
- Alarma Audible/Visual/Vibrante
- Accesorios de muestreo remoto
- Punto de ajuste de alarma flexible
- Capacidad de Registro de Datos
- Resistente



# Características – Monitores Personales

---

- Seguridad intrínseca
- Calibración Sencilla
- Kits de Calibración
- 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



# Capacitación

---

- Principios sobre muestreo de gases
- Monitores
- Tubos colorimétricos

# Capacitación – Muestreo de Gases

---

## Jerarquía de la toma de muestras:

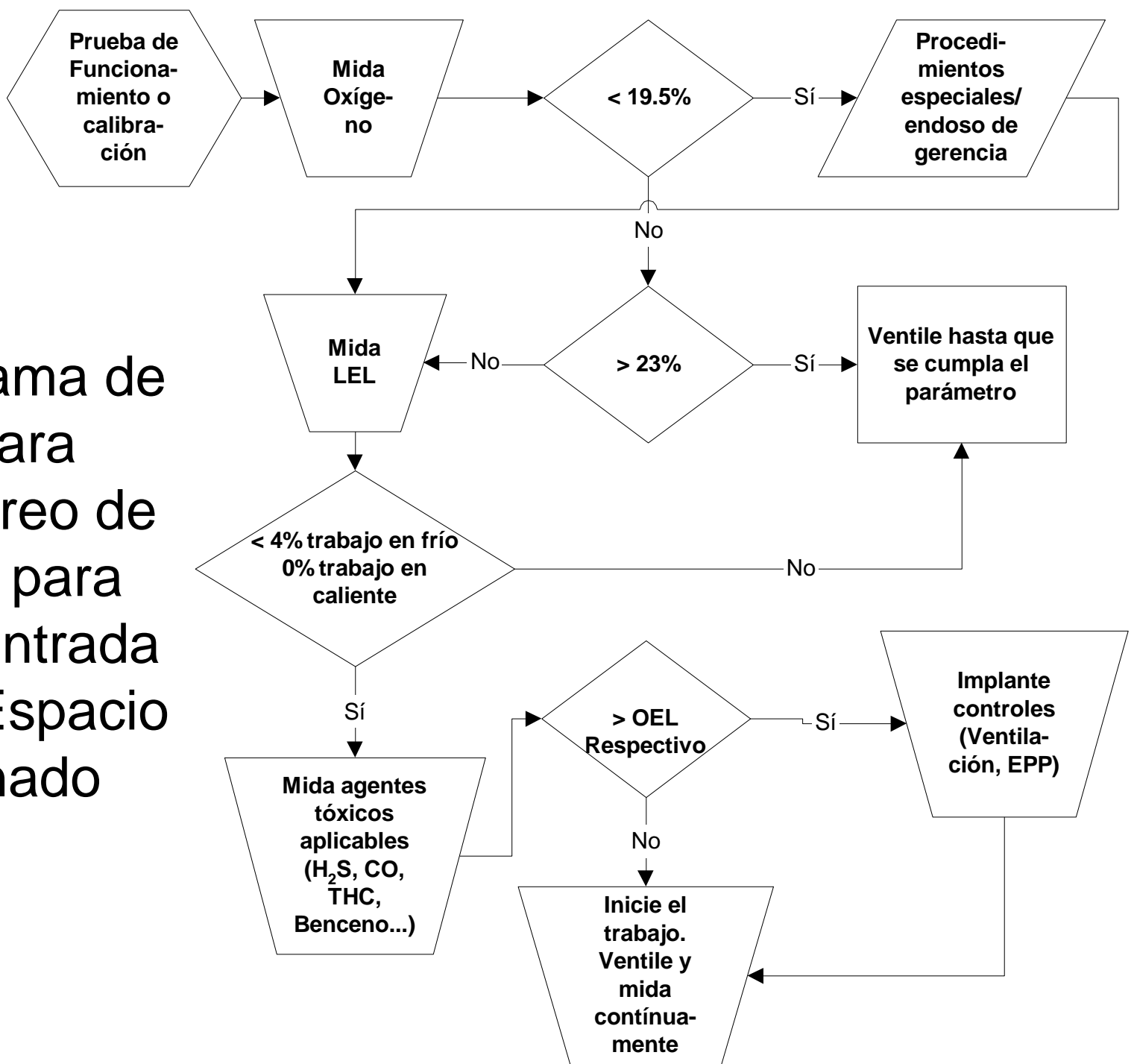
- Oxígeno
  - Causas y riesgos de la deficiencia/enriquecimiento de oxígeno
  - Límites superior e inferior
- Inflamabilidad
  - Definición de términos: LEL, UEL, Rango Inflamable
  - Operación del sensor
  - Límite (diferencia entre 10% y 100% LEL)
    - Lecturas del sensor en relación al gas de calibración
- Toxicidad
  - Determinación de los agentes y cómo monitorear
  - Entendimiento básico de los límites de exposición

# Capacitación – Muestreo de Gases (Cont.)

---

- Espacios Confinados:
  - Prueba inicial (concentración desconocida)
  - Técnica de muestreo estratificado
  - Muestreo continuo
- Controles:
  - Instrucciones a seguir en caso de alarma.
    - Re-calibrar y/o aplicar controles
    - Deje de trabajar y/o salir de la zona
  - Alternativas administrativas y técnicas
- Equipo de protección respiratoria:
  - Purificador de aire vs. Aire suplido
  - Factores de protección (asignados por OSHA)

# Diagrama de flujo para muestreo de gases para una entrada a un Espacio Confinado



# Capacitación – Monitores

---

- Interferencias en los sensores (ejemplos):
  - Monóxido de Carbono: Hidrógeno y Etileno
  - Sulfuro de Hidrógeno: Dióxido de Azufre
- Limitaciones de los sensores:
  - Duración, envenenamiento, efectos de la humedad / temperatura
  - Atmósferas inertes
- Equipo adicional:
  - Bombas manuales/motorizadas, mangueras, sondas
  - Tiempo extra para que el gas llegue al sensor
- Especificaciones del equipo

# Capacitación – Monitoreos (Cont.)

---

- Calibración:
  - Cero
  - *Span*
  - Frecuencia y documentación
- Prueba Funcional (*Bump Test*):
  - Frecuencia y documentación
- Capacitación en campo/sombra

# Capacitación – Tubos Colorimétricos

---

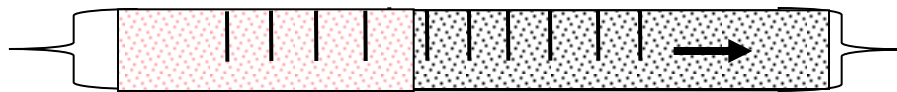
- Seguridad (bordes afilados)
- Instrucciones como referencia
- Prueba de fugas en la bomba
- Margen de error (de 10% a 40%)
- Ejemplos de Interferencia o Sensibilidad Cruzada:
  - Cloro: Bromo
  - Etileno: Propileno
  - Monóxido de Carbono: Hidrógeno



# Capacitación – Tubos Colorimétricos (cont.)

---

- Fecha de Expiración
- Orientación del tubo mientras se monitorea
- Reutilización de tubos
- Disposición



# Calibración – Guía General

---

- Es necesario un ajuste al instrumento para que la lectura coincida con una concentración de gas conocida cuando:
  - En caso de fallo de la prueba funcional (*Bump Test*)
  - después de que haya sido reparado
- Seguir las instrucciones del fabricante incluyendo la frecuencia
- Documentar y mantener registros

# Prueba Funcional (Bump Test)

---

- Verificación que el equipo esté dentro del rango aceptable de un estándar conocido, sin ajustes
- Seguir las instrucciones del fabricante:
  - “Periódicamente” (determinado por el usuario)
  - “Diariamente antes de usarlo”
- Documentar y mantener registros
- Guías para prueba funcional con mayor o menor frecuencia :
  - OSHA SHIB 05-04-2004
  - ISEA *Position Statement revised* 20-nov-02

# Registro - Prueba Funcional (*Bump Test*)

Date	Gas Tester Expiration Date	Gas Tester Number	4 in 1 Calibration Gas Expiration Date	Leak Test OK?
4/01/05	4/15/04	PO789	08/10/05	Yes/No
4/26/08	5/20/08	525512	1/09	-
4/26/08	5/16/08	525512	1/09	UNC

Date	Gas Tester Expiration Date	O <sub>2</sub> 13-17%	% LEL 52-64%	H <sub>2</sub> S 9-12 ppm	(2) CO 270-330 ppm	Pass/Fail	Tester's Initials
4-28-08	5/16/08	15%	60%	10	300	Pass	MWP
4-28-08	5-13-08	15.0	58	10	299		RE/08
4-28-08	5-20-08	15.6	53	9	295	PASS	Foster
4-29-08	5-20-08	15.7	55	9	296	pass	RL
4-29-08	5-13-08	15.8	58	9	287	pass	RL
		15.1	52	10	304	PASS	MORRISON
		15.5	52	9	288	PASS	MORRISON
		15.8	54	9	281	PASS	MORRISON

# Guías para el Gas de Calibración

---

- Comprar gas de calibración sólo de los fabricantes y proveedores que ofrecen un certificado de análisis
- Esté consciente de problemas potenciales:
  - Cambios significativos en la respuesta del instrumento cuando las botellas nuevas se introducen por primera vez
  - El proveedor cambia el fabricante del gas

# Conclusión

---

- Un programa eficaz de muestreo de gases incluye:
  - Guías para monitores de muestreo de gases
  - Un programa de capacitación comprensivo
    - Técnicas y metodologías sobre el muestreo de gases
    - Específico para los monitores a usar
  - Documentación de calibraciones y prueba funcional (*Bump Test*)