

Módulo 8:

Espacios Confinados



Objetivos



Al finalizar este módulo usted conocerá:

- La terminología relacionada con los espacios confinados
- Los procedimientos para el ingreso al espacio confinado
- Las características de las atmósferas peligrosas
- Los procedimientos de seguridad en los espacios confinados
- La instrumentación para medir las atmósferas en espacios confinados
- Los procedimientos de rescate en caso de accidentes en los espacios confinados

Espacios Confinados

¿Que es un “Espacio Confinado?”

Un “Espacios Confinado” es un espacio que:

- Es lo suficientemente grande y configurado de tal manera que
 - un trabajador pueda entrar de cuerpo entero a su interior y
 - desempeñar una tarea asignada

Un “Espacio Confinado” es un Espacio que (2):

- Tiene medios limitados o restringidos para su acceso o salida; y
- No está diseñado para ser ocupado en forma continua



Espacios confinados que requieren permiso de entrada:

- Contiene o tiene el potencial de contener una atmósfera peligrosa
- Contiene un material que pueda atrapar a la persona que entra



Espacios confinados que requieren permiso de entrada:⁽²⁾

- Tiene una configuración interna tal que pueda atrapar o asfixiar a la persona que entra debido a superficies convergentes o pisos con pendientes adentro y que terminan en una sección menor.
- Contiene cualquier otro peligros serio a la salud o seguridad de los entrantes.

Espacios Confinados

Procedimiento para el ingreso al interior de un espacio confinado

10 Pasos para el ingreso seguro a un espacio confinado

1. Desarrolle un plan de trabajo, por personal calificado
2. Capacite al personal
3. Establezca un sistema de manejo de permisos para el acceso a espacios confinados
4. Cancele / Etiquete / Aísle



10 Pasos para el ingreso seguro a un espacio confinado (2)

5. Monitoree La calidad de la atmósfera interna
6. Desarrolle un plan de emergencia, rescate y evacuación
7. Use:
 - Herramientas de trabajo apropiadas
 - Instrumentación apropiada
 - Equipo de protección personal apropiado

10 Pasos para el ingreso seguro a un espacio confinado (3)

8. Ventile el área
9. Desarrolle un procedimiento de muestreo de los gases continuo y por niveles
10. Mantenga registros



No. 1: Desarrollo de un plan de trabajo (1)

- Defina la fecha y hora de entrada
- Defina el trabajo a realizar
- Designe al personal entrantes, vigías, supervisores, etc.
- Seleccione el equipo de protección personal



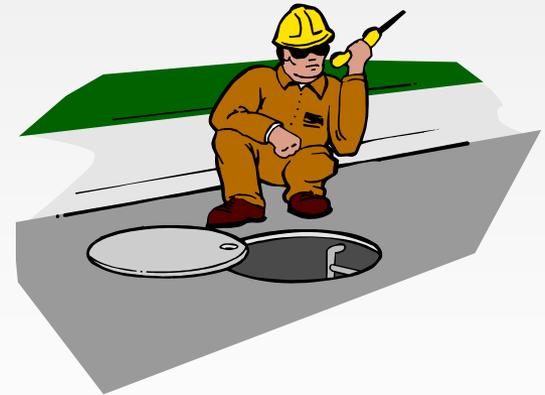
No. 1: Desarrollo de un plan de trabajo (2)

- **Evaluación del riesgo**
 - Haga un listado de todos los materiales que van a ser usados en el espacio
 - Investigue las propiedades peligrosas de los productos, y sus combinaciones



No. 1: Desarrollo de un plan de trabajo (3)

- **Desarrolle La metodología de la operación**
 - Limpieza
 - Purga
 - Ventilación
 - Practicas seguras de trabajo (ATS)



No. 1: Desarrollo de un plan de trabajo (4)

- Establezca procedimientos seguros de soporte
 - Primeros auxilios
 - Instalaciones para la descontaminación
 - Brigadas de rescate y equipo
- Defina fecha y hora para la sesión de preparación previa a la entrada

No. 1: Desarrollo de un plan de trabajo (5)

- Establezca un compromiso para practicas seguras de trabajo



No. 2: Capacite al personal

- Procedimientos de entrada y salida de emergencia
- Uso del equipo de protección personal
- Primeros auxilios, incluyendo RCP
- Procedimientos de bloqueo y etiquetado del equipo

No. 3: Establezca un sistema de manejo de permisos para el acceso a espacios confinados peligrosos (1)

Debe incluir:

- **Autorización por escrito**
- **Listado de todas las personas que ingresaran al interior del espacio confinado**
- **Trabajo a realizar**

No. 3: Establezca un sistema de manejo de permisos para el acceso a espacios confinados peligrosos (2)

- Plan general de las medidas de protección
- Firma de la persona que autoriza (supervisor de entrada)

No. 4: Cancele / Etiquete / Aísle

Cancelación de:

- Tuberías
- Energía eléctrica
- Energía mecánica
- Energía neumática



No. 5: Monitoree la calidad de la atmósfera

- **Calibración de la instrumentación**
- **Secuencia de monitoreo:**
 - Oxígeno
 - Inflamables
 - Tóxico
- **Exactitud e interferencias (gas/RFI)**

No. 6: Desarrolle un plan de emergencia, rescate y evacuación

- **Capacitación y adiestramiento**
- **Evalúe la capacidad de las personas que ingresaran al interior del espacio confinado**

No. 6: Desarrolle un plan de emergencia, rescate y evacuación (2)

- Verifique que las personas que ingresarán al espacio confinado estén familiarizadas con los procedimientos de rescate.



No. 7: Use herramientas de trabajo, instrumentación y equipo de protección personal apropiado

- Instrumentación intrínsecamente segura
- Instrumentación de lectura directa y calibrada
- Herramientas que no produzcan chispas

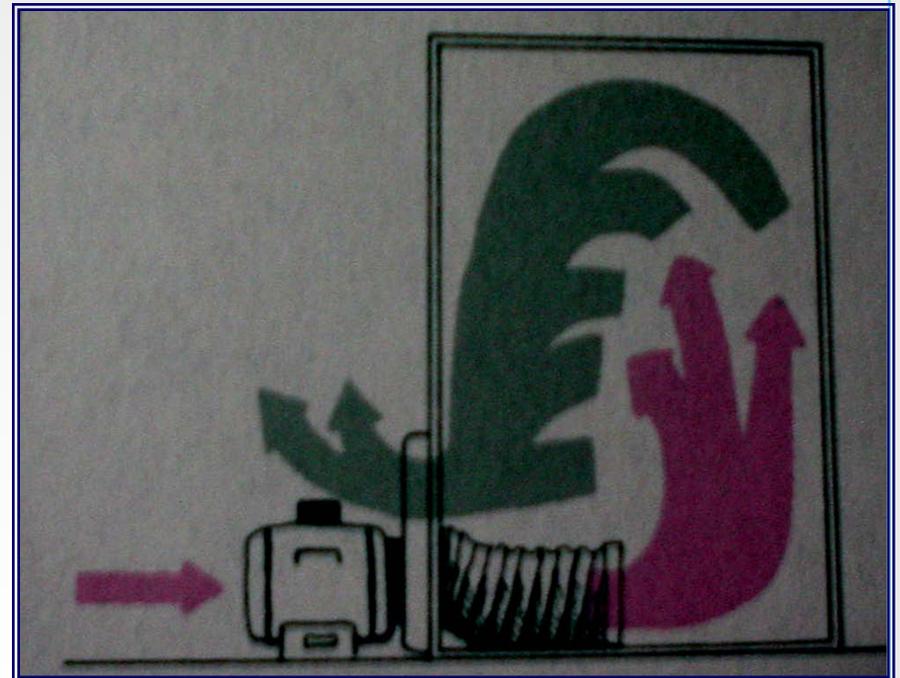


No. 7: Use herramientas de trabajo, instrumentación y equipo de protección personal apropiado (2)

- Equipo de protección personal seleccionado apropiadamente
- Lavaojos y regaderas de seguridad
- Instalaciones para la descontaminación

No. 8: Ventile el área

- Extracción del aire del interior del espacio confinado
- Inyección de aire al interior del espacio confinado
- Combinación de ambos métodos
- Requisitos de equipo a prueba de explosión



No. 9: Desarrolle un procedimiento de muestreo continuo y por niveles

- Monitores personales
- Área de muestreo
- Muestras instantáneas

No. 10: Mantenga registros

- **Capacitación y adiestramiento**
- **Simulacros de rescate**
- **Inspección y mantenimiento del equipo**
- **Calibración del equipo de prueba**
- **Resultado de los monitoreos atmosféricos**
- **Lesiones y enfermedades**

Espacios Confinados

**Características de las atmósferas
peligrosas**

Atmósferas peligrosas dentro de los espacios confinados

- Atmósfera deficiente en oxígeno - atmósfera asfixiante
- Atmósfera inflamable
- Atmósfera tóxica
- Atmósfera irritante



Atmósferas Asfixiantes

- El contenido de oxígeno por volumen es menor de 19.5%



Atmósferas Asfixiantes (2)

■ Gases y Vapores Asfixiantes

- Pueden desplazar o consumir el oxígeno y producir atmósferas deficientes en oxígeno.
- El consumo se lleva a cabo durante la combustión de sustancias;
- También se consume oxígeno por reacciones químicas, como la oxidación de una superficie expuesta

Atmósferas Asfixiantes (3)

- El número de personas, el periodo que permanezcan en el espacio, así como la actividad desempeñada, también afectarán el nivel de oxígeno.

Atmósferas Asfixiantes (4)

- El Desplazamiento ocurre cuando otro gas toma el lugar del oxígeno del aire, como:
 - El helio,
 - El argón,
 - El nitrógeno,
 - El bióxido de carbono,
 - Otros

Atmósferas Asfixiantes (5)

% de O₂

Comentario

19.5% Mínima concentración segura

12-16% Respiración y ritmo del corazón alterados. Se apagan las flamas.

10-11% Se incrementa la falta de coordinación respiratoria y el ritmo cardiaco. Existe euforia y posible dolor de cabeza.

6-10% Nausea y vómito, no se puede mover voluntariamente, inconciencia, colapso.

< 6% Paro respiratorio y cardiaco. Muerte en minutos

Atmósferas Inflamables

- Cuando el oxígeno excede el 23.5% por volumen, se tiene un alto riesgo de fuego.
- Las fugas de gases pueden producir una atmósfera extremadamente combustible, la cual se puede encender con cualquier chispa.

Atmósferas Inflamables (2)

- Una atmósfera se convierte en inflamable cuando la relación entre la cantidad de oxígeno y de material combustible en el aire es suficiente para permitir que ocurra la combustión.

Atmósferas Inflamables (3)



Atmósferas Inflamables (4)

- Si la mezcla de gas - aire está por debajo del “LEL” (Límite inferior de explosividad) del gas, la ignición no puede ocurrir debido a que la mezcla es muy pobre para que se encienda.

Atmósferas Inflamables (5)

- La ignición tampoco ocurre si la mezcla de gas - aire está por arriba del “UEL” (límite superior de explosividad), ya que esta, es muy rica.



Atmósferas Tóxicas

- Las fuentes de una atmósfera tóxica pueden provenir de situaciones como:
 - El proceso de manufactura
 - Productos almacenados, u
 - Operaciones dentro de los espacios confinados

Atmósferas Tóxicas

- La realización de algunas operaciones dentro de los espacios confinados pueden provenir de situaciones tales como:
 - Soldadura
 - Limpieza con algunos productos químicos



Atmósferas Irritantes

- Los gases irritantes varían considerablemente conforme a las actividades industriales



Atmósferas Irritantes (2)

La exposición a gases irritantes o concentraciones corrosivas pueden producir efectos ligeros de irritación.

- Esto puede significar que el trabajador se ha adaptado al agente nocivo involucrado. Sin embargo:

En muchos casos significa que ha habido un desajuste en el sistema de defensa por el cambio de sensibilidad, debido al daño en las terminales nerviosas.

Atmósferas Irritantes (3)

- El peligro en esta situación es que, usualmente, el trabajador no percibe el aumento en su exposición a una sustancia tóxica.

Peligros en los espacios relacionados con gases

- Los peligros pueden provenir de:
 - Productos o agentes químicos almacenados previamente
 - Fugas o derrames inesperados
 - Procesos de manufactura
 - Secado de pinturas
 - Limpieza con ácidos y solventes

Peligros en los espacios relacionados con gases

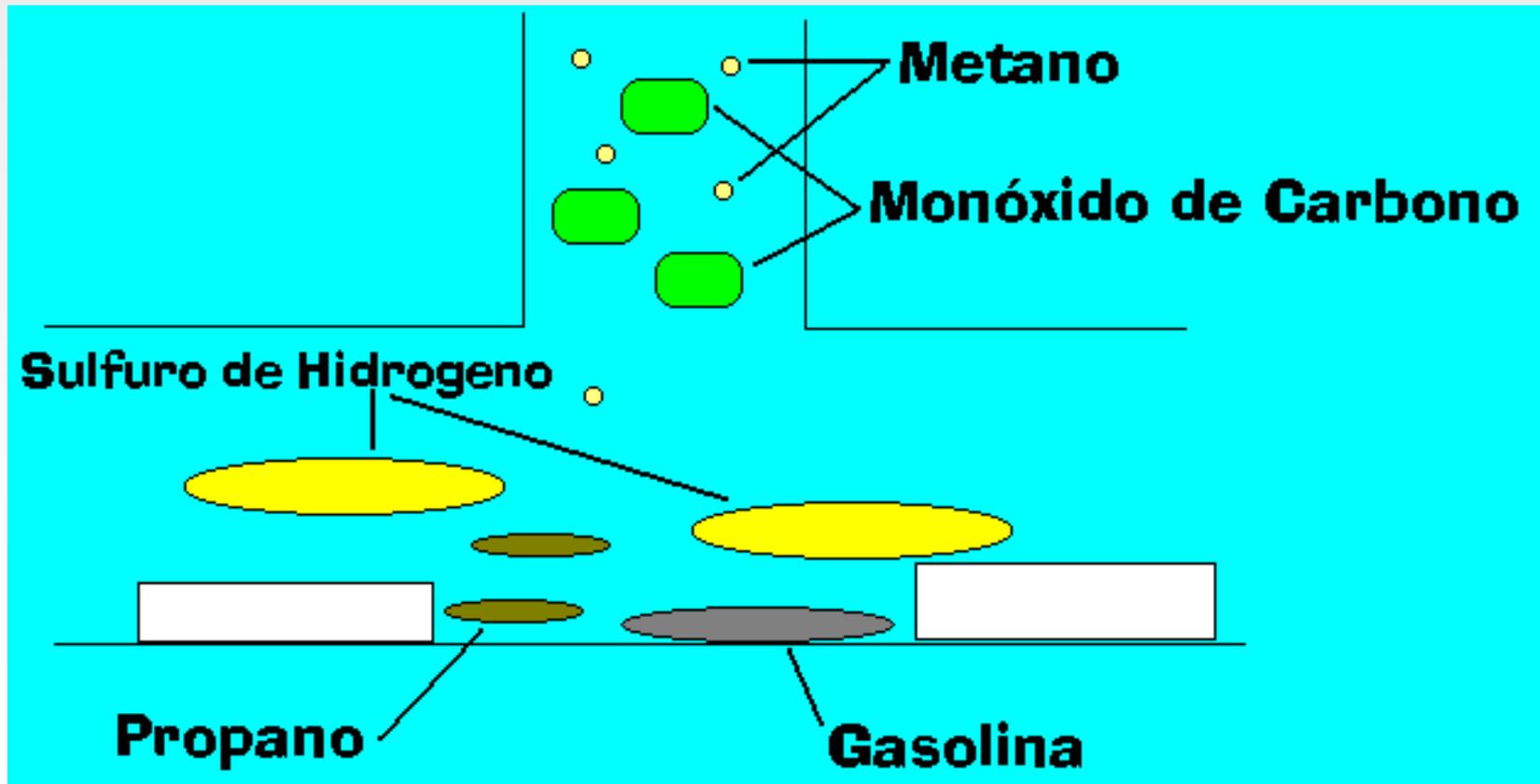
- Los peligros pueden provenir de:
 - Putrefacción, descomposición y fermentación
 - Soldadura
 - Remoción de lama
 - Soplado de arena



Estratificación de los gases

- Los gases y vapores pueden estratificarse en el interior de un espacio confinado debido a sus diferencias en el peso molecular.
- Algunos gases son mas ligeros que el aire y otros son mas pesados.
- Se deben efectuar mediciones a diferentes niveles.

Estratificación de los gases(2)



Vapores y gases más comunes en los espacios confinados

■ Más pesados que el aire

- Bióxido de Carbono
- Argón
- Propano
- Ácido Hidrosulfúrico
- Nitrógeno
- Cloro

■ Más ligeros que el aire

- Monóxido de Carbono
- Hidrogeno
- Helio
- Metano
- Acetileno

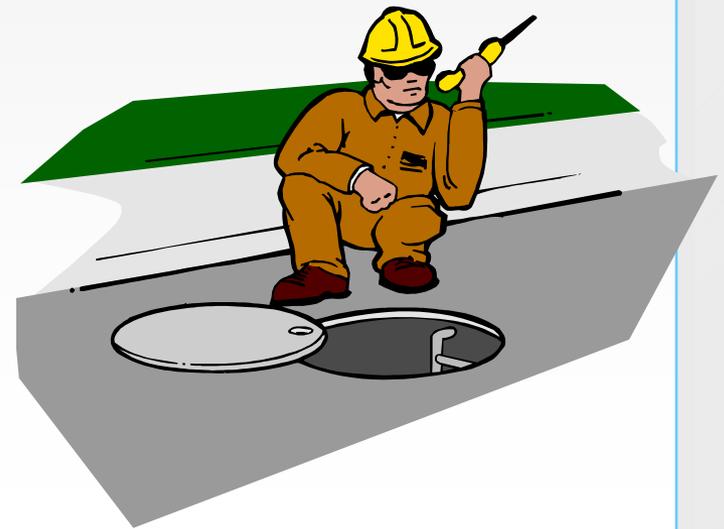
Espacios Confinados

**Seguridad en los espacios
confinados**

Seguridad en espacios confinados

Si el centro de trabajo tiene espacios confinados que requieren permiso de entrada:

- La empresa debe informar a sus empleados y
- Colocar los señalamientos de peligro necesarios



Seguridad en espacios confinados (2)

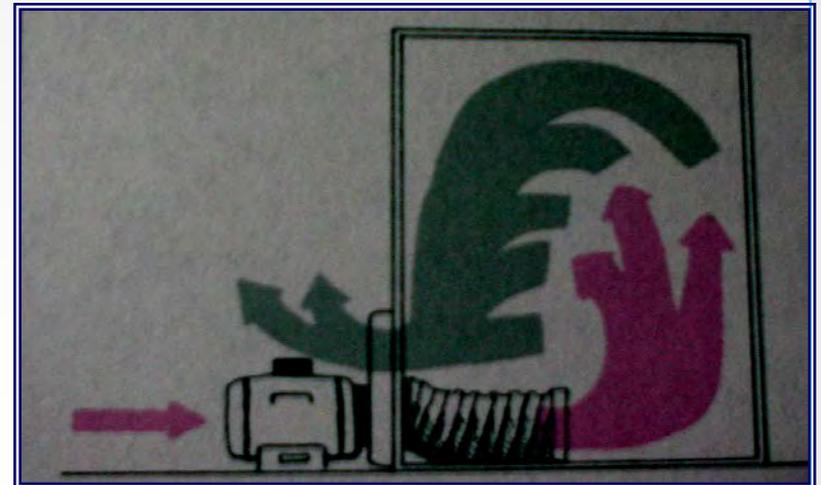
Antes que un trabajador ingrese al interior de un espacio confinado que requiere permiso:

- La atmósfera interna debe ser muestreada con un Instrumento de lectura directa y calibrado.
- Se debe monitorear en el orden que se indica:
 - Contenido de oxígeno
 - Gases y vapores inflamables
 - Contaminantes tóxicos

Seguridad en espacios confinados (3)

Si se detecta una atmósfera peligrosa, debe muestrearse en forma continua para asegurarse que la ventilación forzada está previniendo la formación de una atmósfera peligrosa.

Debería
monitorearse
periódicamente el
espacio.



Seguridad en espacios confinados (4)

- El empleador debería documentar las bases que determinan que se han eliminado todos los riesgos para ingresar al espacio confinado que requiere permiso.
- Este documento debe incluir:
 - La fecha
 - La localización del espacio
 - La firma del supervisor de entrada
- El documento debe entregarse a cada trabajador que ingrese al interior del espacio confinado.

Procedimientos de seguridad para el ingreso a los espacios confinados

- Desarrolle un Plan
- Monitoree los gases
- Establezca procedimientos de trabajo seguros
- Llene el permiso de entrada

Ingreso a espacios confinados

Desarrolle un plan:

- Revise los procedimientos de entrada a espacios confinados con los entrantes.
- Discutiendo cómo se debe realizar el trabajo.
- Estableciendo el equipo de protección necesario.
- Evaluando los peligros.
- Estableciendo prácticas seguras de trabajo.
- Estableciendo procedimientos de rescate.

Ingreso a espacios confinados (2)

- **Monitoree los gases**
 - Seleccione el monitor de gas que sea intrínsecamente seguro.
 - Hay varios monitores de gases: sencillos o múltiples.

Ingreso a espacios confinados (3)

- Establezca procedimientos de trabajo seguros
 - Asegúrese que todos los trabajadores lo conocen y lo han entendido.



Ingreso a espacios confinados (4)

■ Permiso de Entrada a Espacios Confinados

- Use el permiso como una guía.
- Asegúrese de mantener registros de cada entrada, resultados de los monitores de gases, inspección y calibración del monitor.

Taller

**Planificación para el ingreso al
espacio confinado**

Instrucciones

- Divídase en grupos de 4 a 5 participantes.
- En su grupo haga un plan para ingresar al espacio que aparece en la lámina siguiente.
- Escoja un vocero del grupo quien va exponer el plan del grupo frente a la clase.



Espacios Confinados

Instrumentación

Clasificación

- Instrumentos de lectura directa
 - Sensores Electroquímicos
 - Tubos Colorimétricos
 - Analizadores de Infrarrojos / Espectrofotómetros
 - Cromatógrafos de Gases Portátiles

Clasificación (2)

- Instrumentos de lectura indirecta
 - Basados en la recolección, por medio de filtros especiales, del contaminante y análisis posterior de la muestra en el laboratorio.
 - Ejemplo: bombas gravimétricas

Instrumentos con sensores electroquímicos

- Para el ingreso en los espacios confinados, los instrumentos preferidos son los instrumentos con sensores electroquímicos.
- Los instrumentos con sensores electroquímicos indican si los niveles de oxígeno, gases combustibles y tóxicos están dentro o fuera de los límites seguros.

Detector de gases con bomba

Detector de gases con bomba y sensores electroquímicos.



Instrumentos con sensores electroquímicos



Instrumentos con sensores electroquímicos

Los Instrumentos con Sensores electroquímicos se clasifican en dos Categorías:

- Simples...



Instrumentos con sensores electroquímicos



...y Multigas

Otros instrumentos utilizados



Detectores de foto-ionización

Bomba de tubos colorimétricos



Espacios Confinados

Procedimientos de emergencias

Según estadísticas de OSHA:

- En los Estados Unidos, 1.6 millones de trabajadores ingresan a espacios confinados cada año.
- De estos, 63 mueren anualmente por diversas causas dentro de los espacios.
- 60% de los muertos fueron trabajadores no entrenados que no pudieron salvar a sus compañeros o murieron en el intento.

El equipo de rescate

- Su empleador debe decidir si se va a depender de un servicio interno o externo de rescate en caso de un accidente dentro del espacio confinado.
- Los servicios externos pueden ser:
 - Bomberos
 - Policía
 - Servicios de protección civil

El equipo de rescate (2)

- Si su empresa cuenta con una brigada de emergencias para espacios confinados, se designarán trabajadores entrenados específicamente en rescate en espacios confinados.
- Para pertenecer a la brigada, usted debe tener:
 - Una buena condición física
 - Resistencia
 - Entusiasmo
 - Disponibilidad para aprender y ayudar a los demás
 - Correcta actitud

El equipo de rescate (3)

- Entrenamiento del equipo de rescate:
 - Reconocimiento de peligros en espacios confinados
 - Técnicas de comunicación dentro del espacio
 - Uso del equipo de protección personal
 - Técnicas de rescate en espacios confinados
 - Técnicas de auto-rescate
 - Primeros auxilios y RCP
 - Uso del equipo de rescate en espacios confinados



Reconocimiento de peligros

- Lo primero antes de intentar un rescate es reconocer los peligros a los cuales se enfrenta el equipo de rescate.
- Estos pueden incluir:
 - Atmósferas peligrosas
 - Peligros de enterramiento
 - Peligros relacionados con movimientos de maquinaria
 - Electrocuación
 - Ahogamiento

Equipo de protección personal

- Los rescatistas deben contar con el equipo de protección personal apropiado para los peligros presentes.
- Estos pueden incluir:
 - Respiradores suplidos de aire
 - Respiradores auto-contenidos
 - Trajes de protección
 - Arnesees y sogas, etc.

Respiradores usados en rescates de espacios confinados (1)



- Se utiliza cuando hay posibilidades de enredar la línea de aire.
- Desventajas:
 - Suministro limitado de aire (\pm 30 minutos)
 - Mientras más se ejercita, más consumo de aire
 - El rescatista podría tener que quitarse el tanque para poder ingresar al espacio.

Respiradores usados en rescates de espacios confinados (2)

- La manera más segura de efectuar un rescate.
- La línea debe usarse con una botella de emergencia (5 minutos)
- El aire limpio se suministra a través de una línea de aire desde un sistema de cascada o un compresor.
- El suministro de aire es ilimitado.
- No se requiere cargar cilindros pesados que pueden entorpecer las operaciones de rescate.
- El aire utilizado debe ser de calidad respirable (CGA grado D).



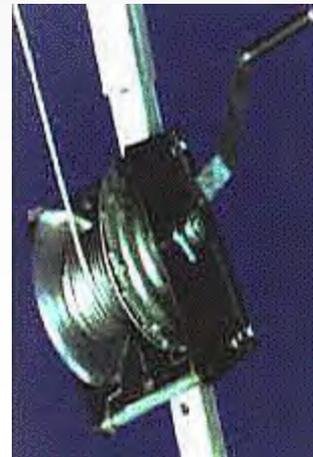
Ventaja mecánica (1)

- Los rescates en espacios confinados requieren del uso de equipos especializados para levantar las víctimas.
- Estos equipo utilizan el principio de la ventaja mecánica.
- Mientras mayor la ventaja mecánica, menor la fuerza requerida para levantar.

Ventaja mecánica (2)

- Por ejemplo: Si se requieren 100 lbs de fuerza para levantar una víctima con una ventaja mecánica de 1:1, se requerirán 25 lbs si la ventaja mecánica es de 4:1.

**Polea con ventaja
mecánica de 4:1**



Sistemas de Rescate

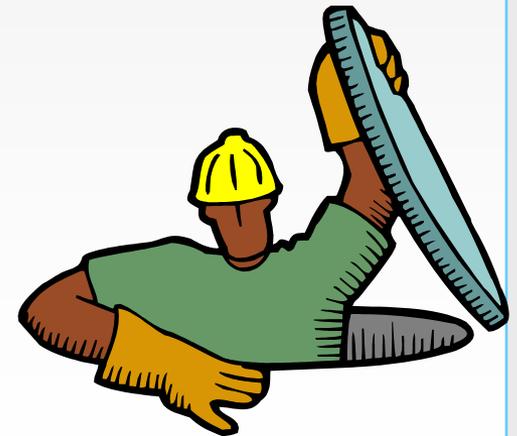
Rescate sin entrar al espacio:

- Es la manera más segura para efectuar un rescate porque no expone al rescatista.
- Los entrantes deben entrar al espacio con un arnés atado a una línea para poder jalarlo en caso de ser necesario.
- Se necesita un trípode y una polea con una ventaja mecánica de por lo menos 4:1.



Sistemas de Rescate (2)

- Se requieren arneses y winches en profundidades mayores a 5´.
- Los manholes y entradas de 18” o menos de diámetro presentan riesgos adicionales.



Sistemas de Rescate (3)

Trípodes y winches:

- Los winches deben soportarse en un trípode y son adecuados hasta 50´.
- El tiempo crítico de extracción es de 3-4 minutos.
- Si la profundidad es mayor, se requieren winches más poderosos con un lift de 1 pie/sec y un “slip clutch de 500 lbs.
- La ventaja mecánica debe ser de 4:1 (mínimo) hasta 6:1 u 8:1.



Winches usados para rescate

- Deben tener un mecanismo para evitar “free wheel”.
- Deben usar una sola línea.
- La ventaja mecánica está basada en una persona de 220 lbs con una relación de 4:1.
- Requieren una fuerza de 50 lbs por parte del rescatista.
- Para rescates de 20´ ó más se recomienda una fuerza de extracción de 25 lbs.

Sistemas de descenso/ascenso

- El objetivo de los sistemas de rescate es el de proveer un sistema de escape de emergencia a cada trabajador.
- No existen requisitos específicos sobre el tipo de sistema que se necesita.
- ¡El mejor sistema es el que funciona!



Velocidades de ascenso/descenso

Velocidad	Comentarios
< 2 p/s	Muy lento
4 a 6 p/s	Aceptable
6 a 10 p/s	OK para emergencias severas (explosiones)
10 a 16 p/s	OK para escapes en ángulos
>16 p/s	Muy rápido para controlar

Anclajes para sistemas de emergencia

- Son similares a los de protección contra caídas.
- Capacidades requeridas:
 - Boatswain chair (una soga): 5000 lbs.
 - Boatswain chair (auto-contenido con cables): 3000 lbs.
 - Rope grab: 5000 lbs.
 - Self retracting: 3000 lbs.
 - Escape de emergencia (caída libre inicial): 1800 lbs.

Anclajes para sistemas de emergencia



Sistemas de Rescate

Rescate entrando al espacio:

- Se usa cuando el espacio contiene obstáculos que hacen difícil o imposible levantar a la víctima.
- El rescatista debe entrar con un equipo de respiración suplido de aire o autónomo y estar protegido contra los peligros existentes.



Manejo de la víctima (1)

- Cuando el rescatista llegue a la víctima, debe evaluar su condición física y mental.
- Debe estar alerta por síntomas de shock y pánico.
- Debe prepararlo para transportarlo fuera del espacio confinado lo más rápidamente posible, sin lesionarlo más.

Manejo de la víctima (2)

- Si la víctima está inconsciente:
 - Estabilice su cabeza y mantenga la vía aérea abierta.
 - Verifique que está respirando y tiene pulso.
 - Si no respira o no tiene pulso debe iniciar la RCP y sacarlo del espacio.
 - Si el espacio contiene una atmósfera peligrosa (explosiva, por ejemplo), tiene bajo contenido de oxígeno o contiene un gas tóxico en niveles IDLH, no pierda tiempo dando RCP a la víctima y sáquelo del espacio lo antes posible.
 - Nunca se quite su equipo respirador para ayudar a una víctima.

Manejo de la víctima (3)

- Si la víctima tiene una lesión a la cabeza o cuello:
 - Debe inmovilizarlo antes de moverlo.
 - Puede usar un cuello “C” y una camilla rígida.
 - Es posible que tenga que efectuar un levantamiento vertical con la camilla.
 - Nunca debe tratar de mover una víctima con lesiones a la cabeza o cuello sino está entrenado para hacerlo.

Sogas y sistemas de aparejamiento

- Todas las sogas usadas para rescate debe cumplir con el factor de seguridad de la NFPA de 15:1
- Deben ser:
 - De bajo estiramiento
 - Kermantle en una vaina de nylon
 - Deben ser nuevas (descartar las usadas)
 - Las sogas de entrenamiento se pueden re-usar, no así las que fueron utilizadas en rescates reales.
 - Las sogas debe protegerse del sol, ácidos, humedad, tierra y altas temperaturas.
 - Nunca camine sobre las sogas.
 - Inspeccione las sogas periódicamente.

Sogas y sistemas de aparejamiento



Conclusión



Si tiene espacios confinados en su empresa:

- Haga un plan de trabajo
- Entrene al personal
- Monitoree la atmósfera
- Use instrumentación y equipo adecuado
- Tenga un plan de emergencias