



ESPACIOS CONFINADOS

Proyecto Espadeala



ESPACIOS CONFINADOS



ESPACIOS **CONFINADOS**

ÍNDICE

Pág.

1.- Definición de espacio confinado.....	2
2.- Diseño de espacios confinados.....	4
3.- Identificación de los espacios confinados.....	5
4.- Riesgos de los espacios confinados.....	5
4.1.- Atmósferas suboxigenadas (Con deficiencia de oxígeno).....	7
4.2.- Atmósferas sobreoxigenadas (Enriquecidas con oxígeno).....	8
4.3.- Atmósferas con gases combustibles.....	8
4.4.- Atmósferas con gases tóxicos.....	10
5.- El permiso de entrada al espacio confinado.....	14
6.- Procedimientos de trabajo y recomendaciones de seguridad para trabajos en espacios confinados.....	16
6.1.- Precauciones antes de la entrada en un espacio confinado.....	17
6.2.- Entrada al espacio confinado.....	22
7.- Emergencias y primeros auxilios.....	26
8.- Formación de los trabajadores.....	26

1.- DEFINICIÓN DE ESPACIO CONFINADO

Un espacio confinado es todo ambiente que:

a) Tiene medios limitados para entrar y salir. Se entiende por medios limitados, a todos aquellos que no permiten una entrada ni una salida en forma segura y rápida de todos sus ocupantes, por ejemplo, alcantarillas, espacios cuyo ingreso o egreso sea a través de una escalera, silleta o arnés con sistema de elevación.

b) No tiene una ventilación natural que permita:

- Asegurar una atmósfera apta para la vida humana (antes y durante la realización de los trabajos).
- Inertizarlo de manera de eliminar toda posibilidad de incendio y/o explosión (antes y durante la realización del trabajo).

c) No está diseñado para ser ocupado por seres humanos en forma continua.



Además los espacios confinados pueden clasificarse atendiendo a diferentes factores. Según sus características geométricas, se dividen en abiertos (túneles, alcantarillas,...) o cerrados (cisternas, silos, pozos,...). En función de los riesgos potenciales, se pueden dividir en tres clases : A, B o C, de acuerdo al grado de peligro para la vida de los trabajadores:

- Clase A: corresponde a aquellos donde existe un inminente peligro para la vida. Generalmente riesgos atmosféricos (gases inflamables y/o tóxicos, deficiencia o enriquecimiento de oxígeno).
- Clase B: en esta clase, los peligros potenciales dentro del espacio confinado pueden ser de lesiones y/o enfermedades que no comprometen la vida ni la salud y pueden controlarse a través de los elementos de protección personal. Por ejemplo : se clasifican como espacios confinados clase B a aquellos cuyo contenido de oxígeno, gases inflamables y/o tóxicos, y su carga térmica están dentro de los límites permisibles. Además, si el riesgo de derrumbe, de existir, fue controlado o eliminado.

- Clase C: esta categoría, corresponde a los espacios confinados donde las situaciones de peligro no exigen modificaciones especiales a los procedimientos normales de trabajo o el uso de elementos de protección personal adicionales. Por ejemplo: tanques nuevos y limpios, fosos abiertos al aire libre, cañerías nuevas y limpias, etc.

En otras ocasiones, la clasificación se realiza según las características ya conocidas del espacio confinado:

- 1ª categoría: Es necesaria autorización de entrada por escrito y un plan de trabajo diseñado específicamente para las tareas a realizar.
- 2ª categoría: Precisa una seguridad en el método de trabajo con un permiso para entrar sin protección respiratoria una vez efectuadas las mediciones.
- 3ª categoría: Basándose en inspecciones y la experiencia en estos espacios confinados se necesita seguridad en el método de trabajo, pero no se necesita permiso de entrada.

En definitiva, un espacio confinado es un área aislada, cuya atmósfera puede ser muy diferente de aquella que habitualmente se respira. Los espacios confinados no están hechos en términos generales para estar habitados por el hombre, no se les ha diseñado fácil acceso o salida, poseen pocas aberturas por lo que generalmente la ventilación es pobre e incluso puede que el aire puro no llegue hasta el área de trabajo. Precisamente por tener escasez de aberturas y acceso limitado, aumentan las dificultades del operario que trabaja en su interior a la hora de abandonarlo por una situación peligrosa.

2.- DISEÑO DE ESPACIOS CONFINADOS

Es importante que durante la etapa de diseño de los espacios confinados se tengan en cuenta las definiciones anteriormente mencionadas de manera que se minimicen los riesgos durante las posteriores reparaciones o tareas de mantenimiento.

Se deben prever salidas de tamaño y en cantidad suficiente a una altura que permita a los trabajadores entrar y salir del espacio confinado en forma segura.

Otros aspectos a tener en cuenta son los elementos que se colocan en el interior del espacio confinado, hay que prever la ocupación de personas para tareas de reparación y/o limpieza.

3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS CONFINADOS

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, deben localizarse e identificarse los espacios confinados por medio de carteles bien visibles en todas las zonas por donde pueda tenerse acceso a los mismos.

El espacio confinado debe tener indicado también en su exterior el nombre del producto que contiene, el rombo NFPA indicando los niveles de riesgos de inflamabilidad, para la salud y reactividad química, como también el círculo PERO señalando los niveles de riesgos para la piel, estomago, respiración y ojos.



4.- RIESGOS DE LOS ESPACIOS CONFINADOS

En la mayoría de los casos se asignan a los espacios confinados única y exclusivamente los riesgos procedentes de las condiciones atmosféricas de su interior, pero dichos espacios conllevan la confluencia de numerosos riesgos añadidos al anterior, algunos de ellos pueden ser:

- a) Atropellos con vehículos originados por la ubicación del e.c.(registros en vías con tráfico rodado).
- b) Caídas a distinto nivel (escaleras desprovistas de aros protectores, escaleras en deficiente estado).
- c) Riesgos por contacto eléctrico directo o indirecto (falta de protección diferencial o defectos de aislamientos).
- d) Riesgos por desprendimientos de objetos en proximidades a los accesos (herramientas).
- e) Riesgos por asfixia, inmersión o ahogamiento debido a los productos contenidos en el espacio confinado (silos que contienen productos a granel).
- f) Riesgos térmicos (humedad, calor).
- g) Riesgos por contacto con sustancias corrosivas, caústicas.
- h) Riesgos biológicos (virus, bacterias).
- i) Riesgos por golpes con elementos fijos o móviles debido a la falta de espacio.
- j) Riesgos debidos a las condiciones meteorológicas (lluvias, tormentas).
- k) Riesgos posturales (trabajos de rodilla, en cuclillas...).

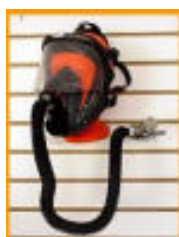
Pero sin duda alguna, los riesgos atmosféricos son unos de los más peligrosos y los que estadísticamente producen la mayor cantidad de accidentes.

Los riesgos atmosféricos mas comunes son :

- Concentraciones de oxígeno en la atmósfera de espacios confinados por debajo de 19,5 % (deficiencia de oxígeno), o sobre 23,5 % (enriquecimiento de oxígeno).
- Gases o vapores inflamables excediendo un 10 % de su límite inferior de expresividad (LEL).
- Concentraciones en la atmósfera de sustancias tóxicas o contaminantes por sobre el límite permitido de exposición de la OSHA (PEL).
- Residuos en forma de polvos o neblinas que oscurezcan el ambiente disminuyendo la visión a menos de 1,5 metros.
- Cualquier sustancia en la atmósfera que provoque efectos inmediatos en la salud, irritación en los ojos, podría impedir el escape.
- Concentraciones de determinados polvos, como los del cereal, por encima de los límites permisibles.

4.1.- Atmósferas suboxigenadas (Con deficiencia de oxígeno)

Normalmente el aire que respiramos, contiene un 20,8 % de oxígeno por volumen, cuando en un espacio confinado, este porcentaje está por debajo de 19,5 % de su atmósfera total, se considera que la atmósfera tiene deficiencia de oxígeno. En estas condiciones no puede entrar ningún trabajador sin equipo respirador autocontenido.



La disminución de concentración de oxígeno en el espacio del ambiente confinado, puede deberse al desplazamiento por otros gases, herrumbre, corrosión, fermentación, otras formas de oxidación y trabajos realizados que consuman oxígeno (llamas).

De acuerdo al estado de limpieza, contenido o trabajo que se realiza dentro del espacio confinado, puede ser necesario realizar controles periódicos o permanentes del ambiente y no únicamente antes de entrar.

% de oxígeno	Efectos
19,5/16	Sin efectos visibles.
16/12	Incremento de la respiración. Latidos acelerados. Atención, pensamientos y coordinación dificultosa.
14/10	Coordinación muscular dificultosa. Esfuerzo muscular que causa rápida fatiga. Respiración intermitente.
10/6	Náuseas, vómitos. Incapacidad para desarrollar movimientos o pérdida del movimiento. Inconsciencia seguida de muerte.
por debajo	Dificultad para respirar. Movimientos convulsorios. Muerte en minutos.

4.2.- Atmósferas sobreoxigenadas (Enriquecidas con oxígeno)

Cuando por algún motivo, por ejemplo, pérdidas en mangueras o válvulas, la concentración de oxígeno supera el 23,5 %, se considera que la atmósfera está

sobreoxigenada y próxima a volverse inestable, la posibilidad y severidad de fuego o explosión, se incrementa significativamente si la concentración en una atmósfera, llega a valores del 28 %, los tejidos ignífugos, dejan de serlo. Por lo tanto, los elementos, como ropa, delantales, guantes, etc., que con una concentración normal de oxígeno (20,8 %), no son combustibles, si pueden serlo si el porcentaje de oxígeno en la atmósfera, aumenta.



4.3.- Atmósferas con gases combustibles

Las atmósferas de los espacios confinados que contengan gases combustibles, pueden clasificarse en tres niveles en función del porcentaje de mezcla de gas combustible y aire y son :

- a) Nivel pobre : no hay suficiente gas combustible en el aire como para arder.
- b) Nivel rico : tiene mucho gas y no suficiente aire.
- c) Nivel explosivo : tiene una combinación de gas y aire que forma una mezcla explosiva que en contacto con una fuente de calor lo suficientemente intensa, puede ocasionar una explosión.



Durante el proceso de preparación para el ingreso los espacios confinados que han contenido sustancias combustibles, pueden pasar por estas tres etapas: mezcla rica en vapores combustibles, mezcla explosiva y mezcla pobre.

En el espacio confinado, puede haber en un principio, una mezcla demasiado rica por los gases generados por la entrada de vapores de otra fuente, tuberías sin desvincular, huecos en el fondo, escamas en las paredes (óxido), residuos en pisos, paredes techos, cámaras para espuma, flotadores, estructuras internas, debajo del piso por pinchaduras ó rebalses.

Para realizar trabajos en el interior de estos espacios confinados, hay que reducir las concentraciones de gas combustible, a menos del 10 % de su LEL (nivel mínimo de inflamabilidad), para lo cual pueden emplearse dos métodos :

a) El lavado y limpieza para eliminar productos residuales, que dependerá de la sustancia que se halla contenido. Conforme a ello puede ser necesario lavarlo con agua fría, caliente, vaporizar o neutralizar químicamente los residuos, en este caso, todos los residuos sólidos y líquidos, deben ser dispuestos según las normas que rigen el cuidado del medio ambiente.

b) El otro método, es de dilución por ventilación, para ello se puede usar simplemente aire o gases inertes. La dilución con aire tiene la ventaja de ser un método económico y sin límites, pero la desventaja, es que en el período de dilución se hace pasar la atmósfera del interior del espacio confinado y del lugar de venteo de estos gases por el rango de mezcla explosiva, lo cual genera un riesgo importante porque de haber una fuente de calor lo suficientemente intensa, puede causar una explosión. Este método de dilución con aire es recomendable cuando no hay fuentes de ignición en el espacio confinado ni en las proximidades y cuando el venteo de la salida de aire y gas, es segura de acuerdo a la dirección del viento.

La dilución con gases inertes en los espacios confinados, tienen la ventaja de no generar peligros de explosión en el interior del espacio confinado, pero es

un método costoso, limitado y deja en el interior una deficiencia de oxígeno, que obliga a tener que ventear con aire después para llevar la concentración de oxígeno a los niveles permisibles (19,5 % a 23,5 %).

En ambas formas de venteo, todos los equipos utilizados para generarlos, deben ser equipos adecuados y aprobados para tal fin, deben estar en buen estado y su descarga a tierra probadamente conectada.

4.4.- Atmósferas con gases tóxicos

Este tipo de atmósferas en particular, son las que causan la mayor cantidad de accidentes y los mas serios. La presencia de gases tóxicos en un ambiente confinado, se puede deber a : una falta o deficiente lavado o venteo, cañerías mal desvinculadas o sin desvincular, residuos (barros), ingreso desde otras fuentes, etc.

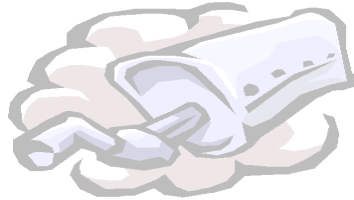


A continuación, se detallan los gases tóxicos mas comunes que se pueden encontrar en los espacios confinados :

- Monóxido de carbono (CO).

Un gas incoloro e inodoro generado por la combustión de combustibles comunes con un suministro insuficiente de aire o donde la combustión es incompleta. Es frecuentemente liberado por accidente o mantenimiento

inadecuado de mecheros o chimeneas en espacios confinados y por máquinas de combustión interna.



Llamado el "asesino silencioso", el envenenamiento con CO puede ocurrir repentinamente.

Nivel de CO en ppm	Efectos
200 ppm por 3 hs. ó	Dolor de cabeza.
1000 ppm en 1 hora ó 500 ppm por 30 min.	Esfuerzo del corazón, cabeza embotada, malestar, flashes en los ojos, zumbido en los oídos, nauseas.
1500 ppm por 1 hora.	Peligro para la vida.
4000 ppm.	Colapso, inconsciencia y muerte en pocos minutos.

- Sulfuro de hidrógeno (H₂S)

Este gas incoloro huele como huevos podridos, pero el olor no se toma como advertencia porque la sensibilidad al olor desaparece rápidamente después de respirar una pequeña cantidad de gas. Se encuentra en alcantarillas o tratamientos de aguas de albañal y en operaciones petroquímicas. El H₂S es inflamable y explosivo en altas concentraciones.

Envenenamiento repentino puede causar inconsciencia y paro respiratorio. En un envenenamiento menos repentino, aparecen náuseas, malestar de estómago, irritación en los ojos, tos, vómitos, dolor de cabeza y ampollas en los labios.

Nivel de H ₂ S en ppm	Efectos
18/25 ppm.	Irritación en los ojos.
75/150 ppm por algunas horas.	Irritación respiratoria y en ojos.
170/300 ppm por una hora.	Irritación marcada.
400/600 ppm por media hora.	Inconsciencia, muerte.
1000 ppm.	Fatal en minutos.

- Dióxido de Azufre (SO₂).

La combustión de sulfuro o componentes que contienen sulfuro, produce este gas irritante. Exposiciones severas resultan de tanques de autos cargados o no cargados, cilindros o líneas rotas o con pérdidas y fumigación de barcos.



Nivel de SO ₂ en ppm	Efectos
1/10 ppm.	Incremento del pulso y respiración, la intensidad de la respiración decrece.

- Amoníaco (NH₃)

Es un fuerte irritante que puede producir la muerte por espasmo bronquial. Pequeñas concentraciones que no producen una irritación severa, pasan rápidamente a través de los conductos respiratorios y metabolizan, por lo tanto en poco tiempo actúan como amoníaco.

Puede ser explosivo si los contenidos de un tanque o sistema de refrigeración son descargados en una llama abierta.

Nivel de NH ₃ en ppm	Efectos
300/500 ppm	Tolerancia máxima a una exposición corta.
400 ppm.	Irritación de garganta, respiratoria y en ojos.
2500/6000 ppm por 30 min.	Peligro de muerte.
5000/10000 ppm.	Fatal.

- Acido Hidrocianhídrico (HCN).

Veneno extremadamente rápido que interfiere con el sistema respiratorio de las células y causa asfixia química. HCN líquido es un irritante de los ojos y la piel.



- Hidrocarburos Aromáticos :
 - Benceno : incoloro, inflamable, líquido volátil con un olor aromático. El envenenamiento crónico puede ocurrir después de respirar pequeñas cantidades en un período de tiempo. Un primer signo es la excitación, seguido de adormecimiento, malestar, vómitos, temblores, alucinaciones, delirio e inconsciencia.
 - Tolueno : incoloro, líquido inflamable con fuerte olor aromático. Produce fatiga, confusión mental, excitación, náuseas, dolor de cabeza y malestar.
 - Xileno : mezcla solvente que se asemeja al benceno en muchas propiedades físicas y químicas.

5.- EL PERMISO DE ENTRADA AL ESPACIO CONFINADO

Al igual que en determinados países del mundo se requiere de un pasaporte para acceder al mismo, los trabajos efectuados en un espacio confinado de la categoría 1ª y 2ª han de efectuarse una vez elaborado el correspondiente permiso de entrada, prohibiéndose la misma mientras no se posea el referido documento.

Los formatos de permiso de entrada al espacio confinado suelen diferir de unas empresas a otras, pero en su mayoría incluyen una relación de riesgos específicos que se afrontan en su interior, así como una serie de medidas preventivas para controlarlos, mediciones de las condiciones atmosféricas, equipos de trabajo y protección a emplear, medios de rescate y comunicación, lista de personas autorizadas para acceder al interior y lista de personas implicadas en el permiso . Es evidente que cada permiso de entrada estará

elaborado para un espacio y unas tareas concretas, así como, para un solo turno de trabajo y con un determinado horario.

Vital importancia tiene observar minuciosamente todas y cada una de las instrucciones que en él se detallan, no pasando por alto ninguna de ellas.

El I.N.S.H.T. en su N.T.P. nº 30 establece un modelo de Permiso para trabajos especiales (P.T.E) que puede ser de gran utilidad para afrontar tareas en el interior de espacios confinados:

PERMISO PARA TRABAJOS ESPECIALES (P.T.E.)

Empresa:				Fabrica:			
				Instalación:			
				Equipo:			
P.T. nº :		Trabajo a efectuar:					
Fecha:							
PRODUCCIÓN				MANTENIMIENTO			
CONDICIONES	SI	NO	NP	CONDICIONES	SI	NO	NP
El equipo está despresurizado				Interrumpidas las conexiones eléctricas			
El equipo está enfriado				Colocadas bridas ciegas en entrada de productos			
El equipo está lavado				Colocadas bridas ciegas en entrada de vapor a serpentinas			
El equipo está inscrito				Exista ventilación general adecuada			
El espacio de ambiente exterior				Se ha tratado la necesaria ventilación forzada			
La atmósfera es respirable				Se han colocado cortas señalizaciones adecuadas en las áreas de trabajo necesariamente afectadas			
El área o equipo está limpio de material inflamable				Existen medios de lucha contra incendios, en buen estado y próximos			
El área o equipo está libre de gas				La superficie de trabajo es adecuada			
El área o equipo está libre de corrosivos				Cumplimentadas totalmente las instrucciones de producción			
El área o equipo está libre de tóxicos				Trabajos en caliente			
Se han desajustado los accesos de entrada y salida				Trabajos en frío			
Se han vaciado y purgado las tuberías				Entrada en espacios confinados			
INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS O PRECAUCIONES ESPECIALES A SEGUIR POR MANTENIMIENTO EN LOS TRABAJOS PREVIOS				EQUIPOS DE SEGURIDAD Y CONTRAINCENDIOS A EMPLEAR			
				Casco protector			
				Goggles antichispas			
				Traje antichispas			
				Equipo autónomo o semi-autónomo			
				Mascarilla protectora			
				Extintores CO ₂			
				Extintores de polvo químico			
Aplicar normativa de trabajo nº				Otros equipos (especificar):			
Inspeccionada personalmente el área de trabajo y/o el(los) equipo(s) destinado(s) a su reparación, certifico que se han efectuado correctamente los trabajos preparatorios especificados.				Inspeccionada personalmente el área de trabajo y/o el (los) equipo(s) destinado(s) a su reparación y comprobado el cumplimiento de los requisitos indicados, certifico que puede efectuarse el trabajo con las debidas garantías de seguridad.			
El Responsable de Producción				El Responsable de Mantenimiento			
Fdo:				Fdo:			
PERMISO VALIDO PARA EL DIA _____ DE _____ HORAS A _____ HORAS.				Entiendo de las instrucciones complementarias, de los equipos a emplear y de la Normativa de Trabajo a aplicar.			
ESTE PERMISO ES VALIDO SOLAMENTE PARA UN TURNO DE TRABAJO.				El Operario de Mantenimiento			
				Fdo:			

Antes de que comience cualquier entrada a un espacio confinado, el que autoriza la entrada debe firmar el permiso. Terminado el trabajo, el permiso es

cancelado por el supervisor de la entrada, pero se retiene por lo menos un año para facilitar una revisión. Cualquier problema debe ser anotado en el permiso.

Para situaciones de trabajo en caliente, debe agregarse una notificación al permiso de entrada al espacio confinado o un permiso separado de trabajo en caliente. La información adicional debe detallar tanto el tipo y duración del trabajo en caliente.

6.- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS

Para completar exactamente el permiso de entrada, y para informar a los entrantes de los riesgos contenidos en el espacio confinado, debería elaborarse una lista de todos los riesgos que pudieran encontrar durante la ocupación del espacio confinado antes de la entrada.

Las personas que entran y los vigías deben además conocer los signos y síntomas de la exposición a un riesgo. El estudio debe ser acompañado de un documento que describa los métodos para operar de todos los ocupantes del espacio confinado. Este documento debe explicar en detalle toda práctica de limpieza, purga y ventilación, como también prácticas de trabajo seguro. Esto debe ser revisado por toda la gente que participa en la entrada.

Un procedimiento formal de seguridad debe además estar documentado para cubrir asuntos críticos de seguridad como primeros auxilios, ducha y descontaminación y obtener el rescate y equipamiento médico necesario.

6.1.- Precauciones antes de la entrada en un espacio confinado

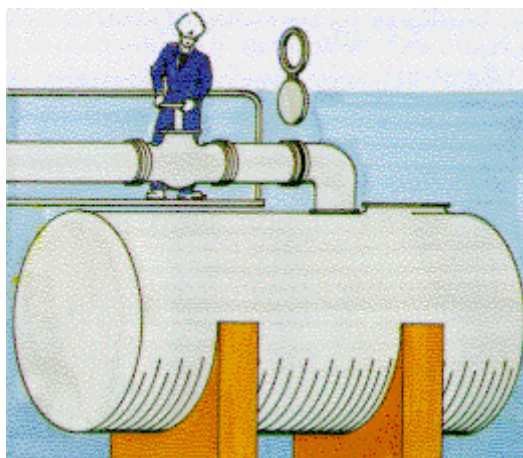
6.1.1.- Instrucción a los trabajadores y toma de conciencia de los riesgos y su prevención

Para asegurar el entendimiento de responsabilidades y riesgos encontrados en un espacio confinado particular, deberían repasarse antes de la entrada por todos los involucrados. Cada riesgo debe ser discutido con todos los entrantes autorizados y vigías, como también las consecuencias de la exposición a cada riesgo.

Una vez completado el permiso de ingreso a espacios confinados, una de las copias debe exhibirse en la zona donde se realiza el trabajo.

6.1.2.- Aislamiento del área de trabajo

Evitar riesgos que puedan venir de zonas o sistemas adyacentes, cerrando válvulas, parando equipos, cortando el fluido eléctrico...etc.



6.1.3.- Limpiar y ventilar

Retirar los productos químicos peligrosos, dejar abierta la entrada hasta conseguir una ventilación suficiente, o forzar mecánicamente la salida de gases antes de entrar a trabajar en estos espacios.

6.1.4.- Medición y evaluación del ambiente interior

Evidentemente, los riesgos asociados a las condiciones atmosféricas del interior del espacio confinado son los que suelen ocasionar la mayoría de los problemas, pues cada espacio cuenta con una atmósfera diferente, y que con sólo mirarla no se puede saber si ésta es peligrosa, ya que la mayoría de los riesgos atmosféricos son invisibles.

La única forma segura de comprobar que una atmósfera en el interior de un espacio confinado presenta peligro o no, es mediante el monitoreo de la misma.

Existen en el mercado una gran variedad de instrumentos de medida para ello, de los cuales cabe destacar:

a) Sistemas Estacionarios de Detección de Gases:

Utilizados en una gran variedad de sectores industriales, con el fin de proporcionar máxima protección ya sea para el personal y/o las instalaciones. Estos sistemas detectan la presencia de gases tóxicos, gases y vapores inflamables y el defecto o exceso de oxígeno, garantizando en cada área el trabajo seguro. Dichos sistemas estacionarios constan de los siguientes componentes:

- **Sensores:** Son los principales elementos de una instalación de alarma de gas. Son determinantes, no sólo de la precisión del sistema, sino

también de los gastos de explotación. La calidad de un sensor viene dada fundamentalmente por su sensibilidad al gas detectado, y al mismo tiempo, por su insensibilidad frente a cualquier otro gas que pudiera haber presente en el ambiente analizado, así como por su duración o vida útil.



- **Convertidores de medida:** Se utiliza para detectar la presencia de gases tóxicos o inflamables y el defecto o exceso de oxígeno. Destacan por incorporar sensores con bajos niveles de interferencias cruzadas, combinados con una gran estabilidad a largo plazo y una rápida respuesta que asegura una inmediata y fiable activación de la señal de alarma. Su vida útil es superior a dos años, reduciendo los costes de mantenimiento al mínimo. Existen convertidores en el mercado para diferentes tipos de gases: SH₂ , CO, O₂ , Cl₂ , NH₃ , NO, NO₂,, SO₂ , CNH, FH, CIH,.....

Basan su técnica de detección mediante infrarrojos, de una gran exactitud e independientes de la temperatura y humedad relativa presentes en la atmósfera, incluso posibilitan su medición en atmósferas inertes.

La última generación de los convertidores, presenta los denominados *convertidores inteligentes*, que no sólo proporcionan los datos de medida a la unidad central de valoración, sino que funcionan con las siguientes ventajas:

- Autochequeo de los sensores.
- Libre configuración de los márgenes de medida.
- Posibilidad de calibración previa de los sensores.
- Calibración asistida por ordenador.

- Su homologación de seguridad intrínseca, le permite trabajar en atmósferas explosivas.

- Centrales de alarma: Son unidades modulares de control para sistemas de detección de gases. Reciben y evalúan la información de las mediciones individuales realizadas por cada convertidor de la instalación. De manejo sencillo y total seguridad de funcionamiento, se hacen indispensables en instalaciones de detección de gases, permitiendo el registro de los resultados exactos de medición.

b) Detectores de Barrera:

Los innovadores detectores de barrera proporcionan una nueva dimensión en la detección de gases inflamables. Estos detectores, utilizan una técnica de infrarrojos de gran fiabilidad para la detección en "línea de visión" de concentraciones de gas a distancias de hasta 60 m., con medición e indicación en un instrumento simple compuesto de emisor , receptor y panel reflector, o de hasta 120 m. con medición e indicación en un instrumento simple compuesto por un emisor y un receptor, funcionando incluso con niveles de oscuridad de hasta el 95%.

c) Sistemas portátiles de detección de gases:

La precisión, fiabilidad, durabilidad, robustez y fácil manejo caracterizan a los equipos portátiles de detección de gases. Es evidente que el olfato humano no siempre es fiable como sistema de aviso de peligro de gases tóxicos o nocivos, el metano, por ejemplo, es un gas completamente incoloro e inodoro, presente naturalmente en el medio ambiente en determinadas cantidades y en ciertos lugares como plantas depuradoras, y que en combinación con oxígeno puede formar una mezcla explosiva altamente peligrosa. Con el empleo de estos sistemas portátiles de detección, se pueden controlar este tipo de situaciones extremadamente peligrosas.



Estos equipos pueden ser *individuales* , para detectar un sólo gas por medición, *múltiples* en los cuales cada equipo puede detectar varios gases simultánea y continuamente o de *fotoionización* con poder de detección de cualquier sustancia susceptible de ionización con la energía radiada por una lámpara de luz ultravioleta.

Independientemente de éstos, el mercado actual ofrece sistemas portátiles de detección de refrigerantes bien sean *CFC*'s (SF6,R-22,R-500,R-123); *HCFC*'s (R-114, R-12, R-134^a) o *HFC*'s (R-113, R-502, R-125).

El monitoreo inicial se efectuará desde el exterior del espacio confinado con ayuda de un equipo provisto de sonda, la cual se introducirá en el interior del mismo. Deben incluir siempre el porcentaje del Límite Inferior de Explosividad (LIE), porcentaje de O₂ , niveles de monóxido de carbono (CO) y niveles de sulfuro de Hidrogeno (SH₂). Independientemente de éstos y en función de las circunstancias, podrá ser necesario efectuar mediciones de otros posibles contaminantes.

Las mediciones las llevará a cabo aquella persona que conozca el equipo así como sus normas de funcionamiento. El equipo previamente estará calibrado y funcionará correctamente, desechando el mismo ante cualquier duda que pueda plantearse. Habrá que extremar las precauciones en aquellos espacios confinados que hayan permanecido cerrados durante largo periodo de tiempo, debido a las posibles acumulaciones o emanaciones bruscas que se puedan ocasionar.

Dado que los tiempos de exposición en este tipo de actividad son muy variables (raramente superan las ocho horas diarias), los criterios de valoración

deben analizarse para cada caso en concreto, no obstante, hay una serie de parámetros que se deben cumplir obligatoriamente y que son:

- El porcentaje del L.I.E. no debe ser nunca mayor del 10 %.
- El porcentaje de O₂ no debe bajar de 19,5 % ni superar el 23,5 %.

Para las sustancias que puedan representar riesgo de intoxicación se puede recurrir al *Documento de Límites de Exposición Laboral a Contaminantes Químicos* editado por el I.N.S.H.T. al objeto de ver sus valores VLAED o VLAEC.

6.1.5.- Equipos de protección personal (EPIs)

Deberá proveerse al personal de todos aquellos equipos de protección individual que sean necesarios, para lo cual previamente se comprobará el correspondiente permiso de entrada.



Los EPIs deben estar en buenas condiciones de uso y debe proporcionarse instrucción a los trabajadores sobre su correcto uso.

6.2.- Entrada al espacio confinado

Una vez tenidas en cuenta esta serie de medidas preventivas y permaneciendo en el exterior el *equipo de apoyo* (dos o más personas), el paso siguiente sería efectuar los trabajos en el interior del espacio confinado.

Siempre que sea posible, se proveerá de ventilación durante los trabajos, bien sea de forma natural, o mediante ventilación forzada (impulsión y/o extracción). Esta ventilación tendrá siempre carácter obligatorio siempre que exista generación continua de uno o varios contaminantes.

Si se utiliza ventilación mecánica mediante el empleo de compresores de motor térmico, habrá que prestar especial atención respecto a la ubicación del mismo con el fin de asegurarse de donde procede el aire que se va a introducir.

El personal de apoyo en el exterior deberá comprobar que los equipos de ventilación están funcionando correctamente, evitando los estrangulamientos de las mangueras de aire o cualquier otra circunstancia que impida que los caudales de aire lleguen correctamente al espacio confinado.

Si la ventilación no lograra mantener el espacio confinado a niveles aceptables, se necesitaría el empleo adicional de un equipo de respiración con suministro de aire ya sean semiautónomos o autónomos.

- *Protección respiratoria semiautónoma*: Con este tipo de protección, el operario puede permanecer en la zona no respirable ilimitadamente, ya que el suministro de aire respirable procede de una batería de botellas, de un compresor o de una fuente industrial de aire filtrado, llegando al usuario a través de una manguera. Constan básicamente de un adaptador facial, un sistema de regulación del aire, denominado equipo básico.

- *Protección respiratoria autónoma:* En condiciones extremas, donde pueda existir deficiencia de oxígeno para la respiración, se hace necesario la utilización de estos equipos. Deben poseer presión positiva y caracterizarse por su confort, ligereza y resistencia, con atalajes de colocación sencilla y de fácil ajuste.

Los componentes de un equipo de protección respiratoria autónomo son:

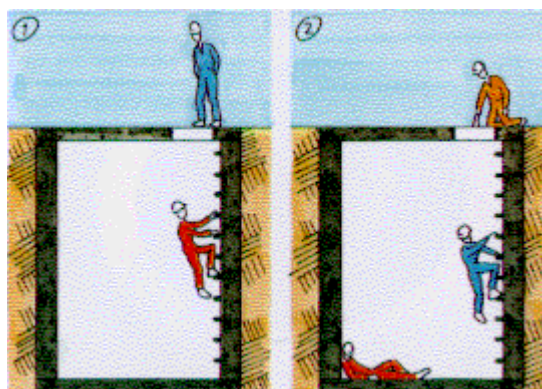
- Mochila básica provista de manorreductor situado en la parte inferior de la misma para suministro del flujo de aire, con sus conexiones de alta, salida de media presión, válvula de seguridad, conexión para accesorio de carga rápida y para un segundo regulador.
- Botellas de aire comprimido, a ser posible construidas en fibra de carbono, con un volumen de 6 litros.
- Controlador de funciones del sistema.
- Máscara facial con doble cerco estanco para evitar fugas, buena visibilidad y cómoda.
- Pulmón automático que suministre al usuario el aire necesario en función del esfuerzo respiratorio realizado.

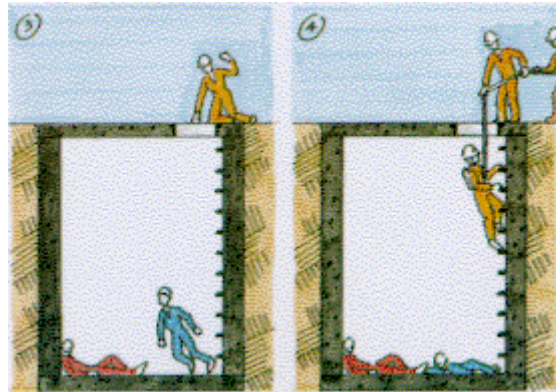
El empleo de los equipos de respiración sólo se debe hacer por personal perfectamente instruido y nunca se debe olvidar que bajo ningún concepto debe retirarse la máscara de las vías respiratorias mientras se permanece en el interior del espacio confinado.

El operario que acceda al espacio confinado deberá portar un arnés de seguridad que se anclará al exterior del espacio y el cual estará continuamente vigilado por el personal de apoyo exterior. Este sistema, permitirá en caso de emergencia sacar rápidamente a la víctima, con la ayuda de algún equipo de elevación habilitado para tal fin (trípode con trácteles, polipasto caso de disponer de la correspondiente fuente de energía, etc).



En el caso de que las dimensiones del espacio confinado sean tales que impida la visión entre el operario de exterior y el de interior, se deberá proporcionar algún sistema de comunicación efectivo entre ambos. Un sencillo método de comunicación consiste en utilizar una alarma que se acciona a intervalos no mayores de 5 minutos y que sonará hasta que el operario del interior la cierre. Cuando esta alarma continúa sonando transcurrido este tiempo, será indicio de que dicho operario ha podido sufrir un desvanecimiento, y se tendrá que efectuar su rescate.





No es aconsejable que una sola persona trabaje en el interior de un espacio confinado, siempre que las dimensiones de éste lo permitan, y como se ha comentado anteriormente existirá siempre un equipo de apoyo, de al menos dos personas en el exterior. Por otra parte hay que tener presente que, cuando se vaya a permanecer un tiempo prolongado en el interior de un espacio confinado, será necesario monitorear periódicamente con el fin de conocer en todo momento las concentraciones de contaminantes.

Así mismo, cuando puedan existir o generarse vapores inflamables, todos los equipos utilizados en el interior del espacio confinado deberán ser del tipo antichispas (Protección Ex Instrucción MIE- BT 026 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión), y en el caso de recintos clasificados como húmedos o mojados, se utilizarán transformadores de seguridad. (Instrucciones MIE- BT 021 y 027 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

7.- EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS

El último paso que conlleva la secuencia de los trabajos en espacios confinados es la planificación de las emergencias tal como exige el art.20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Dicha planificación se efectuará por escrito y deberá ser perfectamente conocida por todo el personal implicado en los trabajos en espacio confinado.

Para la aplicación de tales medidas, debe estar prevista la actuación, así como los medios humanos y técnicos necesarios, tales como, equipos de rescate, medios de extinción contra incendios, sistemas de comunicación, teléfonos de emergencia, dotación de botiquín de primeros auxilios.



El empleo de equipos complementarios tales como cojines neumáticos de baja o media presión, hermetizadores y tapafugas, absorbentes industriales, herramientas de corte para operaciones de rescate pueden ser muy útiles ante cualquier situación de extrema gravedad que se origine en un espacio confinado.

8.- FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Otro punto clave en la realización de trabajos en espacios confinados en forma segura, es el personal que va a realizar las tareas, el de vigía, el de rescate en caso de emergencia y el interviniente en la confección del permiso de ingreso a espacios confinados (supervisores y operadores del área).

La salud general de los trabajadores que realizarán las tareas deberá ser buena y sus aptitudes físicas, mentales y sensoriales deberán ser confiables, especialmente en condiciones de emergencia y en el uso de equipos respiradores.

Una vez aprobados, deben comenzar su período de entrenamiento, por personal cualificado, que tendrá una parte teórica y otra práctica.

Los trabajadores, deben aprender a reconocer los espacios confinados, los peligros que allí pueden encerrarse, como controlarlos o eliminarlos, como usar los elementos de protección personal, como actuar en casos de emergencias, como se confeccionan los permisos a ingresos a espacios confinados, realizar prácticas de primeros auxilios y RCP, formas correctas de bloqueos mecánicos, eléctricos, señalización y prevención y combates de incendios, interpretación de los niveles de riesgo del rombo NFPA y del círculo PERO.



Para realizar las prácticas, es conveniente tener un espacio confinado para entrenamiento o usar uno fuera de servicio que esté limpio. En esta parte, los trabajadores deben llevar a cabo lo aprendido según las ordenes del instructor. Es conveniente que todos los trabajadores roten por todos los puestos que intervienen en un trabajo en espacios confinados.

Además de la capacitación al personal que realizará trabajos en espacios confinados, hay que realizar una instrucción especial a todo el personal interviniente en el bloqueo de los espacios confinados. Esta instrucción, debe incluir : riesgos generales de los espacios confinados, importancia del trabajo que el personal de mantenimiento debe realizar y como pueden evitar accidentes, formas correctas de bloqueo mecánico (cierre de válvulas, colocación de bridas o placas ciegas, con todas las juntas correspondientes y aptas para el producto que pueda circular por las cañerías, colocación de los bulones correctamente ajustados, etc.), bloqueo eléctrico (apertura del interruptor, quite de fusibles de comandos y fuerzas, desconexión de motores, voltajes de seguridad utilizado para iluminación, etc.).

TEST DE AUTOEVALUACIÓN

- Un espacio confinado se puede dividir en tres clases (A, B o C) de acuerdo a:
 - a. sus características geométricas
 - b. los riesgos potenciales
 - c. si necesita o no autorización de entrada por escrito
 - d. las dos últimas respuestas son correctas

- ¿Cuál de los siguientes riesgos no es propio de un espacio confinado?:
 - a. Caídas a distinto nivel
 - b. Riesgo por contacto eléctrico
 - c. Riesgo de asfixia
 - d. Fatiga visual

- ¿Por debajo de qué concentración de oxígeno aparece dificultad para respirar, movimientos convulsorios y muerte en minutos?:
 - a. 10/6
 - b. 14/10
 - c. 16/12
 - d. 10/5

- ¿Qué gas se conoce comúnmente como “asesino silencioso”?:
 - a. H₂S
 - b. CO
 - c. SO₂
 - d. NH₃

- ¿Qué tipos de espacios confinados requieren permiso de entrada?:
 - a. Los de segunda categoría
 - b. Sólo los de primera categoría

- c. Los de Segunda y Tercera categoría
 - d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta
-
- El porcentaje de O₂ en un espacio confinado no debe superar el:
 - a. 25,3%
 - b. 23,5%
 - c. 22,4%
 - d. 25,2%

 - ¿Cuál de los siguientes elementos no forma parte de un equipo de protección respiratoria autónomo?:
 - a. Controlador de funciones del sistema
 - b. Máscara facial
 - c. Botellas de aire comprimido
 - d. Detector de barrera

 - ¿Por debajo de qué concentración de oxígeno aparece dificultad para respirar, movimientos convulsorios y muerte en minutos?:
 - a. 10/6
 - b. 14/10
 - c. 16/12
 - d. 10/5

 - ¿Cuál de las siguientes afirmaciones no es correcta?:
 - a. No es aconsejable que una sola persona trabaje en el interior de un espacio confinado.
 - b. El último paso que conlleva la secuencia de los trabajos en espacios confinados es la planificación de las emergencias
 - c. Para realizar las prácticas, no es conveniente tener un espacio confinado para entrenamiento, por el riesgo que conllevaría

- d. La salud general de los trabajadores que realizarán las tareas deberá ser buena

RECUERDA

Las principales medidas preventivas a adoptar en trabajos en espacios confinados son las siguientes:

- ✓ La ventilación de los espacios confinados es la medida preventiva más importante, al objeto de aportar renovaciones de aire al interior y desplazar al exterior aquellos gases tóxicos y corrosivos que se puedan encontrar en el mismo.
- ✓ La extracción y la ventilación forzada se realizarán estableciendo el procedimiento más preventivo y siempre en relación con el contaminante que se pretenda extraer.
- ✓ Es necesario que se realice un control total de los trabajos desde el exterior, en especial el referente a la atmósfera interior, y asegurar la posibilidad de rescate.
- ✓ La o las personas del exterior deben estar perfectamente instruidas para mantener una continuada comunicación visual o por radio con el trabajador o trabajadora que se encuentre en el interior.
- ✓ Implantación de un sistema de permisos especiales para entrada a los espacios confinados con una lista de comprobación de los riesgos, especificando las condiciones de seguridad en que se desarrollarán los trabajos. Dicha autorización deberá ser válida únicamente para la fecha

y la operación que se deba realizar en su interior, debiendo ir firmada por los responsables de producción y/o mantenimiento. LPRL, art. 15.3

- ✓ Los trabajadores que accedan a dichos espacios deberán haber sido formados sobre los procedimientos de trabajo y las actuaciones a seguir en su interior y en caso de emergencia.
- ✓ Medición y evaluación de la atmósfera interior desde el exterior con empleo de aparatos de detección automática de gases explosivos, tóxicos y asfixiantes, y niveles de oxígeno.
- ✓ Medición continuada, una vez se accede al interior del espacio, de los parámetros ambientales descritos.
- ✓ Es de suma importancia el correcto calibrado de los equipos de medida.
- ✓ Utilización de tensiones de seguridad de 24 V. en el interior de los espacios confinados, con protecciones antideflagrantes y sus correspondientes tomas de tierra conectadas a elementos metálicos conductores situados en el exterior.
- ✓ Señalización de los trabajos que se están realizando en el exterior al recinto.