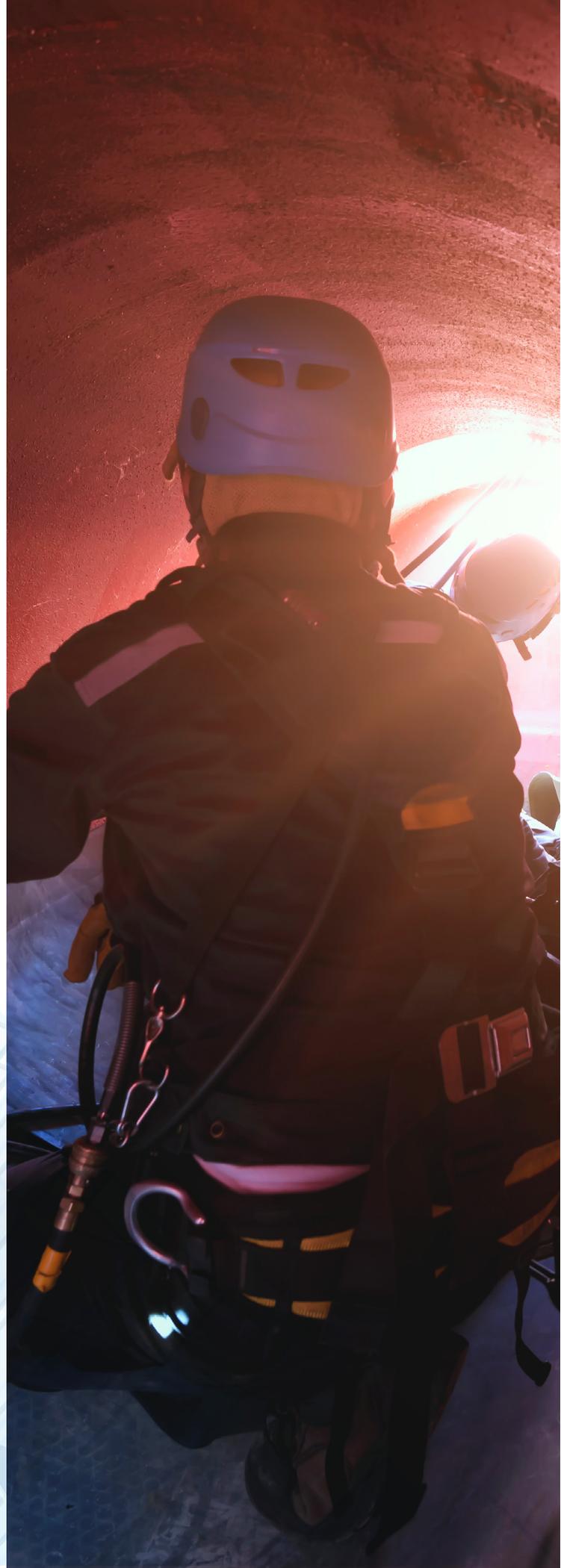


GUÍA
TÉCNICA



Gestión del riesgo en espacios confinados para gerentes y supervisores SST

ISBN 978-958-9223-11-6



Gestión del riesgo en espacios confinados para gerentes y supervisores SST

Por: Humberto Carmona Gutiérrez / Ingeniero Mecánico / Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo/ Experiencia en desarrollo de Sistemas de Gestión, Continuidad del Negocio y Análisis de Riesgos Hazop – Hazid. Ampla experiencia y trayectoria en seguridad industrial en tareas de alto riesgo en los principales sectores de la economía y en la construcción normativa de estas actividades. Conferencista de reconocida trayectoria en tareas de alto riesgo, productividad y liderazgo.



Gestión del riesgo
en espacios
confinados
para gerentes
y supervisores SST



Asesoría técnica:

Luis Hernando Manrique Palacio

Revisión técnica:

Marco Antonio Largo Delgado
Noé Rodrigo Sánchez Pachón

Corrección de estilo:

Rodrigo Forero Franco

Presidenta Ejecutiva

Adriana Solano Luque

Consejo Editorial

Rodrigo Forero Franco
Claudia Lucía González Rodríguez
Weisner Danuber Herrera Calderón
Andrés Felipe Moreno Castellanos
Yezid Fernando Niño Barrero
Jorge Johan Olave Molano
Leidy Liceth Pérez Claros
Daniel Arturo Quiroga Vargas
Maira Luz Sarmiento Soto
Felipe Murcia Tamayo

Coordinación Periodística

Comunicaciones CCS

Claudia Lucía González Rodríguez
Andrés Felipe Moreno Castellanos
Dayana Alexandra Rojas Campos

Diseño Gráfico

Icona Diseño

Fotografía

Humberto Carmona
123rf.com
Fotos CCS

Consejo Técnico

Armando Agudelo Fontecha
Álvaro Casallas Gómez
Juan José Galán Picón
Héctor Gutiérrez Pulido
María Victoria Roza de Botero
Luis Hernando Manrique Palacio



Contenido

1. Notas legales	7	
2. Justificación	7	
3. Objetivo	8	
4. Marco técnico y legal	8	
5. Qué recordar	8	
5.1	Definiciones y conceptos necesarios para este documento	8
5.2	Definición de espacios confinados	9
5.2.1	Clasificación de los espacios confinados	12
6. Ejemplos de espacios confinados en diferentes industrias	15	
7. Peligros	24	
7.1	Peligros de la atmósfera en el espacio confinado	25
7.1.1	Atmósferas asfixiantes	25
7.1.2	Sustancias peligrosas en el ambiente	27
7.1.2.1	Ácido sulfhídrico	28
7.1.2.2	Monóxido de carbono	29
7.1.2.3	Dióxido de azufre	30
7.1.2.4	Amoníaco	30
7.1.2.5	Otras condiciones de exposición	30
7.1.3	Incendio y explosión	31
7.2	Peligros conexos	32
7.3	Aspectos a considerar	32
7.3.1	Trabajos en ambientes calurosos	32
7.3.2	Dimensión del trabajo	32
7.3.3	Gestión del riesgo	33
7.3.4	Evaluación del riesgo	33
7.3.5	Herramientas para la evaluación del riesgo	35
8. Programa de gestión para espacios confinados	35	
8.1	El papel del administrador del programa. Roles y responsabilidades	37
8.2	Gestión de indicadores del administrador del programa	37
8.3.	Administrador / Cómo definir roles y responsabilidades.	38
8.3.1	Administrador / Recomendaciones para definir roles y responsabilidades	38
8.4	Cuáles roles definir	40
8.5	El papel del supervisor de tareas	41
8.6	Roles y responsabilidades del entrante	42
8.7	Roles y responsabilidades del vigía	43
8.8	Roles y responsabilidades del evaluador de atmósfera	43



9. Controles de tipo preventivo

43

9.1	Controles administrativos	43
9.1.1.	Consideraciones para el administrador de riesgos al crear herramientas de control administrativo	43
9.1.2	Consideraciones del supervisor al usar herramientas de control administrativo	45
9.1.3	Permisos de trabajo / Permiso de ingreso	45
9.1.4	Procedimientos de trabajo	47
9.1.5	Análisis de peligros preentrada	48
9.1.6	Otros procedimientos	48
9.1.6.1	Apertura controlada	48
9.2	Entrenamiento	49
9.2.1	Requisitos de capacitación por roles	49
9.2.1.1	Capacitación de entrantes - Requisitos generales según diferentes referencias	50
9.2.1.2	Capacitación vigías	51
9.2.1.3	Capacitación supervisor	51
9.2.1.4	Capacitación rescatasta	52
9.3.	Señalización en espacios confinados	52
9.4	Identificación del espacio confinado	54
9.5	Monitoreo de atmósferas	54
9.5.1	Mediciones	54
9.5.2	Pruebas de evaluación	56
9.5.3	Monitoreo inicial	56
9.5.4	Técnica de monitoreo	57
9.5.5	Monitoreo dentro del espacio confinado	58
9.5.6	Equipos de monitoreo	59
9.5.6.1	Detectores puntuales	59
9.5.6.2	Detectores en continuo	60
9.5.6.2.1	Detectores fijos y portátiles	60
9.5.6.3	Aspectos a considerar en equipos para la medición	60
9.5.6.4	Monitores de gas combustible	61
9.5.6.5	Monitores para oxígeno	62
9.5.6.6	Monitores para gases tóxicos	62
9.6	Aptitud psicofísica y vigilancia en salud	63
9.7.	Control de energías peligrosas	64
9.8.	Otras medidas de prevención	64

10. Medidas de protección

64

10.1	Vigilancia exterior	64
10.1.1	El papel del vigía / Roles y responsabilidades	64
10.2	Ventilación	65
10.2.1	Ventilación natural	66
10.2.2	Ventilación forzada	66
10.2.3	Ventilación combinada	68
10.2.4	Caudales de ventilación	68
10.2.5	Configuraciones de la ventilación	70
10.2.6	Ventilación en trabajos con generación de contaminantes	72
10.2.7	Ventilación de espacios confinados con atmósferas potencialmente explosivas o inflamables	72
10.2.8	Cálculos de la ventilación	72
10.3	Comunicación	73
10.4	Inertización	75
10.5	Elementos de protección personal	76
10.5.1	Consideraciones del administrador para la adquisición y definición de equipos de protección personal (EPP)	76
10.5.2	Consideraciones de supervisión y uso de EPP	76
10.5.3	Equipos de protección respiratoria	76



10.5.3.1	Calidad del aire	76
10.5.3.2	Respiradores purificadores de aire	77
10.5.3.3.	Respiradores con suministro de aire	79
10.5.3.3.1	Equipo de respiración autónomo	82
10.5.3.3.2	Respiradores de escape	82
10.5.3.3.3	SCBA de circuito cerrado	82
10.5.3.3.4	Líneas de aire respirable	84
10.6	Herramientas de trabajo y equipos	84
10.6.1	Consideraciones de selección y uso	84
10.7	Limpieza	84

11. Consideraciones de atención de emergencias 84

11.1.	Guía para construir planes operativos normalizados para atención de emergencias en espacios confinados	85
-------	--	----

12. Consideraciones en investigación de accidentes 86

13. Experiencias y buenas prácticas 87

13.1	Infraestructura en transporte de gas natural	87
13.2	Buena práctica en mantenimiento de tanques	89

14. Herramientas prácticas 91

14.1	Auditoría	91
14.2	Herramientas de entrenamiento y consulta	91

15. Estudio de casos 91

16. Bibliografía 92

Anexo 1. Lista de verificación trabajos en espacios confinados 94

Anexo 2. Programa de gestión para espacios confinados 96

Anexo 3. Estudio de casos 100



GUÍA TÉCNICA

**Gestión del riesgo en espacios
confinados para gerentes
y supervisores SST**

1. Notas legales

Esta publicación tiene el propósito de brindar información general de los temas relacionados con la seguridad en espacios confinados. Los aspectos aquí señalados constituyen una guía de consulta que en ningún momento pretende establecer ni alterar la responsabilidad que tienen las organizaciones de cumplir con los estándares reglamentados por la actual legislación, ni de evadir la responsabilidad de atender las recomendaciones realizadas por los diferentes fabricantes de los equipos.

Otro aspecto fundamental a considerar en relación con el cumplimiento de las normas y sus interpretaciones, las cuales pueden cambiar en el transcurso del tiempo, es la orientación adicional sobre cómo cumplir con ellas, así como estar atentos a las modificaciones o alteraciones que puedan llegar a tener, de tal forma que las organizaciones puedan realizar sus respectivas adaptaciones.

En consecuencia, se le sugiere al lector de esta guía que consulte permanentemente las decisiones e interpretaciones administrativas vigentes, emitidas por los organismos competentes, y las apliquen cuando haya lugar. Igualmente, es necesario estar atentos a consultar permanentemente los fallos emitidos por organismos judiciales.

Los aspectos de esta guía no podrán ser tenidos en cuenta para determinar responsabilidades, deberes o conductas dentro de las organizaciones, sin dejar de tener presente sus condiciones particulares, ya que representa un conjunto de consejos o sugerencias para el mejoramiento de las operaciones contempladas y la respectiva mitigación de riesgos.

Cada cita legal o interpretación normativa referenciada no pretende nada diferente que brindar criterios que permitan llevar a cabo una eficiente gestión de los riesgos de quienes voluntariamente los adopten. El uso e implementación de esta guía es discrecional por parte de cada una de las empresas.

Se recomienda tener especial atención a las citas específicas a la normatividad colombiana toda vez que su reciente expedición y su implementación representará retos para las empresas y la posibilidad de futuras modificaciones.

Las fotografías incluidas son ilustrativas de un tema específico y no necesariamente representan las mejores prácticas, solo pretenden guiar al lector.

2. Justificación

La tecnología avanza a pasos agigantados en las organizaciones y cada día nos cuesta más estar preparados para atender los nuevos retos, como también los nuevos peligros y riesgos que generan en nuestra vida, en nuestros trabajos y procesos.

El índice de muertes en el trabajo marca importantes diferencias dependiendo de la región del mundo de donde provengan los datos. Según el último informe de la OIT, titulado Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo: aprovechar 100 años de experiencia (2019), "las estimaciones apuntan (...) a que la carga de mortalidad y morbilidad por causas profesionales no está distribuida por igual en todo el mundo. Alrededor de dos tercios (65 por ciento) de la mortalidad relacionada con el trabajo en el mundo se registra en Asia, seguida de África (11,8 por ciento), Europa (11,7 por ciento), América (10,9) y Oceanía (0,6 por ciento). (...) Las tasas de accidentes del trabajo mortales por cada 100.000 trabajadores también reflejan diferencias marcadas entre las regiones, siendo las de África y Asia entre 4 y 5 veces superiores a las de Europa (Hämäläinen y otros autores, 2017)".

En Colombia, según las estadísticas publicadas por el Observatorio de la Seguridad y Salud en el Trabajo, del Consejo Colombiano de Seguridad, en 2019, La tasa de accidentes de trabajo fue de 5,9 por cada 100 trabajadores, con una disminución frente a 2018 del 0,3 por ciento, y la tasa de muertes relacionadas con el trabajo fue de 4,5 muertes por cada 100.000 trabajadores.

En la esfera empresarial, los espacios confinados no son lugares con índices de frecuencia de accidentalidad muy elevados. Sin embargo, es su alto potencial de generar accidentes fatales lo que hace que los gerentes de seguridad industrial, los especialistas en el ramo, las aseguradoras y los empleadores, expresen su intención de gestionar eficazmente los peligros a los que las organizaciones se ven expuestas.

Según las estadísticas, en Estados Unidos, alrededor de 2.1 millones de trabajadores ingresan anualmente a espacios confinados. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) estima que el 60% de las muertes provienen de la actividad de rescatistas. Por su parte, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés), del mismo país, expone que, cuando ocurren varias muertes durante un rescate, la mayoría de las víctimas son rescatistas (OH&S, 2018).

Las investigaciones de NIOSH sobre incidentes ocurridos en espacios confinados arrojan los siguientes datos (OH&S, 2018):

- El 85% de las veces donde hubo un muerto en operaciones en espacios confinados, un supervisor estuvo presente.
- El 29% de los fallecidos fueron supervisores.
- El 31% tenía procedimientos escritos y establecidos para espacios confinados.
- El 15% había entrenado para este tipo de actividad.
- El 0% tenía un plan de rescate.
- El 60% de los rescatadores murieron.



- El 95% fueron autorizados por supervisor.
- 0% de los espacios fueron medidos antes de la entrada.
- 0% fueron ventilados.

De 100 muertes investigadas, las principales causas por las cuales los trabajadores ingresaron en el espacio confinado fueron para ejercer sus funciones de trabajo de mantenimiento de rutina, reparaciones e inspecciones puntuales. Los peligros más comunes que ocasionaron 670 muertes en espacios confinados fueron atmosféricos y materiales sueltos. De 217 muertes investigadas, los tipos de gases más comunes presentes en espacios confinados fueron sulfuro de hidrógeno y monóxido de carbono (OH&S, 2018). Estas estadísticas permiten a nivel empresarial diseñar estrategias a partir de los aspectos referenciados.

Según estadísticas de Fasesolda (2020), en Colombia para el año 2019 hubo 492 muertes laborales, de las cuales el 65% se produjeron en nivel de riesgo IV y V, niveles donde es común en nuestro país que estén vinculados los trabajadores que desarrollan actividades en espacios confinados. Esta información nos invita a reflexionar sobre cómo optimizar estos índices mediante el diagnóstico, el desarrollo y la implementación de herramientas efectivas orientadas al control de los riesgos, con programas de prevención que permitan disminuir este tipo de riesgos.

Existen múltiples razones por las cuales un espacio confinado puede ser más peligroso que los espacios regulares de trabajo. Algunas de ellas son su configuración, los peligros conexos en las áreas cercanas al ingreso, las atmósferas que se puedan presentar en el sitio y que puedan generar daños en los entrantes, todas las cuales constituyen riesgos adicionales a los peligros propios de las labores realizadas. Por esta razón, los empleadores deben realizar ejercicios concienzudos de planeación, buscando identificar los peligros, valorar los riesgos y establecer controles eficientes que permitan garantizar la seguridad y salud de los trabajadores que realizan trabajos en este tipo de espacios.

En consecuencia, cualquier organización que tenga espacios confinados donde se desarrollen labores deberá considerar necesario el diseño, la implementación, el mantenimiento y las acciones de mejora que se derivan de una planificación adecuada que logre los objetivos enfocados a mitigar eventos no deseados.

Se recomienda que los empleadores cuenten con la definición, desde el nivel estratégico, de una política de gestión de riesgos o, en caso de no contar con ella, por lo menos, con la definición de una política para los espacios confinados. Adicionalmente, es indispensable la definición y asignación de recursos humanos, técnicos y de infraestructura que contribuyan a asegurar el éxito en la ejecución de lo anteriormente expuesto.

3. Objetivo

Ilustrar de manera general los temas relacionados con la seguridad en el trabajo en espacios confinados, para ofrecer información y herramientas que permitan a los administradores o líderes de programas de gestión la construcción de su programa de prevención y a los supervisores, gestionar la prevención y el control del riesgo durante las operaciones.

4. Marco técnico y legal

Conocer la legislación y normatividad vigente en cada uno de los países, es el primer paso para que las personas encargadas de gestionar los riesgos al interior de las empresas puedan definir e implementar programas de gestión, enfocados en la prevención de accidentes dentro de espacios confinados, así como la adecuada atención de las emergencias.

Las normas que regulan aspectos particulares pueden variar de un país a otro. Por ejemplo, al analizar particularmente la regulación existente frente a los límites permisibles de exposición de algunas sustancias químicas presentes en la atmósfera, se encuentra que las legislaciones de países desarrollados suelen ser muy rigurosas y estar atadas a estudios muy responsables. En cambio, los países con menor nivel de desarrollo suelen adoptar estos estándares internacionales.

A continuación, se enumeran las normas desarrolladas en diferentes países referentes a la seguridad en espacios confinados:

- Estados Unidos. OSHA 29 CFR 1910.146-2015 Espacios confinados que requieren permiso y ANSI / ASSE Z117.1-2009. Safety Requirements for Confined Spaces.
- Reino Unido. Statutory Instruments. 1997 No. 1713. Health and Safety. The Confined Spaces Regulations.
- México. NOM-033-STPS-2015: condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados.
- Argentina. Norma IRAM 3625-2003 – Espacios confinados.
- España. NTP 223-1989: trabajos en recintos confinados.
- Colombia. Resolución 491 de febrero de 2020.

5. Qué recordar

5.1 Definiciones y conceptos necesarios para este documento

- **Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés):** organización de carácter voluntario en la que se asocia personal profesional de higiene industrial, de instituciones



gubernamentales o educativas. La ACGIH desarrolla, divulga y recomienda los límites de exposición ocupacionales o denominados - Threshold Limit Value (TLV) o Valores Límites Permisibles (VLP), los cuales son actualizados anualmente para una diversidad de sustancias químicas y agentes físicos.

- **Actividad:** proceso o grupo de operaciones que constituyen una unidad, cuyo resultado es un conjunto de bienes o servicios. Los bienes y servicios producidos pueden ser característicos de esa u otra actividad.
- **Accidente de trabajo:** se recomienda consultar la legislación aplicable para cada país. En Colombia, según la Ley 1562 de 2012, un accidente de trabajo es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o contratante durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.
- **IDLH (Immediately Dangerous to Health or Life):** concentración que presenta un inmediato peligro de daños graves irreversibles o de muerte.
- **Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH):** Agencia federal de los Estados Unidos encargada de hacer investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y accidentes asociados con el trabajo.
- **Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (Osalan):** organismo autónomo administrativo del Gobierno Vasco, adscrito al Departamento de Justicia, Economía, Trabajo y Seguridad Social, que está encargado de gestionar las políticas generales de salud laboral en el ámbito de la comunidad autónoma del País Vasco.
- **PEL (Permissible Exposure Limit):** se refiere a la máxima concentración de aire contaminante al que un trabajador se puede exponer de forma repetida sin desarrollar efectos adversos y que se encuentran registrados en el código federal 29CFR 1910.1000-2016 de los Estados Unidos.
- **TLV (Threshold Limit Value):** Valor Umbral Límite. Concentración máxima permitida para exposición de trabajadores. Generalmente, se da en partes por millón (ppm) o en miligramos por metro cúbico (mg/m³). Según la ACGIH, existen los siguientes TLV: TWA, STEL y CEILING. Estos son los adoptados por la legislación colombiana.
- **TLV-STEL (Short-Term Exposure Limit):** Valor Límite Umbral - Límite de Exposición de Corta Duración. El STEL se define como la exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento en la jornada laboral, aun cuando la media ponderada en el tiempo que corresponda a las ocho horas sea inferior al TLV. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor del STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber un periodo de por lo menos 60 minutos, entre exposiciones sucesivas de este rango. El valor del STEL siempre es mayor al del TLV-TWA y no todas las sustancias tienen STEL.
- **TLV-C (Ceiling):** Valor Límite Umbral – Techo. Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento durante la exposición en el trabajo, cuando no se puedan hacer mediciones instantáneas, tomar muestra no mayor a 15 minutos, excepto para sustancias que puedan causar irritación inmediata cuando las exposiciones son cortas.
- **TLV- TWA (Time-Weighted Average):** concentración máxima ponderada para trabajos de 8 horas diarias y 40 semanales. Es la concentración a la cual se cree que los trabajadores pueden estar expuestos continuamente durante un periodo de trabajo sin sufrir irritación, daños crónicos o irreversibles en los tejidos o narcosis.
- **Dosis tóxicas:**
 - LD50 (Lethal Dose 50): dosis letal para el 50% de población estudiada. Pueden ser ratas, perros u otras especies, esto se aclara en el dato, por ejemplo, LD50 (rats) quiere decir “dosis letal 50% en ratas”. También se aclaran las condiciones de ensayo (oral, inhalación, tiempo, etc).
 - LDLo: dosis mortal mínima reportada para humanos. El subíndice Lo, quiere decir lower (valor mínimo).
 - TDLo (Toxic Dose, Lower): mínima dosis reportada que causó efectos tóxicos.
- **Persona competente:** a lo largo de la presente guía el lector encontrará de manera recurrente el concepto persona competente y, si bien en normas de OSHA es muy clara la definición y su alcance, en otros ámbitos es común entrar en controversia, especialmente cuando se usan referencias estadounidenses o paralelas como ISO 45001:2018 o, incluso, el modelo de competencias laborales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Es necesario, entonces, determinar el concepto de competencia y precisar lo que en la presente guía se entenderá como una persona competente. Para ello, se utilizará la norma NTC ISO 45001:2018, la cual establece los requisitos para diseñar e implementar un SG-SST, y a su vez define el término competencia así:

“La capacidad para aplicar conocimientos y habilidades con el fin de alcanzar los resultados previstos”.

En consecuencia, una persona competente será aquella que tiene la capacidad de aplicar conocimientos y habilidades para alcanzar unos resultados propuestos.

Pero, ¿cómo se puede trasladar este concepto al ámbito de la salud y seguridad en el trabajo? Con el fin de resolver este interrogante, el apoyo estará fundamentado en OSHA, organización referente a nivel internacional en temas de seguridad y salud en el trabajo, que define el término persona competente en varios documentos y normas, de la siguiente manera:

“Alguien que es capaz de identificar peligros existentes y predecibles en el entorno o condiciones de trabajo que son insalubres o peligrosas para los empleados y que tiene autorización para tomar medidas correctivas inmediatas para eliminarlos” [OSHA 29 CFR 1926.32 (f)]. Algunas normas de esta organización agregan requisitos específicos adicionales que debe cumplir la persona competente.



En consecuencia, una persona competente conoce los estándares aplicables, es capaz de identificar los peligros en el lugar de trabajo relacionándolos con la operación específica y tiene la autoridad para corregirlos. Esta será una persona con la capacidad técnica y la experiencia suficiente que le permita resolver una situación específica.

En algunos países como Colombia, este término se usa particularmente en las regulaciones sobre seguridad industrial como, por ejemplo, en la Resolución 1409 de 2012 del Ministerio de Trabajo, que reglamenta el trabajo seguro en alturas, la cual, desde su construcción, elimina la discrepancia con el modelo de competencias laborales de la OIT, denominando la persona competente para realizar un trabajo seguro en alturas con el nombre “Coordinador de Trabajo Seguro en Alturas”¹. De igual manera sucede con la legislación de espacios confinados, resolución 491 de 2020, que delega funciones similares al “supervisor”.

La pregunta habitual es: ¿cómo se logra que una persona sea competente? La respuesta está en la formación, experiencia, entrenamiento y capacitación que una persona tenga en el área específica a trabajar. Por lo anterior, es importante que las organizaciones definan los perfiles de los cargos acorde con los roles y responsabilidades a desarrollar.

5.2 Definición de espacios confinados

A nivel internacional no existe consenso acerca de la definición de espacio confinado y mucho menos acerca de su clasificación. No obstante, independientemente del origen de las normas que regulan los espacios confinados, en los países en donde se ha realizado algún tipo de definición es fácil establecer algunos puntos en común.

Los “Espacios Confinados” se catalogan como sitios o áreas donde se constituyen riesgos importantes en términos de seguridad y/o salud, al que muchos trabajadores se ven expuestos. Tener la capacidad y habilidad para reconocer e identificar estos espacios y poder clasificarlos correctamente, así como identificar los peligros en el sitio, y, adicionalmente, planear y ejecutar los programas de prevención, puede significar la diferencia entre un trabajo bien hecho acorde con los objetivos y una catástrofe.

Por ello, es de vital importancia contextualizar algunos aspectos antes de definir los “espacios confinados”, puesto que se ha considerado que son un peligro o representan un riesgo en sí mismo. Sin embargo, esta conclusión puede llegar a ser errónea, teniendo en cuenta que los espacios confinados, como su nombre lo dice, son un “espacio” que por sus características y condiciones termina teniendo una configuración que hace que sea confinado.

A continuación, se presentan las normas vigentes en los diferentes países que contienen la definición de espacios confinados:

Colombia

Resolución 491 de febrero de 2020

ARTÍCULO 3. ESPACIOS CONFINADOS. *Espacios confinados son aquellos que:*

- a) No están diseñados para la ocupación continua del trabajador,
- b) tienen medios de entrada y salida restringidos (dimensión y/o forma) o limitados (cantidad),
- c) son lo suficientemente grandes y configurados, como para que permitan que el cuerpo de un trabajador pueda entrar.

México

Norma Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015 (2015).

Espacio confinado es el lugar sin ventilación natural, o con ventilación natural deficiente, en el que una o más personas puedan desempeñar una determinada tarea en su interior, con medios limitados o restringidos para su acceso o salida, que no está diseñado para ser ocupado en forma continua.

Argentina

Iram 3625-2003. Seguridad en los espacios confinados (Resolución SRT 953/2010).

Recinto que posee las características siguientes:

- Tamaño suficiente para permitir el ingreso de personas para la realización de una determinada tarea;
- las bocas o puertas para el ingreso y egreso son de tamaño reducido o limitado (por ejemplo, tanques, recipientes, bóvedas o pozos en sitios que pueden tener limitado espacio de ingreso); y

1. Coordinador para trabajo seguro en alturas: según la Resolución 1409 de 2012 del Ministerio del Trabajo es el trabajador designado por el empleador, denominado persona competente en la normatividad anterior, capaz de identificar peligros en el sitio en donde se realiza trabajo en alturas, relacionados con el ambiente o condiciones de trabajo y que tiene su autorización para aplicar medidas correctivas inmediatas y para controlar los riesgos asociados a dichos peligros. Debe tener certificación en la norma de competencia laboral vigente para trabajo seguro en alturas, capacitación en el nivel de coordinador de trabajo en alturas y experiencia certificada mínima de un año relacionada con trabajo en alturas.



- ⊙ no haya sido diseñado para ser ocupado por personas en forma continua.

Bolivia

NTS-008/17-Trabajos en espacios confinados

Espacio, atmósfera o recinto confinado: se define como “cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y con ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebida para una ocupación continuada por los trabajadores”.

Estados Unidos

OSHA 29 CFR 1910.146. Permit-Required Confined Spaces (2015) (Espacios confinados que requieren permiso)

“Un espacio confinado” es un espacio que:

- (1) Es lo suficientemente grande y configurado de modo que un empleado pueda entrar y realizar el trabajo asignado; y
- (2) tiene medios para la entrada o salida restringidos o limitados (por ejemplo, tanques, buques, silos, recipientes de almacenamiento, tolvas, bóvedas y pozos son espacios que pueden tener medios limitados de entrada); y
- (3) no está diseñado para la ocupación continua de los empleados.

ANSI / ASSE Z117.1-2009. Safety Requirements for Confined Spaces (2009) (Requisitos de Seguridad para Espacios Confinados)

Espacio confinado. Área cerrada lo suficientemente grande (larga) y configurada de manera tal que una persona pueda entrar su cuerpo y tiene las siguientes características:

- ⊙ Su función principal es distinta de la ocupación humana.
- ⊙ Tiene entrada y salida restringidas (la entrada y salida restringida es una configuración física que requiere el uso de las manos para soporte o la contorsión del cuerpo para entrar o salir de un espacio confinado).

NIOSH (2016)

Un “espacio confinado” hace referencia a un espacio que por su diseño tiene un número limitado de aberturas de entrada y salida, cuenta con una ventilación natural desfavorable que podría contener o generar peligrosos contaminantes del aire y no está destinado para una presencia continua de empleados.

España

NTP 223: 1989 Trabajos en recintos confinados

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida, y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, tener una atmósfera deficiente en oxígeno y que no está concebido/designado para una ocupación continuada por parte del trabajador (INSHT Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 1989).

Tabla 1. Cuadro comparativo definiciones espacios confinados por país

Norma/ aspecto	Cuadro comparativo definición de espacios confinados por país						
	Colombia	México	Argentina	Estados Unidos			España
	Resolución 491 de 2020	Norma Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015	Iram 3625-2003. Seguridad en los espacios confinados (Res. SRT 953/2010)	OSHA 29 CFR 1910.146. Permit-required confined spaces	ANSI / ASSE Z117.1-2009. Safety Requirements For Confined Spaces	NIOSH	NTP 223: Trabajos en recintos confinados
Espacio limitado o restringido	X	X	X	X	X	X	X
Ventilación		X				X	X
Puede entrar un trabajador	X	X	X	X			
No está diseñado para ocupación humana	X	X	X	X	X	X	X



Para complementar lo anterior, se señalan algunos conceptos importantes que deben ser tenidos en cuenta para entender apropiadamente las definiciones de espacios confinados:

- ⊙ Es indispensable determinar si un espacio de trabajo ha sido concebido/designado para una ocupación continuada y se hace necesario considerar el fin u objetivo con el que se ha diseñado dicho espacio, así como el tipo de construcción.
- ⊙ Con el fin de establecer la forma en que se realizó la construcción de un área y un espacio, es indispensable analizar las regulaciones de cada país, entre las cuales se pueden mencionar, de manera general, las normas de diseño de construcción y las normas de sismorresistencia, a través de las cuales se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ⊙ Un lugar de trabajo puede llegar a ser considerado un sitio “no concebido, ni designado para su ocupación continuada”, a pesar de contar con escaleras de acceso o plataformas que permiten realizar ciertos trabajos puntuales. Por ejemplo, una instalación (sitio o lugar) de una línea (tubería) de transporte de una sustancia química, cuyo objetivo es alojar una válvula y tenerla disponible para su accionamiento y mantenimiento, es un lugar que tiene como objetivo un aspecto técnico de la línea de transporte y mantenimiento, pero, claramente, no es un sitio adecuado para la ocupación continua o permanente de las personas. Por otro lado, si al revisar las condiciones particulares de este sitio se cumplen los criterios adicionales que permitan determinar si es un “espacio confinado”, entonces este espacio deberá ser catalogado como tal.
- ⊙ Las obras de construcción en donde se está acondicionando un lugar de trabajo concebido/designado para su ocupación, pero donde aún no se ha finalizado su realización, no será necesariamente definido como “espacio confinado”, si su grado de acabado nos permite una ocupación continuada del mismo. Se deberán evaluar también los accesos de entrada y salida, permitiendo luego catalogar el espacio como confinado o no confinado.
- ⊙ Las excavaciones tipo zanjas y algunas excavaciones donde habrá que comprobar la estabilidad de las paredes, la ventilación y los accesos apropiados, con el fin de establecer si son adecuadas para la ocupación durante el tiempo que duren los trabajos. Al mismo tiempo, es primordial consultar en la legislación propia de cada país, ya que en algunos países algunas excavaciones son consideradas “espacios confinados” de acuerdo con la regulación local. Para el caso específico colombiano se debe prestar especial atención a las zanjas que, mediante la resolución 491 de 2020, fueron ejemplificadas como espacio confinado tipo 1.
- ⊙ Un concepto que en oportunidades cuesta definir es el de “Aperturas con limitación para Entrar/Salir”. En términos generales y a modo de orientación, se puede considerar que las aperturas con limitación para entrar y salir pueden ser tan pequeñas como 18 pulgadas (457,2 mm), son aberturas donde es difícil entrar con un equipo autocontenido (SCBA) o con equipos de suministro de aire u otro equipo de rescate. Son aberturas donde es difícil sacar un empleado que se encuentre inconsciente, también un sitio donde salir, evacuar o rescatar una persona se hace difícil. También podrían ser entradas o salidas con aperturas grandes, pero donde la presencia de escaleras o cualquier otro equipo hace difícil o imposible remover personas o equipos. De igual manera, puede ser un espacio donde el ingreso y la salida requieren el uso de procedimientos especiales, como ingresar por escaleras verticales o con sistemas de ascenso o descenso o el uso de procedimientos de trabajos en alturas. Así mismo, puede ser un espacio con compuertas de un tamaño que obligan al empleado a realizar un ingreso en vertical o contorsionando el cuerpo.
- ⊙ Por otro lado, el concepto de “Ventilación natural desfavorable”, que se considera el escaso movimiento de aire, dentro y fuera del espacio confinado, de tal forma que pueda generar una diferencia considerable entre la atmósfera del sitio o espacio y la que está afuera de la abertura. Teniendo en cuenta que los gases peligrosos pueden quedar atrapados o acumulados en partes bajas, medias o altas dentro del espacio confinado, o también se pueden descomponer materiales orgánicos y generar gases o reacciones químicas que reducen el oxígeno. Una ventilación desfavorable haría que estos contaminantes se mantengan dentro del espacio

Nota: frente a la construcción de la presente guía se consideraron interesantes aportes de las diversas legislaciones. Para efectos legales, cuando no se haga una recomendación o direccionamiento específico o cita específica, se estará trabajando bajo los lineamientos de la legislación colombiana. No obstante, frente a los retos de su implementación y basados en buenas prácticas, se podrá recomendar elementos de otras normativas

5.2.1 Clasificación de los espacios confinados

La clasificación de los espacios confinados es otro aspecto donde, a nivel internacional, no existe consenso. Sin embargo, lo que sí está claro, es la necesidad de diferenciar o clasificar los espacios confinados según el tipo de peligros presentes en su interior.



Algunas normativas buscan clasificar en función a las medidas de control de tipo administrativo, por ejemplo: los permisos de trabajo; otras, en función del diseño del espacio confinado; otras, en función del riesgo en su interior; y, finalmente, otras, mezclan estos aspectos.

En el momento de construir el programa de gestión para espacios confinados, se recomienda seleccionar un modelo de clasificación alineado con los requisitos normativos de su país y, en caso de no contar con una normatividad de referencia, se recomienda seleccionar un método consistente con la definición de espacios confinados que haya seleccionado previamente, teniendo en cuenta que las organizaciones son autónomas y podrán establecer una clasificación propia.

A continuación, un comparativo de la clasificación de espacios confinados por país:

Tabla 2. Cuadro comparativo clasificación de espacios confinados por país

País	Norma	Tipología	Definición	Característica
Colombia	Resolución 491 de 2020	Tipo 1	Tipo 1: Espacios abiertos por su parte superior y de profundidad que dificulta la ventilación natural. Como zanjas con más de 1,2 metros de profundidad, sin ventilación adecuada, pozos, depósitos abiertos, etc.	
		Tipo 2	Tipo 2: Espacios cerrados con una pequeña abertura de entrada y salida, como tanques, túneles, alcantarillas, bodegas, silos, etc.	
		Grado A: pueden ser tipo 1 o 2	Espacios que contienen o pueden llegar a contener peligros inminentes que comprometan la vida o la salud de las personas. Estos peligros pueden ser:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atmósfera Inmediatamente peligrosa para la vida o la salud (IPVS) 2. Atmósfera combustible o explosiva 3. Concentración de sustancias tóxicas que supere el máximo permisible para el uso de sistemas de concentración de filtrado y que requiera el uso de sistemas de respiración para este tipo de trabajo. 4. Otros peligros asociados a la exposición con energías peligrosas, como eléctrica, neumática, mecánica, hidráulica y gases comprimidos. 5. Un material que tiene el potencial de sumir, sumergir, envolver o atrapar al trabajador (por ejemplo, burbujas de aire en silos graneleros, azúcar, entre otros). 6. Configuración interna tal que podría generar atrapamiento o asfixia, mediante paredes que convergen hacia adentro o por un piso que declina hacia abajo. 7. Otros identificados como de riesgo alto en el proceso de identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos.
		Grado B: pueden ser tipo 1 o 2	Espacios con peligros potenciales, como lesiones y/o enfermedades, que no comprometen la vida y salud, y pueden controlarse con la implementación de medidas de protección y prevención, y uso de elementos de protección personal.	
		Grado C: pueden ser tipo 1 o 2	Las situaciones de peligro del espacio confinado no exigen modificaciones a los procedimientos de trabajo o uso de los elementos de protección personal	



México	Norma Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015	Tipo I	Aquel en el que no existe riesgo por deficiencia o enriquecimiento de oxígeno, ni atmósferas explosivas o inflamables, y en el que las concentraciones de sustancias químicas peligrosas son inferiores al nivel de acción. Se clasificará el espacio confinado en este tipo si se cumplen los tres criterios anteriores indicados en la tabla.	Riesgo potencial a la salud mínimo. Concentración de oxígeno en porcentaje: entre 19.5 y 23.5%. Características de inflamabilidad: menor que el 10% del límite inferior de inflamabilidad y/o explosividad. Toxicidad o peligro a la salud (concentración): Menor que el nivel de acción (0.5 VLE).
		Tipo II	Aquel que tiene el potencial de causar lesiones y/o enfermedades de trabajo, e incluso puede ser inmediatamente peligroso para la vida y la salud. En estos se puede presentar una atmósfera peligrosa. Se clasificará el espacio confinado en este tipo si se cumple, al menos, uno de los criterios anteriores mostrados en la tabla.	Riesgo grave o inminente a la salud de los trabajadores. Concentración de oxígeno en porcentaje: mayor o igual que el 10% del límite inferior de inflamabilidad y/o explosividad. Toxicidad o peligro a la salud (concentración): mayor o igual al nivel de acción (0.5 VLE).
Argentina	Iram 3625-2003. Seguridad en los espacios confinados (Resol. SRT 953/2010.)	No requiere permiso de ingreso	Aquel que no representa riesgos de contaminación del aire interior, ni tiene el potencial de contener un peligro capaz de causar la muerte o daño físico.	
		Requiere permiso de ingreso	El que posee una o más de las siguientes características: a) El aire en su interior está enrarecido o contaminado. b) Contiene algún material con posibilidad de envolver a la persona que ingresa. c) Tiene una configuración interna tal que una persona que ingresa podría ser atrapada o asfixiada por paredes que convergen hacia adentro o por un piso con declive y que se angosta hacia una superficie inferior. O d) Contiene algún otro riesgo para la vida o la salud.	
Estados Unidos	OSHA 29 CFR 1910.146.	No requiere permiso de ingreso		
		Requiere permiso de ingreso clase A	Por definición, un espacio confinado con permiso requerido tiene una o más de estas características:	Es un espacio confinado que presenta una situación que es inmediatamente peligrosa para la vida o salud.
		Requiere permiso de ingreso clase B	Contiene una atmósfera peligrosa o tiene el potencial de contenerla. Contiene un material con potencial de sumir a alguien que entre al espacio.	Es un espacio confinado con un potencial para causar daños o lesiones, si no se toman medidas preventivas
		Requiere permiso de ingreso clase C	Tiene una configuración interna tal que un entrante podría quedar atrapado o asfixiado mediante paredes que convergen hacia adentro, o por un piso que vaya en declive hacia abajo ahusadamente y cierra hacia una sección transversal más pequeña. Contiene cualquier otro riesgo serio reconocido contra la seguridad o la salud.	No requiere que se haga una modificación especial en el procedimiento de trabajo.



España	NTP 223: Trabajos en recintos confinados	Espacios confinados abiertos por su parte superior y de una profundidad tal que dificulta su ventilación natural	En este tipo se incluyen: <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Fosos de engrase de vehículos ⊙ Cubas de desengrasado ⊙ Pozos ⊙ Depósitos abiertos ⊙ Cubas
		Espacios confinados cerrados con una pequeña abertura de entrada y salida	Se incluyen: <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Reactores ⊙ Tanques de almacenamiento, sedimentación, etc. ⊙ Salas subterráneas de transformadores ⊙ Gasómetros ⊙ Túneles ⊙ Alcantarillas ⊙ Galerías de servicios ⊙ Bodegas de barcos ⊙ Arquetas subterráneas ⊙ Cisternas de transporte

6. Ejemplos de espacios confinados en diferentes industrias

Es difícil excluir un sector específico que no cuente con espacios confinados, en la medida en que estos están también asociados a una infraestructura y no solo a un proceso, sitios tan alejados de un proceso industrial como una unidad residencial (edificios de apartamentos o casas) pueden en algunos casos tener espacios confinados como tanques de agua o, en algunos casos, fosos de ascensores.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de espacios confinados en diferentes industrias. En el ejercicio de identificación de espacios confinados, usted como lector puede identificar aquellos casos con los que pueda establecer semejanzas y determinar los aspectos comunes o similares que se puedan presentar en su trabajo.

Tabla 3. Ejemplos de espacios confinados por industria

Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p>Figura 1. Silos graneleros Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Silo#/media/File:Ralls_Texas_Grain_Silos_2010.jpg</p>	Sector agroindustrial, sector almacenamiento de alimentos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Limpieza ⊙ Inspección ⊙ Mantenimiento ⊙ Reparación de infraestructura





Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p data-bbox="298 762 626 806"><i>Figura 2. Silos de almacenamiento de líquidos</i> Fuente: Carmona, H. (2015)</p>	Sector agroindustrial, sector almacenamiento de alimentos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza ⦿ Inspección ⦿ Mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura
 <p data-bbox="298 1142 656 1186"><i>Figura 3. Entrada a silos almacenamiento líquidos</i> Fuente: Carmona, H. (2015)</p>	Sector agrícola, sector almacenamiento de alimentos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza ⦿ Inspección, mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura
 <p data-bbox="298 1535 586 1579"><i>Figura 4. Entrada a tanques de procesos.</i> Fuente: Carmona, H. (2014)</p>	Sector químico.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza ⦿ Inspección ⦿ Mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura
 <p data-bbox="298 1923 529 1967"><i>Figura 5. Ventilación de tanques</i> Fuente: Carmona, H. (2014)</p>	Sector químico.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza ⦿ Inspección ⦿ Mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura



Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p data-bbox="155 600 586 644">Figura 6. Manhole de ingreso a tanques de almacenamiento Fuente: Carmona, H. (2015)</p>	Sector químico, hidrocarburos, industria general.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza ⦿ Inspección ⦿ Mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura
 <p data-bbox="155 1001 427 1045">Figura 7. Chimenea caldera de carbón Fuente: Carmona, H. (2014)</p>	Sector químico.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza ⦿ Inspección ⦿ Mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura
 <p data-bbox="155 1413 378 1457">Figura 8. Mezclador concretera Fuente: Carmona, H. (2016)</p>  <p data-bbox="155 1780 378 1824">Figura 9. Mezclador concretera Fuente: Carmona, H. (2016)</p>	Sector concretos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Inspección ⦿ Mantenimiento ⦿ Reparación de infraestructura

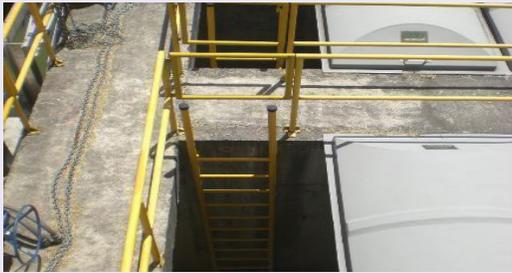


Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p>Figura 10. Alcantarillas o cámaras Fuente: http://www.eluniversal.com.co/cartagena/alcantarillas-destapadas-trampas-mortales-que-acechan-los-ciudadanos-219960</p>  <p>Figura 11. Alcantarilla de aguas lluvias Fuente: Carmona, H. (2013)</p>  <p>Figura 12. Alcantarilla de aguas lluvias Fuente: Carmona, H. (2013)</p>	<p>Sector telecomunicaciones, sector eléctrico, sector servicios públicos de agua y alcantarillado.</p>	<p>Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura. ⦿ Inspección, mantenimiento y reparación de redes (luz, telecomunicaciones).
 <p>Figura 13. ALCANTARILLAS, obra en construcción Fuente: https://www.inresa.com.co/espacios-confinados/</p>	<p>Sector construcción.</p>	<p>Dependiendo del tamaño y consideraciones de ubicación, y sistemas de acceso, podría requerir permiso de entrada</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Construcción de infraestructura.



Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p>Figura 14. Trabajos en cámaras Fuente: http://www.revistaseguridadminera.com/emergencias/como-mejorar-la-seguridad-del-trabajo-en-espacios-confinados/</p>	Sector telecomunicaciones, sector eléctrico, sector servicios públicos de agua y alcantarillado.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura. ⊙ Inspección, mantenimiento y reparación de redes (luz, telecomunicaciones).
 <p>Figura 15. Ductos Fuente: http://www.altitud.info/wp-content/uploads/2016/05/004-altitud-trabajos-verticales-seguridad-en-altura-espacios-confinados-y-de-dificil-acceso-alcay-alicante-valencia-murcia-albacete-castellon.jpg</p>	Industria en general.	Dependiendo del tamaño, análisis de riesgo, consideraciones de ubicación y sistemas de acceso podría requerir permiso de entrada.	Mantenimiento, limpieza, reparación.
 <p>Figura 16. Ductos y alcantarillas Fuente: http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/8-pasos-para-trabajar-en-espacios-confinados/</p>	Telecomunicaciones, sector eléctrico, sector servicios públicos de agua y alcantarillado.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas de ingreso.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura, inspección, mantenimiento y reparación de redes (luz, telecomunicaciones).
 <p>Figura 17. Pozo de agua Fuente: https://treballsverticalspenedes.blogspot.com/2014/02/acceso-espacios-confinados.html</p>	Sector agroindustrial.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura.



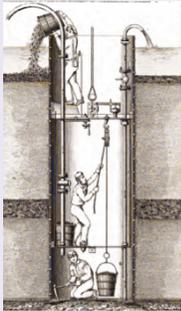
Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p>Figura 18. Uso de sistemas de acceso en alcantarillas Fuente: http://www.altitud.info/wp-content/uploads/2016/05/008-altitud-trabajos-verticales-seguridad-en-altura-espacios-confinados-y-de-dificil-acceso-alcoy-alicante-valencia-murcia-albacete-castellon.jpg</p>	Sector telecomunicaciones, sector eléctrico, sector servicios públicos de agua y alcantarillado.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura. ⊙ Inspección, mantenimiento y reparación de redes (luz, telecomunicaciones).
 <p>Figura 19. Ductos Fuente: http://www.altitud.info/espacios-confinados-altitud-trabajos-verticales-seguridad-en-altura-y-de-dificil-acceso-alcoy-alicante-valencia-murcia-albacete-castellon/</p>	Sector telecomunicaciones, sector eléctrico.	Dependiendo de los sistemas de acceso y ubicación pueden requerir permisos de entrada.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura, inspección, mantenimiento y reparación de redes (luz, telecomunicaciones).
 <p>Figura 20. Tanques de tratamiento de aguas Fuente: Carmona, H. (2013)</p>	Sector servicios públicos de agua.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura.
 <p>Figura 21. Carrotanque Fuente: http://www.carroceriasimperial.com/producto/carrotanques/</p>	Sector transporte de alimentos, productos químicos e hidrocarburos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura.





Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p data-bbox="138 1014 703 1058">Figura 22. Tanques de almacenamiento de productos químicos Fuente: Carmona, H. (2012)</p>	Sector hidrocarburos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura.
 <p data-bbox="138 1440 418 1484">Figura 23. Filtros de procesos petroleros Fuente: Carmona, H. (2013)</p>	Sector hidrocarburos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura.
 <p data-bbox="138 1860 695 1925">Figura 24. Tanques de almacenamiento de combustibles Fuente: http://revistaconstruir.com/289-millones-garantiza-seguridad-energetica-costa-rica/</p>	Sectores que usen combustibles y productos químicos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.	Limpieza, inspección, mantenimiento y reparación de infraestructura.



Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p>Figura 25. Caisson Fuente: https://www.damitdams.com/cofferdams-and-caissons/</p>  <p>Figura 26. Trabajo en caisson Fuente: https://fotos.habitissimo.com.co/foto/pilas-caisson-tranvia_78057</p>  <p>Figura 27. Trabajo en caisson Fuente: Carmona, H. (2017)</p>	<p>Sector construcción.</p>	<p>Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normativas.</p>	<p>Construcción.</p>
 <p>Figura 28. Trabajo en excavaciones Fuente: Carmona, H. (2015)</p>	<p>Sector construcción.</p> <p><i>(Nota del autor: Podría no considerarse un espacio confinado acorde a la normativa de referencia)</i></p>	<p>Requiere permiso de entrada según condiciones particulares.</p>	<p>Construcción.</p>



Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p data-bbox="159 596 618 642">Figura 29. Pozo séptico en construcción Fuente: http://www.obrecol.com.co/construccion/pozo-septico/</p>	Sector construcción.	Dependiendo del tamaño, ubicación, análisis de riesgos y sistemas de acceso podría requerir permiso de entrada.	Construcción.
 <p data-bbox="159 1024 683 1087">Figura 30. Pozo séptico Fuente: https://www.biohbacas.com/limpieza-pozos-septicos-drenajes/pozos-septicos_5/</p>	Sectores que tengan tratamientos de agua o que hayan escogido estos sistemas como sistemas sanitarios (por ejemplo, áreas rurales sin servicios de alcantarillado).	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normas.	Mantenimiento.
 <p data-bbox="159 1472 375 1514">Figura 31. Búnker subterráneo Fuente: Carmona, H. (2017)</p>	Servicios de transporte de gas, servicios públicos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normas.	Inspección y mantenimiento de infraestructura.
 <p data-bbox="159 1843 451 1885">Figura 32. Tanque clarificador de melaza Fuente: Largo, M.A. (2017)</p>	Sector alimentos.	Requiere permiso de entrada a la luz de todas las normas.	Limpieza, inspección y mantenimiento de infraestructura.



Ejemplo	Industrias	Requiere permiso	Causas comunes de ingreso
 <p data-bbox="337 642 513 688"><i>Figura 33. Contrapozo</i> <i>Fuente: Fajardo, J. (2018)</i></p>	Sector hidrocarburos.	Requiere permiso de entrada acorde a condiciones específicas.	Inspección y mantenimiento de infraestructura

7. Peligros

Los espacios confinados tienen diferentes finalidades. Partiendo de la base de que estos espacios no han sido diseñados para la ocupación humana, se usan generalmente para el almacenamiento de materiales, productos, materias primas o para alojar equipos o sistemas. Frente a cada uno de los riesgos expuestos, es necesario que las organizaciones designen una persona competente (idónea) que pueda identificar los peligros y evaluar los riesgos que se puedan presentar al interior de los espacios confinados y en las zonas conexas del mismo.

Las situaciones que pueden presentarse dentro de un espacio confinado y originar condiciones de peligro son muchas, pero algunas a considerar son:

- El ingreso a los espacios confinados se da cuando estos se desocupan con el fin de realizar mantenimiento, limpieza u otros propósitos, circunstancia que puede originar residuos del material contenido, el cual puede mantenerse y desprenderse de las paredes o pisos. Estas situaciones pueden cambiar la composición del ambiente del espacio.
- Las inyecciones esporádicas de producto por tuberías de alimentación del sitio, derrames o fugas accidentales de productos químicos pueden causar una variedad de peligros dentro de un espacio confinado.
- Los procesos y reacciones químicas pueden ser causados por una variedad de circunstancias y deben ser considerados con especial precaución dentro de los espacios confinados.
- Los procesos de producción o fabricación de las empresas pueden generar residuos o productos químicos que causan reacciones con la atmósfera en el espacio confinado y materializar peligros.
- Procesos de limpieza con ácidos o solventes pueden emitir vapores y humos que representen un peligro para la salud.
- La aplicación, el secado de pintura o los acabados en equipos, paredes y otras partes dentro del espacio confinado, pueden desprender vapores tóxicos o, en su defecto, podrían originar una reacción violenta con la atmósfera del espacio confinado, ocasionando una valoración de riesgo considerable por su potencial de causar daños a la salud de las personas expuestas.
- Procesos de oxidación, descomposición de materiales orgánicos y su fermentación, ya que estos procesos pueden disminuir los niveles del oxígeno en un espacio confinado o en zonas puntuales de los mismos. Cuando una persona ingresa a un espacio confinado con estas características, la respiración humana, combinada con las anteriores condiciones, puede reducir rápidamente los niveles del oxígeno por debajo de los niveles aceptables.
- Realizar trabajos de soldadura, pintura, limpieza y sandblasting son operaciones que también pueden generar peligros adicionales en los espacios confinados.
- Cambios repentinos de temperatura, combinados con la liberación de humos petroquímicos o gas metano, consiguen crear ambientes inestables que producirían reacciones inseguras.
- En espacios confinados como bóvedas telefónicas, sótanos y túneles que tienen baterías recargables. La recarga de estas baterías puede generar niveles significativos de gases explosivos o gases tóxicos que alcanzan a desplazar el oxígeno dentro del área de un espacio confinado. Deficiencia de oxígeno derivado de una herramienta de control usada en algunos espacios confinados es el proceso de inertización con productos de gases nobles como dióxido de carbono (CO₂), helio (He) y nitrógeno (N₂) que desplazan el oxígeno dentro de un espacio confinado.

A continuación, se describen de manera más detallada algunos peligros que, según las estadísticas, generan más accidentes dentro de los espacios confinados.



7.1 Peligros de la atmósfera en el espacio confinado

Es importante destacar que los peligros más frecuentes en espacios confinados son los derivados de las atmósferas dentro de ellos. Una atmósfera peligrosa es aquella que expone a trabajadores a diferentes riesgos que pueden suscitar la muerte, ocasionar lesiones o enfermedades.

Las características de las atmósferas que generan los daños antes definidos son:

- Atmósferas con una concentración de oxígeno inferior a 19.5% de concentración en volumen (deficiencia de oxígeno), la cual genera asfixia².
- Atmósferas con una concentración de oxígeno atmosférico sobre 23.5%³ de concentración en volumen (enriquecimiento de oxígeno). Algunas industrias, tomando en consideración su evaluación de peligros, deberían considerar adoptar niveles inferiores a 23,5%. En lo posible, se deberían adoptar los niveles sugeridos por NFPA 350-2019 (NFPA 350: Guide for Safe Confined Space Entry and Work) y OSHA 1915.12-2017 (Confined and Enclosed Spaces and Other Dangerous Atmospheres in Shipyard Employment) de 22%. Estas medidas conservadoras pueden ayudar a mantener controles más eficientes, en especial en aquellas industrias con atmósferas explosivas, donde la cantidad de oxígeno es determinante para que pueda convertirse en explosiva.
- Atmósferas con presencia de un gas o vapor inflamable que puedan generar incendio o explosión. En la industria se considera importante la generación de controles cuando existe presencia de un gas o vapor inflamable que supera el 10%⁴ de la concentración de su límite inferior de explosividad (LIE o LEL Low Explosive Limit) (OSHA, 2011 y Osalan, 2003). Algunas industrias, en casos muy específicos, consideran viables los trabajos en un nivel de hasta el 20% del LEL, como, por ejemplo, Gas Natural Fenosa (2014) y las recomendaciones del Instituto de Salud Pública de Chile (2016). De igual forma, algunas normatividades consideran aceptable el ingreso en espacios confinados hasta con el 25% del LEL (INSHT 1989).
- Una persona competente (idónea) debe evaluar este límite al interior de la empresa cuando no exista uno claramente definido por la legislación aplicable. Se debe determinar, entonces, la fuente generadora de la concentración en la atmósfera, si es un gas o un polvo explosivo y, adicionalmente, considerar la probabilidad de que este porcentaje aumente como consecuencia de una fuga o suministro de material inflamable o combustible en el espacio confinado o sus alrededores. Por último, se deben evaluar las implicaciones que un incendio o explosión origine sobre las personas y/o los equipos. Que una norma o estándar defina un porcentaje de LEL como aceptable no implica que dentro de su organización o en la planeación de un trabajo se considere no aceptable el ingreso en esos límites y se consideren ingresos en niveles más conservadores al definido por la legislación.
- Atmósfera con una concentración de cualquier contaminante tóxico por encima del límite de exposición permisible (consulte la tabla de niveles de exposición a contaminantes aceptables en su país, para Colombia ACGIH según lo definido en la resolución 2400 de 1979 y reiterado para los espacios confinados en la resolución 491 de 2020).
- Atmósfera con presencia de un polvo combustible suspendido en el aire, con una concentración que disminuye la visión a una distancia de 1.5 metros o menor.
- Cualquier atmósfera clasificada como inmediatamente peligrosa para la vida o la salud (IPVS o IDLH por su nombre en inglés). Esta atmósfera representa un riesgo inmediato para la vida o puede repercutir en efectos severos, irreversibles o inmediatos a la salud, produciendo daño a la vista, irritación u otras condiciones que impidan el escape.

Nota: Mientras que el polvo suspendido en el aire o las concentraciones de partículas puedan reconocerse a simple vista, las condiciones de incremento o la deficiencia de oxígeno, así como las concentraciones de gases o vapores peligrosos, deberán ser detectadas con instrumentos confiables.

7.1.1 Atmósferas asfixiantes

Las atmósferas asfixiantes son originadas por la disminución de oxígeno en el sitio donde la persona se expone, cuando la concentración de oxígeno es inferior a 19,5 % de O₂ en volumen. La disminución de oxígeno en la atmósfera es ocasionada básicamente al producirse un consumo de oxígeno o un desplazamiento de éste por otros gases. Si el oxígeno se reduce, se producen síntomas de asfixia que se van agravando conforme disminuye el porcentaje presente en el aire.

En la siguiente tabla se indica, según diferentes fuentes, la relación entre las concentraciones de oxígeno, el tiempo de exposición y sus consecuencias.

2. Este límite también es considerado en la resolución 491 de 2020.

3. Este límite también es considerado en la resolución 491 de 2020.

4. Este es el límite considerado en la resolución 491 de 2020.





Tabla 4. Concentraciones de oxígeno, tiempo de exposición y consecuencias

Concentración de O_2 en % en la atmósfera	Tiempo de Exposición	Consecuencias
23.5% y más		Enriquecida con oxígeno, peligro extremo de incendio (NIOSH y resolución 491 de 2020).
21 %	Indefinido	Concentración normal de oxígeno en el aire (NTP 223 y NIOSH).
20,5 %	No definido	Concentración mínima para entrar sin equipo de suministro de aire (NTP 223).
19,5 %		Mínimo "Nivel Seguro" (OSHA, NIOSH, ACGIH). Nivel inferior de oxígeno en atmósfera normal para resolución 491 de 2020.
19,0 %		Con ejercicio moderado, elevación del volumen respiratorio (Osalan, 2003).
18,0 %	No definido	Se considera atmósfera deficiente de oxígeno (ANSI 117.1 – 1997, citado en NTP 223). Se presentan problemas de coordinación muscular y aceleración del ritmo respiratorio (NTP 223).
17,0 %	No definido.	Riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor (NTP 223). Dificultad respiratoria, síntomas de malestar, riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor (Osalan, 2003).
15,0 a 19,0 %		Disminución de la capacidad para trabajar vigorosamente. Puede perjudicar la coordinación. Puede provocar síntomas tempranos en personas con problemas coronarios, pulmonares o circulatorios (NIOSH).
14,0 a 16,0 %		Aumento del ritmo respiratorio y cardiaco. Mala coordinación muscular. Fatiga rápida. Limitación de las capacidades física y psíquica. Respiración intermitente (Osalan, 2003).
12,0 a 16,0 %	Segundos a minutos.	Vértigo, dolores de cabeza, disneas e, incluso, alto riesgo de inconsciencia (NTP 223).
12,0 a 14,0 %		Vértigo, dolores de cabeza, disneas e, incluso, alto riesgo de inconsciencia (NIOSH).
11,0 a 13,0 %		Peligro inminente para la vida. Rápida pérdida de conocimiento y muerte. Sensación de calor en cara y miembros (Osalan, 2003).
10,0 a 12,0 %		La respiración aumenta aún más en velocidad y profundidad, mal juicio y labios azules (NIOSH).
8,0 a 10,0 %		Pérdida mental, desmayo, pérdida del conocimiento, rostro pálido, labios azules, náusea y vómito (NIOSH).
6,0 a 10,0 %	Segundos a minutos.	Náuseas, pérdida de consciencia seguida de muerte de 6-8 min (NTP 223). Náuseas, vómitos, parálisis, pérdida de conciencia y muerte en pocos minutos (Osalan, 2003).
6,0 a 8,0 %		8 minutos, 100% fatal; 6 minutos, 50% fatal; 4-5 minutos, se recupera con tratamiento (NIOSH).
Menos de 6,0 %		Respiración espasmódica, movimientos convulsivos, parada respiratoria, muerte en pocos minutos (Osalan, 2003).
4,0 a 6,0 %		Coma en 40 segundos, convulsiones, cesa la respiración, muerte (NIOSH).
0 %		Inconsciencia en dos inhalaciones, muerte en pocos minutos (Osalan, 2003).



- OBSERVACIÓN 1 (Osalan, 2003): asfixiantes simples. Los compuestos conocidos como “asfixiantes simples”, tales como metano (CH₄), etano (C₂H₆), nitrógeno (N₂), argón (Ar), etc., no presentan efectos fisiológicos significativos por sí mismos. No obstante, cuando se encuentran en concentraciones elevadas, desplazan al oxígeno del aire, reduciendo su contenido en el ambiente con las consecuencias indicadas en la tabla anterior.
- OBSERVACIÓN 2 (Osalan, 2003): anhídrido carbónico o dióxido de carbono (CO₂)

El anhídrido carbónico o dióxido de carbono en altas concentraciones produce efectos fisiológicos propios, así:

- Un 2% en volumen produce alteración del ritmo respiratorio.
- Un 3%, ligera narcosis y disminución de agudeza visual.
- Un 5%, dificultad respiratoria notable y dolores de cabeza.

A concentraciones mayores, los efectos se suman a los correspondientes al empobrecimiento de oxígeno. El anhídrido carbónico o dióxido de carbono presente en los espacios confinados puede haberse formado, por ejemplo, por fermentaciones aerobias, disminuyendo así el oxígeno del ambiente, por lo que la concentración de oxígeno puede ser muy inferior a la que corresponde por un simple desplazamiento.

Al analizar las probables causas por las que se pueden originar situaciones de insuficiencia de oxígeno en un espacio confinado, de manera general, se pueden clasificar en causas naturales (por las labores realizadas dentro del espacio confinado) o por la afectación de las áreas circundantes del espacio confinado, según lo expresado en la siguiente tabla:

Tabla 5. Causas de disminución de oxígeno en la atmósfera

Causas naturales	Labores realizadas	Afectación de las áreas circundantes
<ul style="list-style-type: none"> ● Oxidación, descomposición y/o fermentación de materia orgánica. ● Desprendimiento de CO₂ de aguas subterráneas carbonatadas. ● Absorción del oxígeno por el agua. ● Cualquier proceso de oxidación que se genere en el ambiente (por ejemplo, metales). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Remoción o efecto de pisar lodos o materia orgánica en descomposición. ● Procesos que generan consumo de oxígeno: soldadura, oxicorte etc. ● Liberación de conductos obstruidos. ● Empleo de gases inertes: Nitrógeno, CO₂, Argón, Helio etc. ● Respiración humana. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reacciones químicas de oxidación. ● Desplazamiento del oxígeno por otros gases.

Fuente: (Osalan, 2003)

7.1.2 Sustancias peligrosas en el ambiente

La concentración en el aire de contaminantes por encima de límites de exposición determinados puede producir en el trabajador expuesto intoxicaciones, enfermedades y accidentes que ocasionen fatalidades. Las sustancias peligrosas dentro de un espacio confinado pueden ser: gases, vapores o polvo fino en suspensión en el aire. Los peligros se definen según las clases y categorías del Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

La aparición de una atmósfera tóxica puede tener orígenes diversos, ya sea por existir previamente el contaminante o por generarse al realizar un trabajo en el espacio confinado.

La intoxicación en el trabajador puede ser aguda, derivada de concentraciones muy altas, y, en consecuencia, los efectos son evidentes o inmediatos. Por el contrario, si la concentración es baja, las consecuencias en el corto plazo son difíciles de detectar, como resultado de la duración limitada de este tipo de trabajos. Si estos son repetitivos pueden dar lugar a enfermedades laborales.

Con el fin de obtener los límites de exposición, se deben consultar los estándares internacionales, en especial, es recomendable consultar los valores TLV-TWA y TLV-Stel, que son las concentraciones máximas admisibles para una determinada sustancia, establecidas por la ACGIH (de obligada aplicación en Colombia), en relación con un tiempo de exposición determinado. Algunos países tienen sus propios estándares, por lo cual se sugiere verificarlos, garantizando el cumplimiento de los requisitos legales.

También es importante recalcar el efecto narcotizante de algunos contaminantes, como es el caso del H₂S (ácido sulfhídrico, también conocido como sulfuro de hidrógeno), el cual, en pequeñas cantidades, huele a huevos podridos, pero, superada cierta concentración en partes por millón, deja de advertirse, puesto que afecta el sentido del olfato, ocasionando la

5. Se recomienda consultar guía de OSHA para H2S: <https://www.osha.gov/Publications/3300-10N-05-spanish-07-05-2007.html>.



intoxicación mortal. También se debe destacar la peligrosidad de aquellos contaminantes como el monóxido de carbono (CO), el cual no es detectable olfativamente.

Finalmente, es importante considerar, adicional a la intoxicación, las atmósferas con otro tipo de contaminantes peligrosos, por ejemplo, irritantes o corrosivos.

En la siguiente tabla se presenta en forma detallada el análisis de las causas que provocan la presencia de estas sustancias en un espacio confinado. De manera general, se puede clasificar en causas naturales, por las labores realizadas dentro del espacio confinado, y por la afectación de las áreas circundantes del espacio confinado.

Tabla 6. Causas de generación de contaminantes en la atmósfera de un espacio confinado

Causas naturales	Labores realizadas	Afectación de las áreas circundantes
<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Formación de sulfuro de hidrógeno (H₂S) por descomposición de materia orgánica de origen animal. Formación de amoníaco (NH₃) por descomposición de materia orgánica animal o vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Removido o pisado de lodos con gases tóxicos (H₂S). ⊙ Procesos con desprendimiento de contaminantes como soldadura, oxicorte. El efecto del oxicorte sobre superficies con pinturas o agentes químicos, pintura, limpieza con disolvente, corte con esmeriladoras etc. ⊙ Gases de escape de motores de combustión: bombas de achique, generadores eléctricos, compresores, vehículos etc. Que generan monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y otros gases. ⊙ Productos usados para pintura o mantenimiento del espacio confinado. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Gases de filtraciones de conductos de evacuación, de ventilación, de garajes etc. ⊙ Contaminantes de vertidos incontrolados: disolventes ácidos etc. ⊙ Contaminantes de reacciones accidentales: arsenamina (hidruro de arsénico), ácido cianhídrico. Derivados de filtraciones de lixiviados o materia orgánica en descomposición a través de grietas en la tierra.

Fuente: Osalan, (2003).

7.1.2.1 Ácido sulfhídrico

El ácido sulfhídrico (H₂S) tiene las siguientes características:

- ⊙ Es un gas incoloro.
- ⊙ Es un gas que presenta olor, el cual se caracteriza por ser una fragancia similar al huevo podrido. Que este gas tenga olor no es equivalente a que el olor sea una señal de advertencia, la sensibilidad al olor desaparece rápidamente después de respirar pequeñas cantidades del gas. El olfato pierde la sensibilidad del H₂S incluso en concentraciones inferiores al TLV-TWA.
- ⊙ Es inflamable y explosivo en altas concentraciones.
- ⊙ Es más pesado que el aire y puede acumularse en áreas bajas y cerradas, pobremente ventiladas, como sótanos, bocas de registros y, de igual forma, en bóvedas subterráneas para líneas de alcantarillado, telefónicas y eléctricas.

El ácido sulfhídrico (H₂S) se encuentra a menudo en espacios confinados destinados a los servicios públicos, como alcantarillado e instalaciones de tratamiento de aguas residuales, o por la descomposición de materia orgánica y desechos humanos o animales (por ejemplo, aguas negras). También se encuentra en el sector petrolero, en tanto que puede ser un gas que se encuentra anexo al crudo y al gas natural desde su producción en el yacimiento.

Los efectos sobre la salud varían dependiendo del tiempo y nivel de exposición. Las personas asmáticas pueden estar en mayor riesgo (OSHA, 2019). A continuación, se expone una tabla que muestra los efectos fisiológicos dependiendo del nivel de concentración del ácido sulfhídrico (H₂S).



Tabla 7. Efectos fisiológicos del H₂S

Nivel de H ₂ S en ppm	Efectos fisiológicos
0.008-0.2 ppm	Umbral respiratorio. Se detecta olor a huevo podrido.
1 ppm	TLV-TWA. La máxima exposición permitida por ACGIH (2019) en el área de trabajo, en un período de ocho horas diarias y 40 horas a la semana.
5 ppm	TLV-Stel (ACGIH, 2019).
18– 25 ppm	Irritación de ojos.
50 ppm	Exposición prolongada: puede causar faringitis o bronquitis.
60 ppm	Exposición prolongada: puede causar conjuntivitis y dolor de ojos.
75 – 150 ppm	Por varias horas: irritación respiratoria, sensación de pérdida del olfato.
170 - 300 ppm	Por 1 hora: irritación marcada.
250 ppm	Edema pulmonar con riesgo de muerte.
400 a 600 ppm	Entre ½ hora – 1 hora: inconsciencia, muerte.
1000 ppm	Fatal en minutos.

Fuente: ACGIH 2019 y NIH 2019

7.1.2.2 Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) tiene las siguientes características:

- ⦿ Es un gas incoloro.
- ⦿ Es un gas inodoro (no tiene olor).
- ⦿ Es un gas sin sabor.

Es generado por la reacción química derivada de la combustión de motores a base de combustibles comunes derivados de los hidrocarburos y, en mayor proporción, cuando estos motores tienen una fuente escasa de aire o la combustión es incompleta. Se le conoce popularmente como el asesino silencioso. En la tabla a continuación se analizan los síntomas de intoxicación que se pueden presentar en relación con el tiempo de exposición a este gas, dependiendo de su nivel de concentración en el aire.

Tabla 8. Efectos fisiológicos de la exposición a monóxido de carbono

Concentración en el aire CO (ppm)	Tiempo de inhalación	Síntomas de intoxicación
9 ppm	Exposición de corto plazo	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Valor máximo de concentración recomendado, permisible en áreas de estancia o convivencia.
25 ppm	8 horas	TLV-TWA. La máxima exposición permitida por ACGIH (2019) en el área de trabajo en un periodo de ocho horas diarias y 40 horas a la semana.
35 ppm	8 horas	La máxima exposición permitida por OSHA en el área de trabajo en un periodo de ocho horas. Dolor de cabeza, mareo en 6 a 8 horas de exposición constante.
200 ppm	2-3 horas	Posible dolor de cabeza frontal leve, cansancio, fatiga, pérdida de lucidez, náusea y mareo.
400 ppm	1-2 horas	Dolor de cabeza frontal y náusea entre 1 y 2 horas. Dolor occipital (parte de atrás de la cabeza o cráneo) después de 2 1/2 a 3 1/2 horas. Se agudizan los síntomas. Riesgo de muerte después de 3 horas.
800 ppm	45 minutos	Mareo, náusea y convulsiones. Inconsciencia en 2 horas. Muerte después de 2 a 3 horas.
1,600 ppm	20 minutos	Dolor de cabeza, mareo y náusea. Muerte en una hora.
3,200 ppm	5-10 minutos	Dolor de cabeza, mareo, náusea en 5 a 10 minutos. Muerte en una hora.
6,400 ppm	1-2 minutos.	Dolor de cabeza, mareo, náusea en 1 a 2 minutos. Convulsiones, paro respiratorio y muerte en menos de 20 minutos.
12,800 ppm	1-3 minutos	Inconsciencia después de 2-3 respiraciones. Muerte en un rango de 1-3 minutos.

Fuente: ACGIH 2019, NIH 2019 y División de Compensación para Trabajadores, DWC, 2019



7.1.2.3 Dióxido de azufre

El dióxido de azufre (SO₂) tiene las siguientes características:

- ⦿ Es un gas incoloro.
- ⦿ Es un gas irritante.
- ⦿ No es un gas inflamable, ni explosivo.
- ⦿ Es un químico muy estable.
- ⦿ Es muy soluble en agua y, en contacto con ella, se convierte en ácido sulfúrico.

Resulta de la combustión del sulfuro o de compuestos que contienen sulfuro. Exposiciones severas pueden resultar durante la carga y descarga de carrotaques, cilindros o líneas que presenten rupturas o fugas, quema de H₂S y, también, durante fumigaciones.

En su proceso de oxidación en la atmósfera, este gas forma sulfatos. Estos sulfatos forman parte del material particulado PM10. En presencia de humedad, el dióxido de azufre forma ácidos en forma de aerosoles y produce una parte importante del material particulado secundario o fino (PM2.5). El SO₂ es el responsable de la lluvia ácida (Fundación para la Salud Geoambiental, 2019).

Los efectos fisiológicos del dióxido de azufre (SO₂) son los siguientes:

Tabla 9. Efectos fisiológicos del dióxido de azufre

Nivel de SO ₂ en ppm	Efectos fisiológicos
0,25 ppm	TLV-stel (ACGIH, 2019).
0,3 – 1,4 ppm	Perceptible al olfato.
1 – 10 ppm	El ritmo del pulso y respiración aumentan, la profundidad de la respiración disminuye.

Fuente: ACGIH 2019, Fundación para la Salud Geoambiental 2019 y NIH 2019.

7.1.2.4 Amoníaco

El amoníaco (NH₃) tiene las siguientes características:

- ⦿ Es un gas irritante fuerte que puede producir muerte repentina por espasmos bronquiales.
- ⦿ Es un gas que tiene sabor.
- ⦿ Es un gas incoloro.
- ⦿ Es un gas con olor intenso y repulsivo.
- ⦿ Puede ser explosivo si es el contenido de un tanque o de un sistema de refrigeración, se liberan en una flama abierta.

Pequeñas concentraciones que no producen irritación severa se pasan rápidamente a través del tracto respiratorio y se metabolizan de modo que no actúa más como amoníaco. Los efectos fisiológicos del amoníaco son los siguientes:

Tabla 10. Efectos fisiológicos del amoníaco

Nivel de NH ₃ en ppm	Efectos fisiológicos
0.6 a 53 ppm	Es perceptible por el olor.
25 ppm	TLV-TWA. La máxima exposición permitida por ACGIH (2017) en el área de trabajo en un período de ocho horas diarias y 40 horas a la semana.
35 ppm	TLV-stel (ACGIH, 2019).
300	USA NIOSH IDLH.
300 – 500 ppm	Entre 30 – 60 minutos: tolerancia de exposición corta máxima. Irritación respiratoria y de los ojos.
400 ppm	Irritación de la garganta.
2,500 – 6,000 ppm	Por 30 minutos: peligroso para la vida.
5,000 – 10,000 ppm	Fatal.

Fuente: ACGIH2019, NIH, 2019 y CCSSO, 1998

7.1.2.5 Otras condiciones de exposición

Los límites de exposición de ACGIH están previstos para una exposición de 8 horas diarias y 40 semanales, en la que se prevé que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin presentar efectos adversos. En Latinoamérica



se pueden presentar condiciones diferentes. A continuación, se presenta una alternativa que permite evaluar cambios en estos límites de exposición, que hacen parte del modelo de Brief y Scala, sugerido por ACGIH para estos casos (ACGIH 2019).

Cuando la jornada laboral sea diferente a 8 horas diarias, se debe corregir el Límite Máximo Permitido de Exposición (LMPE) con la siguiente ecuación, mediante el factor de corrección FC (CCOHS, 2019):

$$F_{c \text{ día}} = \left(\frac{8}{h_d} \right) \left(\frac{24 - h_d}{16} \right)$$

- h_d = duración de la jornada de trabajo en horas. Este factor de corrección se empleará únicamente en jornadas de trabajo de 6 a 11 horas diarias.

$$\text{Límite LMPE corregido} = (F_{c \text{ día}}) * (\text{LMPE})$$

Coeficiente de exposición

$$CE: \frac{\text{concentración ambiente medida}}{\text{LMPE corregido}}$$

- Si $CE < 1.0$ exposición permisible
- Si $CE = 1.0$ exposición límite
- Si $CE > 1.0$ trabajador sobreexposto

7.1.3 Incendio y explosión

La formación de una atmósfera inflamable o explosiva dentro de un espacio confinado puede tener un sinnúmero de causas, entre ellas evaporación de disolventes de pintura, residuos de líquidos inflamables, reacciones químicas e igualmente el movimiento de granos, como, por ejemplo, cereal en silos, etc.

La formación de la atmósfera explosiva se dará siempre que exista gas, vapor o polvo combustible en la atmósfera y su concentración esté comprendida entre el límite inferior y superior de inflamabilidad o explosividad.

La atmósfera inflamable o explosiva debe entenderse como la mezcla de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos combustibles o inflamables con el aire, en condiciones tales en las que, tras la ignición, la combustión se propaga a la mezcla no quemada, siendo necesario que la concentración de estos contaminantes esté comprendida entre los Límites Inferior y Superior de Explosividad (LIE o LEL y LSE o UEL).

Las causas de generación de atmósferas explosivas en un espacio confinado pueden clasificarse, de manera general, en causas naturales por las labores realizadas dentro del espacio confinado o por la afectación de las áreas circundantes del espacio. Estas serán expuestas en la tabla a continuación.

Tabla 11. Causas de generación de atmósferas explosivas en un espacio confinado

Causas naturales	Labores realizadas	Afectación de las áreas circundantes
Descomposiciones de materia orgánica con desprendimiento de gas metano. Emanaciones de metano procedente del terreno.	Productos en los que intervienen productos inflamables como pintura, limpieza con disolventes inflamables, soldadura con soplete, revestimientos con resinas y plásticos, etc.	Filtraciones de conducciones de gases combustibles: gas natural. Filtraciones y vertidos de productos inflamables como combustibles, disolventes orgánicos, pinturas, etc.

Fuente: (Osalan, 2003).

No obstante, los riesgos de explosión o incendio pueden tener un origen muy variado, por lo que se deben evaluar específicamente en cada caso.

Cuando la concentración de oxígeno supera el 23,5%, la atmósfera está sobreoxigenada, volviéndose inestable, aumentándose la posibilidad de incendios y explosiones. La posibilidad y severidad de fuego o explosión se incrementa significativamente si la concentración en el ambiente llega a valores del 28% porque los tejidos ignífugos dejan de serlo. Es así que los elementos como ropa, delantales, guantes y otros, con una concentración normal de oxígeno (21%) en el aire no son combustibles, pueden serlo si existe un aumento del porcentaje de oxígeno en la atmósfera (Instituto de Salud Pública de Chile, 2016).



7.2 Peligros conexos

Además de los peligros específicos descritos previamente, existen otros que también deben ser tenidos en cuenta dentro del análisis de riesgos.

Estos deben ser identificados y evaluados de manera adecuada, ya que, cuando se presentan dentro de un espacio confinado, su valoración frente a las consecuencias puede llegar a ser mayor, si se comparan a estos mismos peligros cuando se presentan fuera del espacio confinado.

En la evaluación de peligros se establecerán medidas específicas de control para mitigar estos riesgos. Algunos de estos peligros son:

- Accidentes con vehículos cuando se realizan trabajos sobre vías públicas.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de distinto nivel al caminar sobre superficies deterioradas que puedan colapsar.
- Caídas a nivel por elementos en el suelo dentro del espacio confinado. Ejemplo: tuberías, superficies húmedas o a desnivel.
- Contacto eléctrico directo o indirecto.
- Caída de objetos, elementos o herramientas.
- Asfixia derivada de la inmersión o ahogamiento en los desplazamientos sobre los productos contenidos en el espacio confinado, por ejemplo, silos u otros sitios o contenedores que contienen productos a granel (por ejemplo, alimentos), piedra triturada, harina, aserrín, entre otros. Estos materiales guardan bolsas de aire que pueden derrumbarse bajo el peso de un empleado.
- Golpes con elementos fijos dentro del espacio confinado.
- Temperaturas extremas (calor o frío extremo), humedad.
- Peligros químicos derivados del contacto del trabajador con sustancias corrosivas, cáusticas, químicos, solventes, entre otros, que pueden causar irritación o quemaduras al contacto con la piel, ojos o membranas mucosas.
- Peligros químicos derivados de humos que se desprendan de sustancias corrosivas, cáusticas, químicos, solventes, dentro del espacio confinado o que se usen para las tareas y que pueden también irritar el tracto respiratorio y causar dolor gastrointestinal.
- Peligros biológicos (virus, bacterias): dentro del espacio confinado se pueden encontrar piezas metálicas con óxido, también paredes o piezas con presencia de moho y esporas, virus y bacterias en ductos con aguas residuales, y heces de animales y pájaros que pudieran ingresar al espacio confinado.
- Peligros biológicos derivados de la presencia de animales dentro del espacio confinado, tales como abejas, avispas, culebras, escorpiones, alacranes, entre otros.
- Fenómenos naturales derivados de las condiciones meteorológicas: lluvias, tormentas o cambios repentinos del viento o condiciones climáticas que puedan causar inundaciones o contribuir a variaciones inesperadas en el ambiente de un espacio confinado.
- Peligros biomecánicos derivados de posturas inadecuadas o forzadas (trabajos de rodilla, en cuclillas).
- Vibraciones derivadas de la manipulación de herramientas o equipos.
- Peligros físicos derivados de iluminación inadecuada o de ruidos dentro o fuera del espacio confinado.
- Condiciones de seguridad, como conexiones de vapor de agua o el vapor mismo, equipos en funcionamiento, engranajes, piezas en movimiento.

7.3. Aspectos a considerar

7.3.1 Trabajos en ambientes calurosos

El trabajo en altas temperaturas presenta como principal riesgo el incremento de la temperatura interior del cuerpo humano. En ciertas condiciones, el cuerpo no es capaz de eliminar el calor que se produce en su interior al realizar el trabajo, provocando una "fiebre" momentánea. Esta fiebre en un periodo corto de tiempo puede causar pérdidas de concentración y debilidad generalizada sobre la persona que la padece, aumentando las posibilidades de accidentes laborales. Su presencia permanente puede causar daños irreparables sobre el cuerpo humano (Asociación Empresarial Eólica, 2019).

Por la intensidad y complejidad de los trabajos en los espacios confinados y teniendo en consideración que la vestimenta o uso de elementos de protección personal (EPP) del trabajador en el interior de algunos espacios se realiza de acuerdo con la actividad propia (por ejemplo, uso de tyvek) y, más aún, cuando el trabajo se realiza en lugares calurosos, es importante definir protocolos para la ventilación y rotación de turnos.

Para el caso de la resolución 491 de 2020 se estableció, en el artículo 20, que para el control de temperaturas se debe realizar valoración del riesgo de estrés térmico asociado, considerando tiempos de exposición, rotaciones y descansos.

7.3.2 Dimensión del trabajo

Uno de los aspectos que suele generar dificultades en los espacios confinados es el relativo a las dimensiones del trabajo. Muchos países cuentan con regulaciones asociadas a las dimensiones de los puestos de trabajo. Sin embargo, estas son



aplicables fundamentalmente en los sitios que son diseñados con el objetivo de ser OCUPADOS POR PERSONAS, lo cual difiere del propósito con el que se originan los espacios confinados, que no son diseñados para la ocupación continua del ser humano.

Por lo tanto, los patrones de confort contemplados en estas normas no son aplicables a los espacios confinados. En consecuencia, al no existir regulaciones claras, no es fácil definir cuáles son las dimensiones y condiciones adecuadas que permitan realizar trabajos desde la perspectiva del posicionamiento del cuerpo en el interior de los espacios confinados.

Algunas normas que hablan de las dimensiones del cuerpo humano pueden ser tomadas en consideración en el momento de diseñar o generar controles de ingeniería para trabajos en espacios confinados, por parte de las personas que tienen asignada dicha responsabilidad al interior de las organizaciones. Adicionalmente, se pueden considerar las dimensiones de los EPP.

Por su parte, cuando las personas deban ingresar a espacios confinados, el supervisor debe verificar las entradas, las salidas y que el espacio dentro del sitio de trabajo confinado esté ajustado al perfil de los entrantes, teniendo en cuenta que todas las personas tienen parámetros corpóreos que difieren.

7.3.3 Gestión del riesgo

Bajo la administración moderna actual, las organizaciones han venido ganando terreno, ya que gracias a varios lineamientos normativos han logrado optimizar la gestión integral del riesgo, minimizando las consecuencias y los efectos potenciales del riesgo a los que se veían expuestos. Lineamientos normativos tales como la ISO 31000:2019 han sido primordiales, permitiendo minimizar los peligros que se puedan presentar en la operación normal de las compañías.

Esta gestión está cimentada en la metodología desarrollada por William Edwards Deming, denominada Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) o Ciclo de Mejoramiento, que plantea los siguientes procedimientos:

- i. Evaluar el riesgo y planificar de manera racional las actividades para reducir o eliminar el riesgo asociado al trabajo de espacios confinados, con unos objetivos claros y medibles.
- ii. Una vez planificado, se ejecutan las actividades para reducir el riesgo.
- iii. Periódicamente, se evalúa la eficiencia del programa mediante el seguimiento de las metas de los objetivos planteados.
- iv. Finalmente, se mejora el programa determinando medidas de mejoramiento frente a los incumplimientos en los objetivos trazados, lo que conlleva al ajuste de la planificación y a recomenzar el ciclo PHVA.

7.3.4 Evaluación del riesgo

Hoy se reconoce que la evaluación de riesgos es el fundamento para una gestión activa de la seguridad y la salud en el trabajo. En efecto, en la mayoría de los países, las normas en materia de seguridad y salud en el trabajo establecen la obligatoriedad de las organizaciones frente al desarrollo de medidas que permitan disminuir el impacto de estos riesgos.

El punto de partida para la planificación del riesgo es realizar una evaluación concienzuda de este, ya que identificando y evaluando todas las variables, se podrán precisar de manera adecuada los controles que permitan su mitigación. Esta evaluación y su respectiva planificación no debe entenderse como el cumplimiento de un requisito legal o una imposición, ya que no es un fin sino un medio que permitirá disponer y adoptar las medidas de control adecuadas frente a un peligro específico. Esta valoración nos faculta para detectar las acciones que deben ser priorizadas, así como si se requieren controles.

Es muy importante que este proceso pueda realizarse con representantes de los trabajadores que conozcan de primera mano las condiciones de los trabajos a realizar y, en algunos casos, sus experiencias ayudan a proponer controles que desde la teoría no se consideran.

La evaluación de riesgos debe ser un proceso dinámico. La evaluación inicial debe revisarse cuando lo establezca una disposición específica, cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o cuando las actividades de prevención puedan ser inadecuadas o insuficientes.

Deberán considerarse entonces los siguientes aspectos:

- ⊙ Investigación de accidentes de trabajo con o sin pérdidas.
- ⊙ Cuando un proceso cambie.
- ⊙ Hallazgos del análisis de la situación epidemiológica.
- ⊙ Que los protocolos de periodicidad en la organización, o según la ley, se cumplan.

Buscando establecer una jerarquía de controles para un espacio confinado, se tendría que partir del supuesto de que un espacio confinado es un peligro en sí mismo y, como se mencionó en capítulos anteriores, es un sitio con una serie de peligros específicos.

Sin embargo, un abordaje importante que se puede extraer de la misma jerarquía de controles (ISO 45001, 2018) es aplicar el ejercicio de manera independiente al espacio confinado (es decir, aplicar gestión de riesgos al proceso) y la misma estrategia para cada uno de los peligros dentro del espacio confinado, pero como procesos independientes y aislados.



Una gran novedad en la legislación en materia de espacios confinados es lo incluido en el artículo 6 de la resolución 491 de 2020 en Colombia que reza literalmente:

“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN. El empleador y/o contratante deberá realizar una identificación, señalización y evaluación de la naturaleza y localización de los espacios confinados **y tomar las medidas necesarias para mitigar o eliminar las condiciones que hacen que un sitio sea un espacio confinado de acuerdo con la definición dada en el artículo anterior de la presente resolución (gestión al proceso).** Además, debe establecer las medidas de prevención y/o control enfocadas en la **gestión de peligros en los espacios confinados que no se hayan eliminado (gestión a los riesgos),** teniendo en cuenta los controles previstos en la presente resolución y la legislación colombiana, especialmente **la jerarquización de controles** contenida en el artículo 2.2.4.6.24. del Decreto 1072 de 2015 o las normas que lo modifiquen o sustituyan.

Parágrafo. La identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos es un proceso continuo, debe estar documentado en el programa de gestión para trabajo en espacios confinados.”⁶

A continuación, se muestra una propuesta de abordaje que cubre estas premisas.

Tabla 12. Jerarquía de controles

Nivel	Espacio confinado	Riesgo específico dentro del espacio confinado	
	Eliminación	Evalúe estrategias que le permitan eliminar el espacio confinado. Esto se hace buscando eliminar una o más de las variables que hacen que un espacio sea confinado. Consulte algunos de nuestros ejemplos de buenas prácticas y encontrará ejemplos de esta estrategia.	Inspecciones o trabajos desde afuera, usando cámaras, drones o robots.
	Sustitución	n/a	Ejemplo: en el riesgo químico derivado de químicos para limpieza o mantenimiento, sustituir sustancias peligrosas para limpieza por otras menos peligrosas.
	Control de ingeniería	Aplique controles de ingeniería al espacio confinado: mejorar el desempeño de este frente a un peligro específico. Ejemplo: instalar ventilas adicionales para optimizar la ventilación natural. Instalar escaleras inclinadas para eliminar riesgos de caídas y mejorar condiciones de evacuación, instalar techos o paredes removibles.	Ejemplo: instalar puntos de anclaje para sistemas de rescate y sistemas de protección contra caídas. Instalar sistemas de ventilación forzada fijos. Inyectar gases nobles para inertizar.
	Señalización, advertencia, controles administrativos	n/a	Señalización y demarcación. Permiso de ingreso. Planear turnos de trabajo para limitar tiempo de exposición. Registro de monitoreo.
	Elementos de protección personal	n/a	Uso de equipos de protección respiratoria, uso de trajes para productos químicos, uso de equipos de protección contra caídas, entre otros.

Fuente: ISO 45001:2018 y Decreto 1072 de 2015.



7.3.5 Herramientas para la evaluación del riesgo

Siendo coherentes con el planteamiento acerca de los espacios confinados, estos no deben ser identificados y evaluados como un peligro, se sugiere que sean estimados como un área de trabajo y se identifiquen los peligros y se evalúen los diferentes riesgos que dentro de ellos se presenten. Existen diferentes metodologías y estrategias para la evaluación de los riesgos y la organización debe definir una de ellas, donde es importante tener clara la diferencia entre los procesos de evaluación de riesgos y los análisis de riesgos previos a la tarea.

Para los primeros, es importante realizar análisis exhaustivos que definan controles acordes con el potencial del riesgo y los objetivos corporativos; los segundos responden al análisis que permite evaluar en campo previo a la tarea, verificando la pertinencia y aplicabilidad de los controles definidos en la matriz y otros controles puntuales que puedan ser considerados. Metodologías como “What if, ATS, 3 qué” o listas de chequeo, cumplen muy bien los objetivos de estas tareas preingreso.

La Resolución 491 de 2020 da mucho valor a las estrategias de valoración de los riesgos. En el artículo 6 se hace claro énfasis en la gestión de los riesgos dentro del espacio confinado, así como las obligaciones del empleador y la importancia de un Análisis de Peligros por Actividad (APA), que se refiere a los análisis previos a la tarea.

8. Programa de gestión para el trabajo en espacios confinados

Muchas regulaciones exigen a los empleadores implementar programas para el control y la gestión de algunos riesgos específicos.

Sin embargo, aquí lo importante es poder definir qué es un programa y qué esperar del mismo, el cual en esta guía se denomina “Programa de gestión para trabajos en espacios confinados”.

La identificación clara de los peligros en las operaciones en espacios confinados es el punto de partida para definir las medidas de intervención de los riesgos asociados a esta actividad, las cuales pueden ser una serie de actividades independientes. Sin embargo, la normatividad de los sistemas de gestión, tales como ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2015, ISO 31000:2018, ISO 45001:2018, entre otras, nos ha enseñado que, de estas medidas amarradas a un objetivo claro, la organización obtiene mejores resultados, ya que se planifican a partir de la ponderación en la evaluación del riesgo, asignando de manera racional los recursos de la organización, haciendo seguimiento a través de su capacidad, permitiendo el cumplimiento de un objetivo. Esta herramienta administrativa se le conoce como programa de gestión, en el cual se determina claramente:

- i. Objetivos asociados a la reducción del riesgo.
- ii. Actividades a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos.
- iii. Recursos necesarios para el desarrollo de dichas actividades.
- iv. Responsables por el cumplimiento de dichas actividades.
- v. Periodo de tiempo en que se llevarán a cabo (inicio – fin).
- vi. Esquema de evaluación y seguimiento de los avances de las actividades y del cumplimiento de los objetivos.

El contenido de un programa de gestión para trabajos en espacios confinados y su estructuración puede variar en función de los objetivos y alcance que le quiera dar una empresa, de su cultura organizacional y de seguridad, y de las exigencias regulatorias de cada país.

Muchos especialistas en seguridad industrial no le dan mucha relevancia a la construcción de estos programas, a sabiendas de que deben ser diferentes y únicos para cada organización, no solo por la diferencia de los espacios confinados entre un sector económico y otro, sino por las diferencias marcadas que pueden existir entre empresas de un mismo sector en función de su madurez en la gestión de la seguridad en espacios confinados, su cultura organizacional, tecnologías usadas, entre otros aspectos.

Es común ver cómo empresas que tienen espacios confinados propios (por ejemplo, tanques) no permiten que sus trabajadores desarrollen trabajos en su interior y contratan a empresas externas especializadas en estas labores de mantenimiento. Esta condición hace que, si bien se está hablando del mismo espacio confinado, contratante y contratista deben contar con programas de gestión para espacios confinados diferentes en sus objetivos y alcances.

Para el lector colombiano vale la pena resaltar que la resolución 491 de 2020 deja clara las responsabilidades de los contratantes en materia de los espacios confinados, haciéndolos corresponsables de la seguridad y asignándoles responsabilidades específicas, tales como:

- ⊙ Identificación de los espacios confinados propios.
- ⊙ Evaluación de los espacios confinados y clasificación.
- ⊙ Las mismas obligaciones que le aplican a un empleador.
- ⊙ Suministrar la información y características de los espacios confinados a los contratistas.
- ⊙ Verificar en el contratista la aplicación de controles, así como el suministro de EPP y capacitación y entrenamiento.
- ⊙ Procedimientos de trabajo.
- ⊙ Coordinación de contratistas dentro del espacio confinado.



Algunos aspectos para resaltar aquí, que no son comunes en las regulaciones y que guiarán al diseñador de un programa de gestión para trabajos en espacios confinados de tal forma que sea pertinente para su compañía, son los siguientes:

- Historial de incidentes y accidentes en espacios confinados en la empresa.
- Historial de incidentes y accidentes en espacios confinados en la industria afín.
- Nivel de escolaridad, idiosincrasia y cultura de los trabajadores.
- Tipo de empresa (dueña de los espacios confinados o contratista para trabajos en espacios confinados).

Más adelante se detallan los parámetros que, de manera general, son considerados en las normativas o buenas prácticas. Por otro lado, cabe destacar que algunas organizaciones cuentan con sistemas voluntarios de gestión de seguridad y salud en el trabajo, bajo normas como OHSAS 18001:2015, ISO 45001:2018, RUC®, entre otros. En estos casos, el diseño del programa deberá contemplar los aspectos de cada estándar, en especial, establecer una política de gestión del riesgo.

Es de resaltar la importancia que países como Colombia, Argentina y Estados Unidos le dan al programa para la gestión en espacios confinados. En estos casos es un requisito que hace parte de su legislación, y para Argentina y Estados Unidos el requisito es aplicable para los espacios confinados que según esas normativas requieren permiso de entrada. Cuando se habla de programas de gestión, algunas personas consideran que simplemente son un listado de actividades planeadas que habitualmente responden al ciclo PHVA. Un programa de gestión de riesgos va mucho más allá, por lo que su diseño y construcción debería estar a cargo de personas expertas en la materia, con amplia experiencia en este tipo de trabajos y que conozca la compañía para la cual se diseña el programa. El programa será el encargado de establecer las relaciones específicas que las actividades de espacios confinados tienen con el sistema o procedimiento de permisos de trabajo, los programas o procedimientos de capacitación corporativa, el establecimiento de perfiles académicos y psicofísicos de gestión del recurso humano, los procedimientos de exámenes de aptitud psicofísica y los programas de vigilancia en salud, los programas o procedimientos de riesgo químico, trabajo en alturas y otros programas o procedimientos corporativos de gestión de riesgos.

El contenido del programa de gestión para trabajos en espacios confinados deberá ajustarse a los requerimientos específicos de cada país. Este contenido es una guía mínima que podrá ayudarlo a enfocar el contenido y las actividades del programa.

Contenido mínimo de un programa de gestión de trabajos en espacios confinados:

- Objetivos y metas con indicadores de cumplimiento y frecuencia de seguimiento.
- Alcance (cobertura de las actividades a desarrollar).
- Marco legal del país o, en su defecto, marco regulatorio internacional base.
- Marco conceptual o aspectos técnicos no regulados (fuentes), por ejemplo: de dónde se consideran aspectos no regulados como capacitación, concentraciones de gases, etc.
- Inventario de los espacios confinados, ubicación, características básicas y clasificación.
- Análisis de peligros, evaluación y valoración de riesgos, y establecimiento de controles. Esto puede hacer parte de las matrices de peligros corporativas.
- Responsables y responsabilidades.
- Autoridades y toma de decisiones.
- Medidas para prevenir la entrada sin autorización.
- Medidas para el control de ingreso (aplicación de permisos de entrada/trabajo).
- Formación y entrenamiento.
- Medidas de control (medidas preventivas y medidas de protección).
- Equipos para trabajar en espacio confinado.
- Perfil académico y perfil psicofísico
- Vigilancia en salud.
- Procedimientos de trabajo.
- Planes para atención de emergencias y rescate en espacios confinados.
- Indicadores.
- Cronogramas de actividades.
- Presupuesto.
- Definición de indicadores y seguimiento al cumplimiento de indicadores, análisis y plan de acción.

Después de una adecuada identificación de peligros y detectar que se tiene un espacio confinado, el punto de partida para el desarrollo de un buen programa de gestión para trabajo en espacios confinados debe ser un diagnóstico o evaluación inicial realizado por una persona competente (idónea), que permita determinar cómo se encuentra la compañía en los siguientes aspectos de manera relevante, sin que se limite a los mismos (ver Anexo 1. Lista de verificación trabajos en espacios confinados):

- Nivel de cumplimiento de requisitos legales en materia de espacios confinados.
- Identificación de espacios confinados, evaluación de pertinencia, eficacia y eficiencia de las medidas de control implementadas.
- Sugerencias para la eliminación o controles de ingeniería aplicables al proceso o la infraestructura de los espacios confinados.



- ⦿ Sugerencias para la eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y elementos de protección personal, que favorezcan la mejora en la gestión de los espacios confinados.
- ⦿ Evaluación de la pertinencia, aplicación y eficacia del sistema de permisos de trabajo.
- ⦿ Evaluación del plan de emergencias enfocado a la atención de eventos en espacios confinados.

Otro aspecto que se debe considerar en el momento de construir un programa de gestión para trabajos en espacios confinados es que la organización pueda contar con estándares, normas o procedimientos de otros riesgos conexos, como atmósferas explosivas o peligrosas, que no necesariamente se presentan en espacios confinados.

8.1 El papel del administrador del programa. Roles y responsabilidades

Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, el administrador del programa de gestión del riesgo juega un papel decisivo para su desarrollo eficiente y eficaz.

No es un rol operativo, pero, quizás, cobra más valor, al tener una visión global del riesgo y de cada uno de los aspectos del programa, y ser el enlace directo con la alta dirección. Por ende, su papel es crucial para la gestión de presupuestos, adquisiciones, administración de indicadores, auditorías y mediciones de impacto de la gestión realizada. De hecho, así lo comprendió la legislación colombiana, al definirlo como un rol legal que debe ser designado dentro de la organización.

En organizaciones muy grandes y jerarquizadas, esta persona tiene la capacidad de direccionamiento de estrategias adecuadas hacia los diferentes equipos de trabajo, los cuales tienen diferentes condiciones y tipos de espacios confinados, para asegurar que todos los controles sean eficaces y eficientes.

Estas son algunas de sus funciones que se pueden mencionar:

- ⦿ Direccionar el levantamiento de información para la elaboración del inventario y la clasificación de los espacios confinados.
- ⦿ Asesorar a la alta gerencia en la definición de los objetivos en materia de espacios confinados.
- ⦿ Asesorar en el marco legal y técnico aplicable.
- ⦿ Definir el alcance del programa de gestión para espacios confinados.
- ⦿ Asesorar en la definición de metas dentro del programa de gestión para trabajos en espacios confinados.
- ⦿ Consolidación de indicadores del programa de gestión y presentación a la alta dirección.
- ⦿ Construir estrategias que permitan la eliminación de los riesgos dentro de los espacios confinados y construcción de cultura.
- ⦿ Definir el contenido y alcance de la formación en espacios confinados de acuerdo con las necesidades de la organización.
- ⦿ Asesorar la construcción de procedimientos de trabajo en espacios confinados.
- ⦿ Definir los parámetros de la gestión de permisos de entrada/trabajo en espacios confinados.
- ⦿ Consolidar información acerca de permisos de entrada/trabajo en espacios confinados.
- ⦿ Asesorar y guiar investigaciones de accidentes en espacios confinados.
- ⦿ Consolidar información de incidentes y accidentes en espacios confinados y divulgar lecciones aprendidas.

El perfil de esta persona es importante para la organización y, si bien algunas competencias aquí descritas no son una camisa de fuerza, sí es importante considerarlas para el éxito de la gestión. En algunos países, esta persona debe contar con algunas competencias específicas, por lo que al usar esta guía debe consultar la legislación específica de su país.

- ⦿ Perfil profesional asociado a gestión de riesgos.
- ⦿ Experiencia en espacios confinados (operativa).
- ⦿ Experiencia amplia en gestión de programas y sistemas de gestión.

Para el caso de Colombia, con la expedición de la resolución 491 de 2020, se estableció el rol de “administrador del programa de gestión para trabajo en espacios confinados” con un prerrequisito de ser un profesional en seguridad y salud en el trabajo o profesional con posgrado en seguridad y salud en el trabajo o alguna de sus áreas afines con licencia vigente en seguridad y salud en el trabajo. Por definición para Colombia, es el encargado del “diseño, administración y aseguramiento del programa” de gestión para trabajo en espacios confinados.

8.2 Gestión de indicadores del administrador del programa

Uno de los aspectos importantes en la gestión de las organizaciones es qué medir y cada cuánto medir.

Siempre es importante decir que los indicadores deben ser pertinentes a la organización y proporcionar información relevante y coherente con la gestión del riesgo.

Esta pertinencia, en parte, puede estar asociada al tamaño y naturaleza de la empresa. Es común ver organizaciones agobiadas con la medición e interpretación de muchos indicadores, de los cuales solo algunos agregan valor para la toma de decisiones, y al final terminan siendo descuidados los indicadores importantes para la administración, priorizando aquellos con poco o nulo valor en la gestión.

El principal fin de un indicador es permitir evaluar el nivel de avance de las actividades planificadas y su eficacia para



la reducción del riesgo. A continuación, sugerimos algunos tipos de indicadores que deben ser considerados por la organización:

- i. La eficacia de un programa de gestión que permita reducir un tipo particular de riesgos se mide con las veces (número de accidentes) que se haya materializado el riesgo de accidente. Se puede incluir la casuística de los accidentes, con el fin de medir de mejor manera las razones por las cuales se presentan (número de accidentes en espacios confinados por atmósferas explosivas). Ahora bien, dependiendo del tamaño de la organización, es prudente asociar el número de accidentes al número de horas trabajadas en espacios confinados, por lo cual los índices de frecuencia y severidad resultan adecuados a la hora de evaluar la eficacia del programa.
- ii. La gestión realizada por la compañía orientada hacia la reducción del riesgo puede arrojar información frente al estado de los equipos, cumplimiento del programa de mantenimiento, etc., la cual se puede medir a través de la ejecución de las inspecciones y con la oportunidad en la respuesta a los requerimientos de las inspecciones.
- iii. La gestión sobre las oportunidades de mejora y las condiciones inseguras reportadas pueden evaluar la madurez del programa y de la cultura de la organización, permitiendo, en consecuencia, proteger a sus trabajadores y equipos.

Otros indicadores que habitualmente se gestionan en las empresas son los porcentajes de cumplimiento de programas y aspectos como la cobertura de la capacitación, indicadores valiosos, más aún cuando en ocasiones están atados a requisitos de cumplimiento legal.

Algunos ejemplos de estos indicadores pueden encontrarse en el Anexo 2. Programa de gestión para espacios confinados.

8.3. Administrador / cómo definir roles y responsabilidades

Definir roles y responsabilidades dentro de los contextos de las organizaciones suele ser una de las actividades con más retos, a la cual se ven enfrentados los encargados del diseño de los programas de gestión de riesgos.

Cada compañía es un mundo diferente y en ese contexto factores como tamaño, cultura de la seguridad, estilo de liderazgo, son determinantes a la hora de asignar roles y responsabilidades.

En estos escenarios también es frecuente encontrar la eterna dicotomía de a quién pertenece la salud y seguridad en el trabajo. En general, de manera teórica, las normas asociadas a sistemas de gestión (ISO 31000:2018, 9001:2015, 45001:2018, OHSAS 18001:2007, entre otras) sitúan la responsabilidad en la alta dirección y la línea de operación; no obstante, en la práctica, muchas veces, son las personas encargadas de seguridad y salud en el trabajo las que terminan haciéndose responsables de gran parte de los elementos operativos y de administración de un riesgo específico.

8.3.1 Administrador / Recomendaciones para definir roles y responsabilidades

Las responsabilidades (Escuela Europea de Excelencia, 2015)

Al momento de definir las responsabilidades, un aspecto a considerar son las obligaciones que se puedan derivar de las leyes. El término responsabilidad, en sí mismo, no aparece en las normas, pero un buen acercamiento puede ser:

- ⦿ La persona que tiene el compromiso y la obligación de cumplir con sus actividades o tareas, generando, en consecuencia, un impacto en la organización, por ejemplo, un jefe de capacitación será responsable de llevar a la organización al cumplimiento de los objetivos de conocimiento, habilidades y destrezas de las personas.
- ⦿ Las responsabilidades pueden ser varias dentro un cargo y tienden a obtener siempre un resultado deseado.
- ⦿ La Matriz de Asignaciones de Responsabilidades (RAM, por sus siglas en inglés) es una herramienta interesante que se puede utilizar dentro del equipo de trabajo, frente a un proceso en el que se deben especificar roles y responsabilidades a la hora de realizar una actividad específica, garantizando que exista una única persona responsable de cada tarea concreta, y determinar claramente quién se encuentra a cargo de cada una de las actividades dentro del proceso y establecer quién tiene la autoridad sobre la gestión.

Las autoridades (Escuela Europea de Excelencia, 2015)

- ⦿ La autoridad se refiere a la potestad y a la doble función de ejercer mando por un lado y de conseguir ser obedecido por el otro.

La autoridad se compone de dos fases:

- ⦿ La formal, que ejerce un superior sobre sus subordinados.
- ⦿ La operativa, que no se ejerce sobre personas, sino que se define como la potestad que tiene alguien orientado a determinar cuáles son los objetivos que se deben alcanzar al realizar una serie de acciones concretas.

Un ejemplo de autoridad operativa es la que tiene el gerente de compras de una organización para la compra de diferentes materiales que sirvan para desarrollar el trabajo de un proceso.



Se puede representar de forma visual a las autoridades, utilizando un organigrama en el que se apliquen todos los procesos. Lo más importante al momento de definir roles y responsabilidades es que exista consenso entre las partes, para legitimar la efectividad en el desarrollo y la aplicación de las decisiones que se tomen a lo largo del proceso.

En <https://es.atlassian.com/team-playbook/plays/roles-and-responsibilities> puede encontrar ejercicios y elementos técnicos que le ayuden a construir los roles y responsabilidades de una mejor manera.

Las obligaciones

- ⦿ Las obligaciones están definidas en la ley y pueden aplicar a cargos o roles, por ejemplo, empleadores, trabajadores, entes gubernamentales, entre otros.

En la resolución 491 de 2020 se definieron legalmente las siguientes obligaciones, que deben ser integradas a través del programa de gestión para trabajos en espacios confinados, los procedimientos y los perfiles de cargo:

Obligaciones del empleador y contratante

- ⦿ Identificar y evaluar los riesgos en espacios confinados antes de iniciar labores.
- ⦿ Realizar las evaluaciones médicas ocupacionales asegurando el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales conforme a lo establecido en las normas legales vigentes aplicables.
- ⦿ Garantizar la formación y entrenamiento en trabajo en espacios confinados a todos los trabajadores y contratistas involucrados. Para los trabajadores vinculados no debe generar ningún costo, ya que es responsabilidad del empleador y/o contratante.
- ⦿ Suministrar los elementos de protección personal a todos los trabajadores que realicen trabajos en espacios confinados.
- ⦿ Las empresas contratantes de actividades o servicios que requieran trabajo en espacios confinados deben proporcionar al contratista información sobre el espacio confinado, incluyendo:
 - a) Condiciones de mantenimiento, riesgo y uso, del espacio confinado.
 - b) Peligros, operación y controles dentro de o cerca del espacio.
 - c) Cualquier otra información relevante y necesaria para la realización de la actividad.
 - d) Inducción al contratista sobre las normas de seguridad de la empresa.
 - e) Las fichas de datos de seguridad de los productos contenidos en los espacios confinados.
- ⦿ Verificar que los contratistas cuenten con la formación, establecida por talento humano, en el manejo de los equipos y Elementos de Protección Personal (EPP) y controles necesarios para realizar la actividad de forma segura en el espacio confinado. Así mismo, el empleador y/o contratante debe definir las responsabilidades junto con el contratista respecto del desarrollo de la actividad.
- ⦿ Supervisar la aplicación de medidas de seguridad y salud de los trabajadores y contratistas de acuerdo con la resolución.
- ⦿ Garantizar que el acceso al espacio confinado se produce solo después de la emisión por escrito del permiso de trabajo en espacios confinados y análisis de peligros por actividad (APA).
- ⦿ Detener cualquier tipo de trabajo en caso de que se presente un peligro no identificado o no controlado y, de ser necesario, proceder a desalojar el espacio confinado. Se retorna al trabajo una vez establecidos los controles adecuados, dejando registro en el permiso de trabajo.
- ⦿ Garantizar la operación y verificación de los equipos de monitoreo de gases y vapores requeridos según la recomendación del fabricante.
- ⦿ La prueba funcional del equipo de monitoreo de gases debe hacerse antes de cada uso, la cual indicará si es necesario realizar un procedimiento de ajuste de sensores.
- ⦿ El empleador y/o contratante deberán realizar prueba funcional de los equipos detectores de gases, garantizando que sea hecha con un gas patrón, con certificado vigente emitido por el fabricante del gas, bajo los parámetros e indicaciones del fabricante del equipo detector de gas.
- ⦿ El empleador y/o contratante deben garantizar, por medio de un procedimiento escrito y registros, la trazabilidad de las pruebas funcionales de los equipos de medición.
- ⦿ Asegurar la capacitación para uso, prueba funcional y ajuste de sensores de los equipos de medición de atmósferas, impartida por personal calificado.
- ⦿ Exigir el suministro de las fichas técnicas y manuales de usuario en idioma español a fabricantes y proveedores de los equipos utilizados para trabajos en espacios confinados que se adquieran.
- ⦿ Garantizar que las fichas técnicas y manuales de los equipos a utilizar estén disponibles en el idioma de los trabajadores a quienes va dirigido o sean comprendidas por ellos.
- ⦿ Garantizar que el aire suministrado (línea de aire) o autocontenido (aire comprimido) sea aire respirable y que cumpla con los requerimientos de normas nacionales o internacionales vigentes.
- ⦿ Garantizar la evaluación atmosférica antes del ingreso y durante el desarrollo del trabajo en los espacios confinados. Las pruebas atmosféricas deben ser realizadas por una persona capacitada en el manejo del equipo respectivo.
- ⦿ Evaluar los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas, teniendo en cuenta, al menos:



- a) La probabilidad de formación y la duración de atmósferas explosivas, incluido el material particulado.
 - b) Las probabilidades de la presencia y activación de focos de ignición, incluidas las descargas electrostáticas.
 - c) Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
 - d) Las proporciones de los efectos previsible.
- ⊙ Identificar todos los espacios confinados con señalización permanente o temporal de acuerdo con la resolución.
 - ⊙ Garantizar la ventilación, natural o forzada, necesaria para la ejecución segura de los trabajos en espacios confinados.
 - ⊙ Disponer de un supervisor de trabajo en espacios confinados y de un vigía de seguridad para trabajos en espacios confinados, lo cual no significa la creación de nuevos cargos.
 - ⊙ Incluir en su Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) el Programa de Gestión para el Trabajo en Espacios Confinados.

Obligaciones de los trabajadores

- ⊙ Todos los procedimientos de salud y seguridad en el trabajo establecidos por el empleador y/o contratante.
- ⊙ Monitorear el espacio de trabajo e identificar los posibles riesgos. Informar de lo observado al empleador y/o contratante antes de iniciar la labor.
- ⊙ Utilizar las medidas de prevención y protección, acorde con la clasificación del o de los espacios confinados definida por el empleador y/o contratante.
- ⊙ Informar al empleador y/o contratante sobre cualquier condición de salud que le pueda generar restricciones, antes de realizar cualquier tipo de trabajo en espacios confinados.
- ⊙ Asistir a las capacitaciones programadas por el empleador y/o contratante y aprobar satisfactoriamente las evaluaciones, así como asistir a los reentrenamientos.
- ⊙ Reportar al supervisor de trabajo en espacios confinados el deterioro o daño, alistamiento y verificación de funcionamiento de los sistemas individuales o colectivos de prevención y protección en espacios confinados
- ⊙ Informar los riesgos de la configuración del espacio confinado.
- ⊙ Participar en la elaboración y el diligenciamiento del permiso de trabajo en espacios confinados, así como acatar las disposiciones de este.
- ⊙ Conocer los peligros y controles que se han definido para realizar el trabajo en espacios confinados, así como las acciones requeridas en caso de emergencia.
- ⊙ Verificar los resultados del monitoreo inicial y durante el desarrollo de la actividad, con relación a las condiciones atmosféricas del espacio confinado y su registro, además de asegurar el ingreso.

8.4 Cuáles roles definir

La cantidad de roles a definir dependerá del tamaño, jerarquización y cultura de la empresa, sin embargo, es esencial poder definir unos roles mínimos. Es importante aclarar que una persona puede cubrir simultáneamente más de un rol o responsabilidad, pero algunas organizaciones con mayor capacidad de gestión y control pueden asignar un mayor número de personas para atender de manera independiente cada uno de los roles.

A continuación, se listan los roles mínimos que se deben considerar en la implementación de un programa de gestión para espacios confinados y los trabajos en los mismos.

Figura 34. Roles mínimos en la implementación de un programa de gestión para espacios confinados



Un rol clave en el proceso es el del formador en el proceso de capacitación. Esta persona juega un papel importante en la medida en que la eficiencia de su gestión puede ayudar a mitigar los peligros.

Algunas regulaciones regionales exigen formación en espacios confinados y algunas van más allá definiendo organismos con la capacidad de impartir la capacitación, como es el caso de Colombia, cumpliendo con los requerimientos frente a los contenidos mínimos requeridos y el perfil de los instructores. Regulaciones regionales, en algunos casos, exigen que la formación en temas de seguridad y salud en el trabajo debe ser impartida por profesionales en el área. En algunos países de Latinoamérica también han encontrado una respuesta en los cuerpos de bomberos que, por su perfil de atención de emergencias, cuentan con amplia experiencia en materia de espacios confinados, aunque es más enfocada a las emergencias.

Algunos países cuentan también con carreras profesionales en materia de seguridad y salud en el trabajo, donde claramente se contemplan de manera superficial aspectos acerca de la seguridad en espacios confinados, sin embargo, difícilmente se entregan competencias específicas permitiendo una adecuada gestión del riesgo en esta materia.

En consecuencia, es de vital importancia que este rol y la definición de sus competencias dentro del proceso sean tenidos en cuenta, independientemente de que sea un rol que podría ser externo a la organización.

La pregunta que surge entonces es: ¿quién(es) es(son) la(s) persona(s) más idónea(s) para impartir capacitación a mis trabajadores sobre la seguridad en espacios confinados?

Naturalmente, aparte de cumplir los requisitos legales en la materia, es importante un formador que tenga amplia experiencia en trabajos en espacios confinados, que sea capaz de entender el trabajo realizado por los trabajadores entrantes, pero que también sea capaz de entender el papel de vigías, supervisores y encargados de la administración de los programas.

También es muy importante que este formador conozca el proceso industrial en el que se llevan a cabo los ingresos a espacios confinados. Los peligros dentro de los espacios confinados son muchos y de diferente índole, lo que puede ser altamente riesgoso en un sector, puede ser insignificante en otro, por lo que el conocimiento y la experiencia en el sector es muy importante.

En el capítulo de capacitación se refuerza este tema.

Para el caso colombiano, la resolución 491 de 2020 definió la existencia de un entrenador para trabajo en espacios confinados y un formador de entrenadores para trabajo en espacios confinados. El proceso de acreditación de competencias aún debe mejorarse, pero la legislación ya estableció estos roles y los responsables de su formación.

El perfil definido en la resolución para los entrenadores de espacios confinados se describe a continuación:

Requisitos académicos:

- a) Profesional en seguridad y salud en el trabajo o profesional con posgrado en seguridad y salud en el trabajo, o alguna de sus áreas afines.
- b) Licencia vigente en seguridad y salud en el trabajo.
- c) Certificado de formación en primeros auxilios, expedido por entidad de formación reconocida por la autoridad competente con una intensidad mínima de 40 horas de formación.
- d) Certificado en rescate industrial en espacios confinados.
- e) Certificado de formación o competencia laboral en pedagogía de mínimo 40 horas.

Experiencia requerida:

- a) Certificación de experiencia comprobada de tres años como entrenador de trabajo en alturas, en oferentes de formación autorizados.
- b) Experiencia certificada mínimo de un año relacionada con trabajo en espacios confinados.
- c) Un año en actividades relacionadas con seguridad y salud en el trabajo (diseño o ejecución del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo).

8.5. El papel del supervisor de tareas / Supervisor para trabajo en espacios confinados

Todos los roles y responsabilidades en el proceso de asignación de las tareas en espacios confinados son importantes, pero quizás uno de los papeles que cobra mayor relevancia en la operación es el del supervisor.

Es el supervisor quien debe tener una visión amplia de la tarea, conocer ampliamente los procesos y tareas que deben ser llevados a cabo dentro del espacio confinado, así como los peligros dentro y fuera que puedan afectar la seguridad.

De igual manera, es el responsable final de autorizar el ingreso al espacio confinado. Por esta razón, su experiencia y conocimiento deben ser fundamentales en el momento de elegir y designar este rol dentro de la organización. Esta persona también tiene la responsabilidad de decidir si suspende o cancela, los permisos de trabajo o de ingreso cuando las

7. Los términos suspensión y cancelación son habituales dentro de los sistemas de permisos de trabajo de algunas compañías. Algunas regulaciones locales como la colombiana establecen solo la cancelación.



condiciones representen un riesgo, o en caso de que se exceda el alcance del permiso de ingreso o de trabajo, o cuando condiciones externas puedan afectar los trabajos dentro del espacio confinado.

Dependiendo de la organización, incluso dependiendo de la legislación local, esta persona podrá ser el responsable de firmar los permisos de ingreso o de trabajo en espacios confinados y asumirá la posición de garante frente a la seguridad durante el desarrollo de los trabajos. En consecuencia, cuando sea necesario, también participará de la validación de las inspecciones preoperacionales de equipos y de asegurar que las fuentes de energía hayan sido debidamente controladas a través de un sistema de bloqueo y etiquetado.

Más que las funciones, la definición de un perfil de este cargo es vital para garantizar la seguridad en el proceso.

Se debe esperar que la persona asignada a este rol cumpla con estos requisitos:

- Una persona con amplia experiencia en los procesos operativos que se llevan a cabo dentro del espacio confinado.
- Una persona con amplia experiencia en trabajos en espacios confinados.
- Una persona con conocimiento de los riesgos y las medidas de control dentro del espacio confinado.
- Su rol, además, cumplirá las funciones definidas en el programa de gestión para espacios confinados.
- En el desarrollo de las tareas será el responsable de validar que los trabajadores conocen los peligros, la valoración de los riesgos y el plan de emergencias.

Dependiendo de las características de los espacios confinados y de las organizaciones, algunos supervisores requerirán para el cumplimiento de sus funciones realizar el ingreso a los espacios confinados. En estos casos es importante que el supervisor cuente con las herramientas técnicas, de formación, perfil y competencia requeridos para poder realizar un ingreso acorde a la legislación de cada país.

8.6 Roles y responsabilidades del entrante / Trabajador entrante

Los roles y responsabilidades del entrante deben ser definidos por la organización de acuerdo con sus parámetros, reglas y protocolos particulares, así como las contempladas en normas que la legislación local defina.

Algunos que se consideran relevantes al momento de construir el programa son:

- Estar informado de los peligros presentes en el espacio confinado y las medidas de control adoptadas.
- Estar informado de las mediciones realizadas y que las mismas están acorde a los parámetros de ingreso aceptados y definidos en el permiso de ingreso / trabajo.
- Conocer signos y síntomas sobre su cuerpo de la afectación de las atmósferas.
- Cuando tiene mediciones a su cargo, conocer el equipo de monitoreo de atmósferas y las alarmas que emite.
- Ingresar con previa autorización y firma de aprobación del permiso de ingreso/trabajo.
- Cumplir todas las indicaciones y controles indicados por el supervisor y el permiso de ingreso/trabajo.
- Comunicar al vigía si reconoce algún peligro o cualquier síntoma de exposición.
- Evacuar inmediatamente el espacio confinado si existe orden de evacuación o cuando se reconozca una condición de riesgo no prevista ni controlada.
- Evacuar inmediatamente el espacio confinado si identifica una alarma en un equipo de monitoreo de atmósferas.
- Seguir los procedimientos de trabajo.
- Participar en la elaboración de análisis de riesgos y permisos de ingreso/trabajo.
- Conocer el plan de emergencias y aportar al mismo en la medida que se le hayan asignado roles o responsabilidades.

Dentro de la legislación colombiana (resolución 491 de 2020) se definieron las siguientes obligaciones:

1. Cumplir todos los procedimientos de seguridad y salud en el trabajo establecidos por el empleador y/o contratante.
2. Monitorear el espacio de trabajo e identificar los posibles riesgos. Informar de lo observado al empleador y/o contratante antes de iniciar la labor.
3. Utilizar las medidas de prevención y protección, acorde con la clasificación del o de los espacios confinados que sea definida por el empleador y/o contratante.
4. Informar al empleador y/o contratante sobre cualquier condición de salud que le pueda generar restricciones, antes de realizar cualquier tipo de trabajo en espacios confinados.
5. Asistir a las capacitaciones programadas por el empleador y/o contratante y aprobar satisfactoriamente las evaluaciones, así como asistir a los reentrenamientos.
6. Reportar al supervisor de trabajo en espacios confinados el deterioro o daño, alistamiento y verificación de funcionamiento de los sistemas individuales o colectivos de prevención y protección en espacios confinados.
7. Informar los riesgos de la configuración del espacio confinado.
8. Participar en la elaboración y el diligenciamiento del permiso de trabajo en espacios confinados, así como acatar las disposiciones de este.
9. Conocer los peligros y controles que se han definido para realizar el trabajo en espacios confinados, así como las acciones requeridas en caso de emergencia.
10. Verificar los resultados del monitoreo inicial y durante el desarrollo de la actividad, con relación a las condiciones atmosféricas del espacio confinado y su registro, además de asegurar el ingreso.





8.7 Roles y responsabilidades del VIGÍA

Se encuentran descritas en el numeral 9.1.1, al considerarse que un vigía es una medida de protección.

8.8 Roles y responsabilidades del evaluador de atmósfera

Es importante resaltar en este punto que el evaluador de la atmósfera es un rol o una responsabilidad, más que un cargo. En algunas ocasiones, la evaluación está a cargo del vigía o del supervisor, incluso, podría estar a cargo de un entrante, sin embargo, es clave diferenciar que las responsabilidades como evaluador son totalmente diferentes e independientes de cualquier otro rol desempeñado.

- Organizaciones con estructuras orgánicas muy grandes asignan estas responsabilidades a una persona específica con formación específica.
- El principal objetivo que tiene este rol es garantizar que la medición preingreso garantiza que las condiciones presentes son seguras para el ingreso, se encuentran en parámetros aceptables y son coherentes con la evaluación de riesgo realizada.
- Siempre que se suspenda una actividad y el personal abandone completamente el espacio confinado debe realizarse una nueva evaluación de la atmósfera, garantizando que sea segura.
- Esta persona no solo debe conocer el equipo de monitoreo, sino que debe estar en la capacidad de interpretar cada dato que el equipo de monitoreo le transmite y es el responsable de garantizar que el equipo de medición es apto y cuenta con su calibración (ajuste) vigente.
- Por lo anterior, los elementos de capacitación y entrenamiento de la persona responsable del monitoreo preingreso deben ser enfocadas al conocimiento de los riesgos atmosféricos presentes en los espacios confinados, signos y síntomas de alarma, y todos los detalles de manejo y mantenimiento del equipo de monitoreo.

9 Controles de tipo preventivo

9.1 Controles administrativos

9.1.1. Consideraciones para el administrador de riesgos al crear herramientas de control administrativo

El desarrollo de herramientas para el control administrativo representa uno de los principales retos que debe afrontar el administrador del programa.

Conjugar planeación, organización y ejecución con la función de control, aplicándolas a toda la cadena de gestión, es el factor clave que permite asegurar la eficacia del programa y de las mismas tareas. De igual forma, contar con herramientas apropiadas para un efectivo control, le permiten al administrador apropiarse del estado de una situación y llevar a cabo la correspondiente gestión sobre los puntos que requieren intervención.

La elaboración de formatos de documentos e involucrar su diligenciamiento en los procesos (por ejemplo, el formato de los permisos de ingreso/trabajo) son herramientas que redundan en la eficiencia de la gestión de riesgos. A simple vista, es un trabajo sencillo y, en ocasiones, algunas normas ya contemplan estos formatos prediseñados, por lo que no habría que dedicar mucho tiempo a pensar en él.

No obstante lo anterior y a pesar de la simpleza aparente, la eficacia de todos los documentos alrededor del proceso depende de su calidad, pertinencia y aplicabilidad.

Muchas personas que se han visto en roles operativos se han enfrentado a formatos con muchos anexos en donde en cada uno se pregunta lo mismo que en el anterior, haciendo redundante la información y generando cargas administrativas excesivas e innecesarias. Estos documentos por sí mismos son herramientas que, en caso de un accidente, se convierten en pruebas (incluso pruebas judiciales) que permiten evidenciar la correcta planeación, pertinencia y calidad de los controles, la adecuada divulgación de riesgos, la preparación ante las emergencias, entre otros muchos aspectos. La aplicabilidad y funcionalidad debe ser evaluada regularmente por el administrador del programa, verificando su pertinencia y el cumplimiento riguroso de su correcta implementación.



Por lo anterior, para el desarrollo de las herramientas de control administrativo por parte del personal responsable se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Figura 35. Consideraciones al crear documentos del sistema

Simples	Los documentos deben considerar únicamente la información mínima necesaria, buscando cumplir el objetivo y garantizar que son diligenciados completamente.
Pertinentes	Los documentos deben estar ajustados a las necesidades de las empresas, coherentes con la actividad económica, asociados a los riesgos reales en los espacios confinados de la empresa y ajustados a su cultura.
Carga probatoria	Los documentos deben contener la información necesaria para servir de blindaje legal a la compañía para demostrar la adecuada gestión. Esto puede incluir, sin limitarse: documentos de identificación de los entrantes, cláusulas de divulgación de riesgos, cláusulas de compromiso de atender llamados, alarmas, usar EPP y sistemas de protección.
Proceso	Debe responder a un proceso lógico (ciclo PHVA).
Auditable	El proceso debe ser auditable, por lo cual, los criterios de cumplimiento deben ser claramente conocidos por las partes.
Roles y responsabilidades	Con roles y responsabilidades claramente definidas.

El uso de listas de chequeo es habitual, en especial, cuando se refiere a inspecciones de equipos, áreas y otros aspectos similares. Las listas de chequeo ayudan mucho a los procesos de evaluación, pues los hacen fáciles y eficientes.

La lista de chequeo es un tipo de ayuda de trabajo informativo. Dependiendo de la región o la empresa, también, se le conoce como hoja de verificación de listas de control, checklist (por su nombre en inglés), entre otros. La lista de chequeo, a modo de herramienta metodológica, está conformada por aspectos, componentes, criterios, factores, propiedades, dimensiones o comportamientos, que se deben tener en cuenta en el momento de realizar una tarea, así como controlar y evaluar detalladamente en el desarrollo de una actividad.

Dichos elementos se organizan de manera ordenada y coherente, permitiendo que se evalúe de manera efectiva la presencia o ausencia de los elementos individuales enumerados por porcentaje de cumplimiento u ocurrencia. En resumen, es un listado de preguntas en forma de cuestionario que sirve para verificar el grado de cumplimiento de determinadas reglas o actividades que permitirán realizar el aseguramiento de un espacio. Proporciona una metodología que permite una rápida verificación de los ítems planteados según el tipo de asunto a controlar. Contribuyen a normalizar o estandarizar líneas de acción sistemáticas, detallando cada uno de los puntos de actividad o proceso (Cardona, 2019).

Los pasos para seguir que permitirán construir una lista de chequeo son:

- Asignar un responsable de la verificación.
- Hacer la lista de ítems a revisar.
- Asignar atributos (lo cualitativo) y/o variables (lo cuantitativo) que se deben verificar.

Tenga en cuenta algunas recomendaciones que le permitirán facilitar su gestión:

Establezca un criterio de tal forma que la lista de chequeo pueda ser aprobada (ejemplo, establezca que, si algún ítem no cumple, no puede ser aprobada la lista de chequeo).

Si realiza preguntas, busque que todas sean respondidas homogéneamente (todos sí o no, o cumple o no cumple). Las listas de chequeo que puedan ser contestadas en algunos casos con un "SÍ" y en otros ítem con un "NO" suelen confundir al usuario e, incluso, al encargado de la aprobación, y al final se pueden aprobar situaciones que deberían haber sido rechazadas.

Si algún ítem puede ser contemplado como innecesario, en algunos casos, se permite una casilla que indique que no aplica.

El recurso gráfico también se constituye en una opción a la hora de elaborar una lista de chequeo y de ilustrar la presencia o ausencia de comportamientos adecuados frente a una situación.





9.1.2 Consideraciones del supervisor al usar herramientas de control administrativo

Si bien el supervisor no es el encargado de diligenciar los documentos necesarios para la adecuada gestión de la seguridad en espacios confinados, sí es el responsable de garantizar que todas las medidas adoptadas sean pertinentes y adecuadas.

También es importante que el supervisor pueda garantizar que todas las herramientas usadas a lo largo del proceso sean correctamente diligenciadas, pero, también, verificar que las listas diligenciadas sean coherentes con los equipos y herramientas utilizadas.

El supervisor debe contar con todas las herramientas administrativas que estén a su alcance para el control del riesgo y que le permitan garantizar la seguridad dentro y fuera del espacio confinado.

Algunas de las herramientas más útiles que facilitarán que el supervisor pueda cumplir con su objetivo, son:

- Clasificación del espacio confinado.
- Información del espacio confinado.
- Plan o programa de control de energías peligrosas, bloqueo y etiquetado de fuentes de energías peligrosas y fluidos.
- Análisis de riesgos ("ATS", "What If", etc.).
- Listas de inspección de equipos.
- Documentos para registro de mediciones atmosféricas.
- Permiso de trabajo/ingreso.

9.1.3 Permisos de trabajo / permiso de entrada

Una de las medidas de seguridad con un perfil de control administrativo es el establecimiento de un permiso escrito de entrada. En ocasiones, para algunas compañías, el concepto de este permiso abarca una funcionalidad más amplia, ya que es común el uso de un permiso de trabajo, como también lo ha establecido la legislación colombiana.

El permiso de entrada para el acceso a estos lugares de trabajo tiene como objetivo evitar que accedan personas no autorizadas y que este ingreso solo se dé cuando se hayan verificado las condiciones de acceso al espacio confinado, la pertinencia de los controles y su adecuado funcionamiento.

Es importante anotar que el permiso de entrada o permiso de trabajo es un requisito legalmente establecido en las normatividades de algunos países y, en otros, el permiso de trabajo/entrada es exigible dependiendo de la clasificación del espacio confinado al que se esté ingresando.



En consecuencia, vale la pena establecer la diferencia entre un permiso de trabajo y un permiso de entrada:

Tabla 14. Diferencia entre un permiso de trabajo y un permiso de entrada

PERMISOS DE TRABAJO /ENTRADA	
Aspectos comunes	Diferencias
Son formatos establecidos por el empleador o patrono.	La mayoría de las normativas en materia de espacios confinados hace referencia a un permiso de entrada, pues no busca establecer parámetros y condiciones de seguridad para los trabajos a realizar, sino, por el contrario, establecer parámetros y condiciones de seguridad para ingresar y permanecer dentro de un espacio confinado y los riesgos que esto implica, aun cuando dentro del mismo no se desarrolle ninguna actividad laboral.
Suelen ser impresos, dado que llevan las firmas de los participantes (entrantes, vigía, supervisor, emisores, autoridades de área, entre otros), aunque existen organizaciones que han establecido mecanismos digitales para realizar estas validaciones.	El permiso de trabajo es una estrategia más amplia de abordamiento del riesgo, pues busca establecer parámetros y condiciones de seguridad frente al “trabajo” a realizar, donde el espacio confinado y los peligros derivados de este son conexos y adicionales a la tarea.
Pueden contener información relevante del espacio confinado.	También es común encontrar organizaciones con sistemas de permisos de trabajo con estructuras más robustas y exigentes, de los cuales se derivan muchos anexos (comúnmente llamados certificados), donde los riesgos prioritarios o aspectos relevantes en función al permiso de trabajo se vuelven complementarios al mismo.
	Cualquiera que sea la estrategia definida por la organización, es importante que un permiso de trabajo o permiso de entrada (o sus anexos) registren y dejen evidencia, como mínimo, de la siguiente información.

El contenido mínimo de un permiso de trabajo estará determinado por algún tipo de requisito legal en el país donde quiera implementar este control.

En el siguiente vínculo podrá encontrar un ejemplo:

<https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.146AppD>

A continuación, se mencionan algunos aspectos importantes a considerar en su permiso de entrada/trabajo:

- Fecha de emisión, hora de aprobación, hora de ingreso y hora de terminación.
- Duración del trabajo.
- Vigencia del permiso de entrada o de trabajo.
- Clasificación del espacio confinado.
- Descripción del trabajo o actividad a realizar.
- Nombres, identificación (número de documento de identidad o código interno de la compañía) y firmas (o mecanismo de validación) de los entrantes.
- Nombre, identificación (número de documento de identidad o código interno de la compañía) y firma (o mecanismo de validación) del designado como vigía.
- Nombre, identificación (número de documento de identidad o código interno de la compañía) y firma (o mecanismo de validación) de quien autoriza el ingreso o supervisor.
- Registro de mediciones atmosféricas dentro del espacio confinado preingreso y con la periodicidad definida en el análisis de peligros y riesgos.
- Verificación de análisis de riesgos pretarea (descrito en la resolución 491 de 2020 para Colombia)
- Registro de inspección y adecuado funcionamiento de equipos y elementos de protección personal.
- Procedimientos de comunicación.
- Herramientas y equipos para utilizar y su pertinencia con los riesgos.

Según la legislación de cada país, se podrán considerar otros requisitos que son importantes dentro de las consideraciones del alcance de un permiso de trabajo, tales como:

- Validación de condiciones de salud.
- Evaluación previa de condiciones de salud (antes del ingreso) (autorreporte de condiciones de salud como está descrito en la resolución 491 de 2020 para Colombia).
- Verificación de procedimientos (descrito en la resolución 491 de 2020 para Colombia).
- Verificación de cumplimientos de competencias o formación (descrito en la resolución 491 de 2020 para Colombia).



- Procedimientos y responsables de atención de emergencias y rescate en espacios confinados (descrito en la resolución 491 de 2020 para Colombia).

El permiso de trabajo no es solo un formalismo y es importante que las organizaciones entiendan que tener herramientas estandarizadas para la gestión agrega valor a la administración de los riesgos. Un permiso asegura que se ha realizado una planeación y un análisis de los peligros y los riesgos del ingreso y/o el trabajo en el espacio confinado. La estandarización de este permiso y su correcta aplicación se constituyen en un proceso adecuado que permite establecer controles, asegurar el cumplimiento de todos los pasos y tener en cuenta los elementos necesarios para garantizar un sistema seguro de trabajo, antes de la entrada de los trabajadores a realizar las operaciones encomendadas en el espacio confinado. También se establece un medio de comunicación entre la dirección del sitio, los supervisores y el personal encargado de los trabajos peligrosos.

En ámbitos altamente regulados, el permiso también se formaliza como una herramienta que permite demostrar la adecuada gestión de los riesgos en procesos de auditoría o investigación de accidentes, y en ámbitos legales donde puede llegar a constituir una prueba o evidencia.

9.1.4 Procedimientos de trabajo

En los trabajos en espacios confinados, por el alto potencial de riesgo y la gravedad de las consecuencias que suelen producirse, se considera necesario establecer procedimientos que detallen paso a paso las tareas a realizar, las fases del proceso establecido y los puntos clave de seguridad. Además, se deben detallar la(s) persona(s) sobre las cuales recae la responsabilidad en cada una de estas fases del trabajo y quién o quiénes son responsables de suministrar, instalar y velar por el funcionamiento de las medidas de control determinadas, orientadas a mitigar los peligros que se pudieran presentar. También es fundamental determinar cuáles son los registros que se deban procesar, garantizando que se cumplan estas medidas y el cumplimiento de requisitos legales.

Una vez establecidos los procedimientos, estos deben seguirse, abarcando la realización correcta de la totalidad de las tareas, tanto en el interior como en el exterior de los espacios. Por ello, es esencial garantizar que las personas implicadas estén calificadas y capacitadas previamente en el desempeño de la labor, así como también los recursos y elementos necesarios.

Se debe estar atento a la regulación nacional acerca de las normas y disposiciones vigentes, en referencia a la construcción de los procedimientos de trabajo en espacios confinados, cuando estas existan. Algunas de ellas pueden incluir directrices acerca de su contenido o guías para su adecuada construcción. De igual manera, cuando su compañía tenga sistemas de gestión (ISO, OHSAS, RUC, entre otros) pueden considerar aspectos específicos que se contemplen en estos procedimientos.

En Osalan, de España, se sugiere un modelo de procedimiento de trabajo escrito y se ofrecen herramientas que permiten la realización de este tipo de trabajo. En el siguiente vínculo puede consultar acerca de ellos de manera más detallada:

http://www.Osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene_200315/es_200315/adjuntos/higiene_200315.pdf

La mayoría de los accidentes en espacios confinados se habrían podido evitar, si se hubieran seguido procedimientos de trabajo específicamente diseñados para controlar los riesgos existentes en su interior o si se hubieran atendido los requerimientos legales. Se ha evidenciado que en algunos de estos casos ni siquiera se contempló una evaluación de los riesgos de la intervención y, por lo tanto, no se planificaron las correspondientes medidas de prevención y control de riesgos.

En consecuencia, tanto por razones legales como técnicas, en las intervenciones en los espacios confinados resulta imprescindible disponer previamente de procedimientos de trabajo que especifiquen claramente las condiciones en las que deben realizarse las operaciones, orientadas a evitar o disminuir los posibles riesgos existentes, o para que puedan ser controlados adecuadamente (Osalan, 2003).

La observación, análisis y reconocimiento previos de posibles peligros es una práctica preventiva que proporcionará resultados satisfactorios, siempre que se aplique de forma sistemática a todos y cada uno de los espacios confinados. De esta forma, se evita caer en el error de eludir los peligros que, en principio, aparentan seguridad, por su simplicidad o por la ausencia de incidentes en intervenciones anteriores, ya que una de las características básicas de los accidentes en este tipo de lugares es precisamente la sorpresa general del personal implicado (Osalan, 2003).

La elaboración de procedimientos de trabajo para las intervenciones en espacios confinados demanda unas exigencias muy diferentes de las que habitualmente corresponden a los destinados en las operaciones realizadas en lugares de trabajo convencionales, especialmente, en lo relativo al control de las exposiciones a atmósferas peligrosas y al auxilio de los posibles accidentados.

En estos espacios confinados, la atmósfera puede degradarse fácilmente debido a causas que, en ambientes normales, carecen de trascendencia, por lo que la situación de peligro resulta poco intuitiva. Por ello, resulta imprescindible elaborar procedimientos de trabajo individualizados para cada clase de espacio confinado y para cada tipo de trabajo a realizar en él. La generalización o la aplicación de procedimientos de otros espacios confinados podría conducir a situaciones de exposición al peligro por encima de lo deseado o lo aceptado por la organización.

Solamente la experiencia contrastada permitirá que se pueda realizar la aplicación de estos procedimientos en intervenciones de espacios confinados similares, introduciendo, si es preciso, las modificaciones oportunas.



A continuación, se propone un método de elaboración de procedimientos de trabajo, intervenciones basadas en las siguientes cinco etapas:

Figura 36. Método de elaboración de procedimientos de trabajo



La resolución colombiana 491 de 2020 valoró la importancia de los procedimientos, elevándolos al nivel de importancia del programa de gestión de trabajos en espacios confinados y haciéndolos parte integral de la gestión del riesgo.

La legislación colombiana definió la necesidad de contar, mínimo, con los siguientes procedimientos:

- Procedimientos de evacuación, rescate básico y evacuación de víctimas, así como de primeros auxilios.
- Procedimiento de detección de gases.
- Procedimientos de gestión de detectores de gases.
- Procedimientos relacionados con las adecuaciones / intervención / actividad a realizar (procedimientos de trabajo).
- Procedimientos de bloqueo y etiquetado (cuando aplique).
- Procedimientos de comunicación.

Los procedimientos deben ser revisados y ajustados cuando:

- Cambien las condiciones de trabajo;
- ocurra algún incidente o accidente; o
- los indicadores de gestión así lo definan.

9.1.5 Análisis de peligros preentrada

Como se planteó en capítulos anteriores, es importante realizar análisis de peligros y verificación, así como determinar controles antes de cada intervención (APA, como fue definido en la legislación colombiana, resolución 491 de 2020). Esa cultura permitirá que los procedimientos y análisis previos sean aplicables a la realidad y condiciones inmediatas del espacio confinado.

Metodologías como “ATS”, “What If”, “3 qué”, entre otras, funcionan muy bien frente al cumplimiento estos objetivos.

9.1.6 Otros procedimientos

Dadas las condiciones especiales de los espacios confinados, es importante lograr una adecuada gestión de la seguridad, así como una oportuna supervisión. Por esto, se recomienda contar con procedimientos específicos que permitan cumplir con las siguientes tareas:

- Autorización de ingreso y egreso.
- Procedimiento de apertura.

Cuando la compañía contemple en su operación procesos donde se vean involucradas energías peligrosas u otra tarea de alto riesgo, es importante tener procedimientos que controlen estos peligros.

9.1.6.1 Apertura controlada

Existe una creencia ampliamente extendida que señala que los peligros de un espacio confinado acechan en su interior



y que mientras el trabajador no realice la entrada, no corre ningún peligro. Sin embargo, la realidad nos dice que no pocos operarios sufren incidentes sin haber llegado a entrar. Por esta razón, la apertura del sitio habrá de ser totalmente controlada por los operarios que la realizan, conscientes de los peligros que pueden suponer y tomando las medidas adecuadas. Los peligros que acechan en la boca de entrada pueden ser, entre otros, la inhalación de gases tóxicos, la caída al interior (provocada por una pérdida del equilibrio o por un mareo debido a los gases presentes), las picaduras o mordeduras de animales dentro del espacio confinado, la inhalación de atmósferas con virus y bacterias, y los sobreesfuerzos debidos al levantamiento de las tapas.

Dentro de la planeación se debe considerar que, antes de la apertura completa de la entrada al espacio confinado, se realice previamente una semi apertura de unos pocos centímetros (más aún cuando el espacio confinado no se conoce o lleva mucho tiempo sin ser intervenido). Por este espacio se podrá ir introduciendo la sonda de muestreo en el interior para comprobar la ausencia de tóxicos, lo cual permitirá posteriormente realizar la apertura completa con total seguridad.

En caso de que la lectura que presenta el equipo de medición indique la presencia de gases o vapores en cantidades peligrosas en el interior del espacio confinado, se puede realizar la apertura completa, previa evacuación de las áreas conexas y, en caso de que la evaluación de peligros lo indique, se debe establecer el control con la protección respiratoria adecuada. En ese momento, se aplicarán los controles previstos en la planeación, referentes a la ventilación del sitio, garantizando de esa manera que se den las condiciones idóneas para establecer nuevamente el procedimiento de entrada.

El procedimiento de apertura controlada debe contemplar que cuando exista una posible caída de diferente nivel a través de la entrada al espacio confinado, se deben aplicar técnicas de prevención y/o protección contra caídas, instalando barandas, sistemas de acceso y anclajes, y la señalización que indique la obligatoriedad del uso de estos sistemas.

Una vez realizada la apertura del espacio confinado, se continuará con los pasos o procedimientos definidos para la entrada. Durante todo este tiempo, el espacio confinado debe permanecer señalizado y con los protocolos de bloqueo y etiquetado, si estos protocolos se establecieron como parte de los controles.

9.2 Entrenamiento

Algunos países regulan también los niveles de formación de acuerdo con los roles desempeñados en cada tarea. En Estados Unidos existe capacitación específica para los roles de entrantes, vigías, supervisores, entre otros. En Colombia, por su parte, existe la capacitación para trabajador entrante, vigía, supervisor, administrador del programa y entrenador. Este proceso está apenas en implementación y, hasta hoy, las organizaciones han optado por capacitaciones genéricas orientadas a prevenir accidentes en los trabajadores que realizan esta actividad.

El entrenamiento es un factor clave y determinante para el desempeño satisfactorio de los trabajadores en espacios confinados y requiere que los empleadores consideren algunos factores determinantes que les permitan realizar una buena selección de entrenadores y proveedores de capacitación:

Figura 37. Aspectos a contemplar como empleador para realizar una buena selección de entrenadores y proveedores de capacitación

✓	Cuando la formación incluya aspectos de entrenamiento práctico, este debe desarrollarse con equipos iguales o similares a los usados en su compañía.
✓	La formación debe ser direccionada por personas con experiencia y conocimiento técnico, pero con habilidades en docencia y andragogía.
✓	En lo posible, realice prácticas en entornos controlados o áreas que simulen el espacio confinado de su actividad económica.
✓	Es muy importante que el instructor tenga demostrada experiencia en trabajos en espacios confinados y en el trabajo específico acorde con la actividad económica.
✓	La formación debe ser pertinente y enfocada a la actividad económica desarrollada.

9.2.1. Requisitos de capacitación por roles

Algunas normas relacionan la información y contenido de la formación según los roles definidos por la organización, sin embargo, vale la pena resaltar errores típicos en la formación de espacios confinados como los que se mencionan a continuación:



Figura 38. Errores típicos en formación en espacios confinados



9.2.1.1 Capacitación de entrantes: requisitos generales según diferentes referencias

El entrante o trabajador entrante es la persona directamente expuesta a los peligros de la tarea que realizará en el espacio confinado y a las situaciones derivadas de los mismos, por lo cual, su entrenamiento es muy importante. En algo que son consistentes todas las normas acerca de espacios confinados es que el entrante debe estar entrenado antes de realizar un ingreso. A continuación, se describen los requisitos de entrenamiento para entrantes que la empresa debe asegurarse de que hagan parte del contenido propuesto por un oferente de entrenamiento en espacios confinados y que, en algunos casos, hacen parte de los requisitos establecidos en OSHA 1910.146-2015 (g), NOM-033-STPS-2015, IRAM 3625-2003, SRT 953/2010 y resolución 491 de 2020 de Colombia.

- ⦿ Entrenamiento para que el trabajador entrante conozca todos los riesgos que enfrentará al ingresar, con énfasis en la prevención de riesgos, según el tipo de espacio confinado y las tareas asignadas.
- ⦿ Entrenamiento para la identificación de los espacios confinados y su identificación.
- ⦿ Entrenamiento sobre la forma, señales o síntomas, y consecuencias de la exposición a los riesgos dentro del espacio confinado, en especial, los asociados a atmósferas peligrosas y los químicos presentes o los materiales involucrados en las tareas a realizar.
- ⦿ Entrenamiento para utilizar en forma apropiada los equipos asignados.
- ⦿ Entrenamiento para utilizar los elementos de protección asignados.
- ⦿ Entrenamiento para inspeccionar las medidas de control definidas para controlar los riesgos e intervenir cuando estas no sean adecuadas o sean insuficientes.
- ⦿ Entrenamiento en uso y operación de equipos de comunicación.
- ⦿ Entrenamiento en técnicas de comunicación en espacios confinados.
- ⦿ Entrenamiento acerca de la operación de equipos de medición (cuando aplique).
- ⦿ Entrenamiento acerca de los procedimientos en caso de alarmas.
- ⦿ Entrenamiento en evacuación.
- ⦿ Entrenamiento en primeros auxilios básicos y resucitación cardiopulmonar.

Para el caso colombiano, es un prerrequisito que tenga formación certificada en trabajo seguro en alturas. El contenido de formación se describe a continuación:

- ⦿ Normativa trabajo en espacios confinados: requisitos, alcance, responsabilidades, aspectos técnicos.
- ⦿ Responsabilidad laboral, civil, penal y administrativa.
- ⦿ Peligros: definición, identificación, clasificación y reporte.
- ⦿ Riesgo: definición, identificación, reporte y técnicas de control.
- ⦿ Medidas de prevención: concepto, clasificación, tipos de medidas, técnicas de aplicación.
- ⦿ Medidas de protección: definición, clasificación, técnicas de aplicación.
- ⦿ Permiso de trabajo: definición, contenido, diligenciamiento y criterios de autorización.
- ⦿ Equipos y materiales utilizados para protección en espacios confinados: procedimientos para selección, manipulación y almacenamiento.
- ⦿ Sistemas de acceso: definición y técnicas de uso.
- ⦿ Mediciones atmosféricas: reconocimiento de equipos y técnicas de medición.



- Ventilación: reconocimiento de equipos y técnicas de ventilación.
- Procedimiento de comunicación en el espacio confinado.
- Plan de rescate y fundamentos de primeros auxilios: definición, procedimientos operativos, activación y recursos.

9.2.1.2 Capacitación vigías

El vigía, por su responsabilidad, debe contar también con capacitación que le permita cumplir sus tareas eficientemente.

Teniendo la claridad de que el vigía no es un entrante, el empleador deberá considerar que, si bien el conocimiento teórico puede ser similar, el vigía deberá demostrar altos niveles de compromiso y responsabilidad, además de los aspectos netamente técnicos y teóricos, al ser el encargado de direccionar las decisiones de ingreso, así como de evacuación.

A continuación, se describen los requisitos de entrenamiento para vigías que la empresa debe revisar que hagan parte del contenido propuesto por un oferente de entrenamiento en espacios confinados y que, en algunos casos, hacen parte de los requisitos establecidos en OSHA 1910.146-2015 (g), NOM-033-STPS-2015, IRAM 3625-2003, SRT 953/2010 y resolución 491 de 2020 de Colombia:

- Conozca los riesgos que pueden enfrentar los entrantes, incluyendo información sobre la forma, indicios o síntomas y consecuencias de la exposición a los riesgos dentro del espacio confinado, en especial los asociados a atmósferas peligrosas y los químicos presentes o los materiales involucrados en las tareas a realizar.
- Esté al tanto de los posibles efectos que la exposición al riesgo puede acarrear a los ingresantes autorizados.
- Entrenamiento en uso y operación de equipos de comunicación y en técnicas de comunicación en espacios confinados para monitorear el estado del entrante y para alertarlo sobre la necesidad de evacuar el espacio confinado.
- Técnicas de monitoreo de las actividades dentro y fuera del espacio confinado para determinar si existe seguridad para que los entrantes permanezcan en el espacio y ordenar a los entrantes autorizados que evacúen de inmediato en los casos definidos en los protocolos de la empresa.
- Técnicas de rescate que se encuentren dentro del alcance de sus funciones como vigía.
- Entrenamiento acerca de la operación de equipos de medición (cuando aplique).
- Entrenamiento acerca de los procedimientos en caso de alarmas.
- Entrenamiento en evacuación.

Para el caso colombiano, es un prerrequisito que tenga formación certificada como entrante (según lo definido en los anexos técnicos de la resolución 491 de 2020 al momento de construir la presente guía). Teniendo en cuenta que el vigía no cumple funciones de entrante, no debería contar con este requisito, excepto que sus funciones impliquen un ingreso cuando otro vigía lo releve. A pesar de la inconsistencia en el cumplimiento de los requisitos legales, deberá formarse como entrante. El contenido de formación se describe a continuación:

- Normativa trabajo en espacios confinados: generalidades requisitos, alcance, responsabilidades, aspectos técnicos.
- Responsabilidad laboral, civil, penal y administrativa.
- Peligros: definición, identificación, clasificación y reporte.
- Riesgo: definición, identificación, riesgos asociados al espacio confinado.
- Medidas de prevención y protección: concepto, clasificación, tipos, técnicas de aplicación.
- Permiso de trabajo: definición, contenido, procedimiento de diligenciamiento, criterios de aplicación.
- Mediciones atmosféricas: procedimiento, tipos, interpretación.
- Plan de rescate: fundamentos de primeros auxilios, definición, procedimientos operativos activación y recursos.
- Comunicación: tipos, equipos, señales y códigos.

9.2.1.3 Capacitación supervisor

Si bien los supervisores tienen un papel poco activo en la labor operativa, cumplen una labor fundamental desde la planeación hasta la finalización de la tarea para el cumplimiento de los objetivos trazados. En la medida en que su papel activo está asociado al proceso de autorización y validación de las condiciones seguras de trabajo, su conocimiento es clave frente a los peligros en los espacios confinados y sus controles efectivos.

A continuación, se describen los requisitos de entrenamiento para supervisores que la empresa debe asegurarse de que hagan parte del contenido propuesto por un oferente de entrenamiento en espacios confinados y que, en algunos casos, hacen parte de los requisitos establecidos en OSHA 1910.146-2015 (g), NOM-033-STPS-2015, IRAM 3625-2003, SRT 953/2010 y resolución 491 de 2020 de Colombia:

- Conocer y comprender los peligros que pueden ser enfrentados durante el ingreso, incluyendo información sobre forma, indicios o síntomas, y las consecuencias de exposición a los riesgos dentro del espacio confinado, en especial, los asociados a atmósferas peligrosas y los químicos presentes o los materiales involucrados en las tareas a realizar.
- Gestión de análisis de peligros y permisos de trabajo.
- Planeación de trabajos.
- Entrenamiento en uso y operación de equipos de comunicación y en técnicas de comunicación en espacios confinados.
- Interpretación de información de equipos de medición de atmósferas.



Para el caso colombiano, es un prerrequisito que tenga formación certificada como vigía y entrante (de acuerdo con lo definido en los anexos técnicos de la resolución 491 de 2020 al momento de construir la presente guía). Teniendo en cuenta que el supervisor podría no cumplir funciones de entrante, no debería contar con este requisito, excepto que sus funciones se lo exijan. Sin embargo, así fue establecido en la legislación colombiana. El contenido de formación se describe a continuación:

De igual manera, si su función incluye cumplir tareas de vigía deberá formarse en ese nivel. A pesar de la inconsistencia en el cumplimiento de los requisitos legales, deberá formarse como entrante. El contenido de formación se describe a continuación:

- Requisitos legales en protección para trabajo en espacios confinados, responsabilidad laboral, civil, penal y administrativa.
- Trabajo en espacios confinados: conceptos, medidas de prevención y protección.
- Procedimientos, permisos de trabajo, listas de chequeo.
- Equipos para prevención y protección en espacios confinados: procedimientos para manipulación y almacenamiento.
- Conceptos básicos: primeros auxilios, autorrescate, rescate y plan de rescate.
- Herramientas para identificación de peligros y control de riesgos (ATS, ARO, otros).
- Naturaleza de los peligros de personas y objetos en el área de trabajo y fomento de autocuidado de las personas.
- Equipos de medición y monitoreo atmosférico: tipos, técnicas de uso, criterios de cuidado, técnicas de almacenamiento.
- Ventilación: tipos, técnicas y equipos.
- Equipos de suministro de aire: tipos.
- Equipos purificadores de aire: tipos, técnicas de uso, cuidado y técnicas de almacenamiento.
- Programa de gestión para trabajo en espacios confinados: estructura, aplicación.
- Equipos de protección personal para espacios confinados (selección, compatibilidad, inspección y reposición) y sistemas de seguridad.
- Mediciones atmosféricas: procedimiento, tipo, interpretación y registro.

9.2.1.4 Capacitación rescatista

Si bien los rescatistas no hacen parte del equipo de entrantes, deben contar con todas las habilidades y conocimientos de un entrante, dado que, para llevar a cabo sus tareas, pueden requerir entrar al espacio confinado. Sin embargo, su función también requiere conocimientos y habilidades que les permitan administrar y operar una emergencia en condiciones de presión y con diferentes condiciones de seguridad frente a las condiciones de entrada autorizada.

A continuación, se describen los requisitos de entrenamiento para rescatistas que la empresa debe revisar que hagan parte del contenido propuesto por un oferente de entrenamiento en espacios confinados y que, en algunos casos, hacen parte de los requisitos establecidos en OSHA 1910.146-2015 (g), NOM-033-STPS-2015, IRAM 3625-2003, SRT 953/2010:

- Entrenamiento para la realización de las tareas de rescate que le sean asignadas.
- Entrenamiento en primeros auxilios y resucitación cardiopulmonar (RCP) básicos y que esté a disposición por lo menos un miembro del servicio de rescate con certificado actualizado de primeros auxilios y RCP.

De manera adicional, los miembros del equipo de rescate deben realizar prácticas frecuentes (se recomienda máximo 6 meses) de rescates en espacios confinados por medio de simulacros, en los cuales retirarán muñecos, maniqués o personas de espacios confinados reales o de espacios que representan espacios confinados similares a los de la empresa.

Respecto a la formación para los diferentes roles y responsabilidades, vale la pena resaltar que en la norma mexicana se exige formación a los entrantes y se establecen requisitos. Por su parte, en la norma argentina se exige para entrantes, vigías, supervisores y rescatistas, y se establecen requisitos. La norma de Estados Unidos exige formación para entrantes y rescatistas.

9.3. Señalización y delimitación en espacios confinados

Una de las medidas de prevención más eficaces es evitar que las personas ajenas al proceso y sin preparación accedan a espacios confinados, lo que supone también la señalización de los peligros. La demarcación y señalización constituyen un elemento preventivo indispensable cuando ha resultado imposible eliminar o reducir suficientemente los riesgos existentes, después de haber aplicado todas las medidas de prevención a nuestro alcance, la planeación, las técnicas organizativas y la formación e información a los trabajadores.

En estos casos, es necesario informar y advertir a los trabajadores de los peligros a los que pueden estar expuestos, y los controles y comportamientos a seguir mediante la correspondiente señalización y la restricción del ingreso al área de peligro mediante la delimitación.

En algunos países se encuentra regulada en su normatividad la necesidad de contar con señalización de riesgos y también existen requerimientos característicos propios de la señalización necesaria para el espacio confinado, la cual puede ser permanente o no, fija o portátil. Para el caso colombiano estos aspectos se encuentran regulados en la resolución 491 de 2020.



Osalan (2003) indica que disponer de la adecuada señalización y su correcta ubicación resulta indispensable, entre otras razones, porque los espacios confinados son lugares de trabajo donde frecuentemente no es posible establecer condiciones de seguridad de forma permanente, especialmente en lo relativo a la calidad de su atmósfera interior y como se ha puesto de manifiesto a lo largo de esta guía, el control de los riesgos en estos ámbitos exige la aplicación de medios de prevención específicamente diseñados para cada situación, que pueden variar sustancialmente según las condiciones de la intervención, incluso en un mismo espacio.

Un aspecto importante en los temas de señalización tiene que ver con que el personal entienda la señalización y la información que pretende transmitir. En este sentido, los pictogramas cumplen un papel importante, pero, también, el idioma en el que se transmite la información.

Figura 39. Señal bilingüe de peligro en espacios confinados (norma ANSI Z535.2-2011).



Fuente: <https://www.vulcaninc.com/files/A%20Handbook%20for%20Effective%20Safety%20Signage%20according%20to%20the%20ANSI%20Standard%20Z535.2-2011.pdf>

Figura 40. Ejemplo de señalización multirriesgo para espacios confinados (norma ANSI Z535.2-2011).



Fuente: <https://www.vulcaninc.com/files/A%20Handbook%20for%20Effective%20Safety%20Signage%20according%20to%20the%20ANSI%20Standard%20Z535.2-2011.pdf>

Figura 41. Señalización espacios confinados (norma ISO 3864-1:2011).



Fuente: <http://portal.ccs.org.co/img/contenido/ISO-038-V.png>

Figura 42. Señalización de espacios confinados (norma ANSI Z535.2-2011).



Fuente: <http://portal.ccs.org.co/img/contenido/ANSI-P-038-V.png>



La resolución 491 de 2020 en Colombia las describe de la siguiente manera.

“Señalización del área. Los espacios confinados deben estar señalizados en forma permanente o temporal de manera visible de tal manera que se indique su existencia y la necesidad de autorización para el ingreso.

Delimitación del área. Medida que tiene por objeto limitar el acceso al área o zona de peligro en espacios confinados. Se podrán utilizar barandas, conos, balizas, de cualquier tipo de material, de color amarillo y negro combinados para permanente; naranja y blanco para temporales. Estos elementos deben garantizar su visibilidad de día y de noche si es el caso. Siempre que se utilice un sistema de delimitación, se debe utilizar señalización”.

9.4 Identificación del espacio confinado

Es importante disponer de la máxima información sobre los posibles espacios confinados existentes en la empresa, por lo cual, se deberá elaborar una identificación, inventario, fichero, registro o cualquier otra herramienta que sea considerada pertinente para la organización, y que contenga la información suficiente de estos sitios y su respectiva clasificación. Es importante considerar los siguientes aspectos en el momento de elaborar el proceso de inventario:

Figura 43. Consideraciones para realizar el inventario de espacios confinados



9.5 Monitoreo de atmósferas

El monitoreo de las atmósferas se lleva a cabo de manera preventiva, pero, también, mientras se ejecutan las tareas contempladas en el proceso dentro del espacio confinado, por lo que puede ser una medida de control para la protección del trabajador.

Por las características propias del monitoreo, expondremos este tema detalladamente en el capítulo de medidas de prevención, entendiendo que también concierne a las herramientas de protección.

9.5.1 Mediciones

Uno de los elementos primordiales para una adecuada gestión del riesgo en los espacios confinados es el control de la atmósfera. Conocer las condiciones de la atmósfera dentro del espacio confinado antes de realizar cualquier tarea es determinante para el éxito de la gestión de riesgos. De este modo, el administrador de riesgos debe establecer políticas para la clasificación de espacios confinados acordes a las atmósferas presentes en él y su potencial de riesgo.

Se deben utilizar equipos de medición que resulten más adecuados a los posibles peligros existentes. En la siguiente tabla se describen los riesgos y algunas características básicas (mínimas) de los mismos:



Tabla 15. Características mínimas de equipos de monitoreo de atmósferas acordes al riesgo

Riesgo	Fuente	Características	Fotografía
Intoxicación	Monóxido de Carbono CO	<p>Pueden ser monogas o multigas.</p> <p>El equipo de monitoreo requerido debe ser de lectura directa</p> <p>CO mide concentraciones de 1 a 1.999 ppm,</p> <p>H2S, de 0,4 a 100 ppm</p> <p>Emite una alarma acústica, visual y vibratoria claramente perceptibles</p> <p>La carcasa, resistente a golpes y productos químicos, cumple los requisitos especificados para la clase de protección IP65 o mayor.</p> <p>Batería con tiempo de duración acorde a la planeación de la tarea.</p> <p>Nivel de alarmas parametrizables para TLV-TWA, TLV-STEL</p> <p>De fácil uso e interpretación</p> <p>De fácil calibración y mantenimiento.</p> <p>Que no registre interferencia de radio frecuencia (RFI).</p> <p>Ideal accesibilidad de los datos por computador</p> <p>Debe contar con un mecanismo de fijación segura a la indumentaria del trabajador</p>	 <p>Figura 44. Monitor de atmósferas monogas para CO marca Draeger. Fuente: https://www.draeger.com/Products/Image/pac-3500-img-d-1328-2009.jpg</p>  <p>Figura 45. Monitor de atmósferas monogas para H₂S marca MSA. Fuente: https://s7d9.scene7.com/is/image/minesafetyappliances/10092521</p>
Riesgo de explosión	Presencia de gases o líquidos inflamables o combustibles	<p>Exposímetro medición de LEL (gases y vapores inflamables o combustibles)</p> <p>El equipo de monitoreo requerido debe ser de lectura directa</p> <p>Puede ser solo para medición de LEL o para medir LEL y otros gases.</p> <p>Los detectores de gas están clasificados como equipos eléctricos, deben cumplir los requisitos de funcionamiento en áreas potencialmente explosivas. La normativa europea (directiva ATEX para fabricantes 94/9/CE (ATEX 95) y la directiva 1999/92/CE (ATEX 137) para usuarios marcación (ATEX) EN-60079-0) es diferente de la normativa en EE.UU. (certificación UL).</p> <p>De fácil uso e interpretación</p> <p>De fácil calibración y mantenimiento.</p> <p>Los equipos deben estar protegidos contra interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia</p> <p>El equipo de monitoreo requerido debe ser de lectura directa</p> <p>Ideal accesibilidad de los datos por computador</p> <p>Debe contar con un mecanismo de fijación segura a la indumentaria del trabajador</p>	 <p>Figura 46. Medidor de atmósferas multigas con medición de LEL, marca Honeywell. Fuente: https://www.protonepis.com/1772-thickbox_default/detector-multigas-gas-alert-microclip-xl.jpg</p>



<p>Asfixia</p>	<p>Bajos niveles de oxígeno por consumo de oxígeno por máquinas o equipos o por desplazamiento generado por otro gas.</p>	<p>Medidor de presencia de oxígeno O₂ (bajo nivel)</p> <p>Los equipos deben estar protegidos contra interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia</p> <p>El equipo de monitoreo requerido debe ser de lectura directa</p> <p>Los equipos deben estar protegidos contra interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia</p> <p>De fácil uso e interpretación</p> <p>De fácil calibración y mantenimiento.</p> <p>Que no registre interferencia de radiofrecuencia (RFI).</p> <p>Ideal accesibilidad de los datos por computador</p> <p>Debe contar con un mecanismo de fijación segura a la indumentaria del trabajador</p>	 <p><i>Figura 47. Medidor de oxígeno marca MSA. Fuente: https://s7d9.scene7.com/is/image/mine-safetyappliances/ALTAIRProSingle-GasDetector_000080000200001512?Grid%20View%20R1S</i></p>
----------------	---	---	--

9.5.2 Pruebas de evaluación

La atmósfera de un espacio confinado debe analizarse utilizando equipos de sensibilidad y especificidad suficientes para identificar y evaluar totalmente las atmósferas peligrosas que puedan existir o surgir (OSHA, 2011), de manera que se puedan clasificar y caracterizar, y desarrollar procedimientos de entrada a través de los cuales se puedan precisar claramente las condiciones de entrada aceptables para ese espacio y definir los controles aplicables.

Los resultados de las pruebas realizadas en la atmósfera dentro del espacio confinado tendrán un efecto directo en los procesos de ventilación y en la selección del equipo de protección respiratoria necesario para realizar las tareas en su interior. También nos ayudará a establecer la duración de la exposición del trabajador al ambiente del espacio confinado y las rotaciones a que haya lugar.

9.5.3 Monitoreo inicial

Los detectores para realizar la medición de una sustancia específica deben ser utilizados siempre que se hayan identificado los contaminantes verdaderos, en otras palabras, después de haber realizado un proceso planificado de identificación de peligros y evaluación de riesgos. Se debe partir del supuesto de que cada espacio confinado tiene una atmósfera peligrosa y que esta es desconocida, así que las mediciones previas deben efectuarse desde el exterior o desde una zona segura. Suponiendo que es la primera vez que se planea entrar a un espacio confinado, debería usarse un equipo con amplio espectro de gases por medir y, así mismo, una persona competente (idónea) debe realizar los procesos necesarios que permitan identificar los peligros y direccionar los equipos adecuados para la medición.

El monitoreo inicial debe ser realizado por una persona competente o idónea. Esta medición inicial servirá para verificar si el monitoreo de evaluación, el procedimiento de planeación y las medidas de control son pertinentes y adecuadas a los hallazgos de esta medición, y debe ser considerada como una prueba de verificación, pues la atmósfera debe ser probada para detectar residuos de todos los contaminantes identificados. Las pruebas de evaluación permiten verificar que las mediciones están dentro del rango de condiciones de entrada aceptables cuando se lleva a cabo la medición en el momento de la entrada. Todos los resultados de las pruebas deben quedar registrados en los documentos que para tal fin haya definido la compañía.

Conforme a la estructura corporativa y la definición de roles y responsabilidades, esta función puede ser ejecutada por una persona específica independiente del supervisor y el vigía.

Cuando los espacios confinados son muy grandes y se dispone de una sola sonda, es posible que los equipos utilizados sean insuficientes para realizar el monitoreo inicial desde el exterior del espacio confinado. De acuerdo con los procedimientos y políticas de la compañía, las mediciones podrán ser realizadas por la persona designada para tal fin, quien deberá ingresar y verificar todos los puntos del espacio confinado y garantizar las condiciones atmosféricas del sitio antes del ingreso de los trabajadores⁸. De igual manera, se podrá autorizar el ingreso teniendo en cuenta que las condiciones atmosféricas sean aceptables en la zona respirable al alcance del equipo de medición. Por su parte, el entrante deberá realizar monitoreo de todo el espacio confinado e informar al vigía de los hallazgos encontrados en la medida en que avanza paulatinamente, tomando las medidas preventivas necesarias para que la zona esté totalmente controlada.

⁸. Este protocolo implica una entrada que debería requerir contar con un permiso de entrada para el evaluador o que este proceso esté claramente definido en el procedimiento.



9.5.4 Técnica de monitoreo

Al monitorear las entradas que impliquen un descenso, es probable encontrar diferentes contaminantes en el sitio, ya que los gases y vapores pueden estratificarse. Como mínimo, se deben realizar mediciones a la altura de la entrada, en la mitad y en la parte más baja. No obstante, en OSHA (2011) se recomienda que pueda ser probada a una distancia de aproximadamente 1,22 metros en la dirección de desplazamiento y hacia cada lado. Para el caso colombiano, este procedimiento de mediciones recomendado fue establecido como requisito en la resolución 491 de 2020 (artículo 5 numeral 22). Si se utiliza una sonda de muestreo, se debe tener en cuenta que la velocidad del muestreo debe coincidir con la velocidad de respuesta del equipo de medición. Aún en espacios confinados horizontales y de poca dimensión (ductos o alcantarillas), los gases se estratifican, pero la división de las mediciones debe ser más pequeña.

Una prueba exhaustiva deberá ser llevada a cabo en varios sitios dentro del área de trabajo. Algunos gases son más pesados y tienden a permanecer en el fondo de un espacio confinado. Otros son más ligeros y están generalmente en concentraciones más altas cerca del techo del espacio confinado. Otros son del mismo peso molecular que el aire y pueden ser encontrados en concentraciones variadas a través del espacio confinado. Esta es la razón por la que las muestras de pruebas deberán ser tomadas en la parte superior, media y al fondo del espacio para localizar con precisión concentraciones cambiantes de gases o de vapores.

Figura 48. Dirección de los gases según su densidad



Figura 49. Ubicación de los gases según su densidad

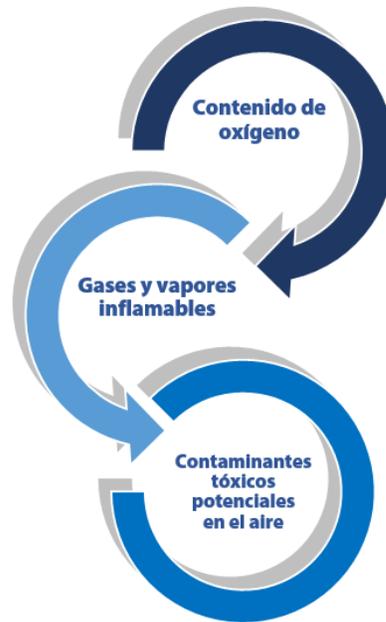


Algunos sitios, por la naturaleza de su contenido previo, pueden causar la ocurrencia de un riesgo (un ejemplo típico son las alcantarillas), en donde, aunque las mediciones realizadas se encuentren dentro de parámetros normales (como consecuencia de los desplazamientos de personas o por una actividad específica realizada dentro del espacio confinado que ocasione la liberación de cualquier bolsa de gas que hubiera podido quedar retenida en el interior), pueden provocar accidentes que afecten al trabajador en su interior.

En los casos en que la atmósfera en el interior sufra variaciones, por ejemplo, por removerse los lodos como consecuencia de la lluvia, el caminar de un entrante o la caída de una herramienta, será necesario establecer un control ambiental continuado o permanente que debe ser realizado por el entrante (medición de los parámetros de O_2 , LEL, H_2S , CO).

Al monitorear los espacios confinados para poder emitir el permiso de ingreso y validar que las condiciones de entrada sean aceptables, realice el respectivo análisis, siempre en el siguiente orden:

Figura 50. Orden lógico para monitorear los espacios confinados



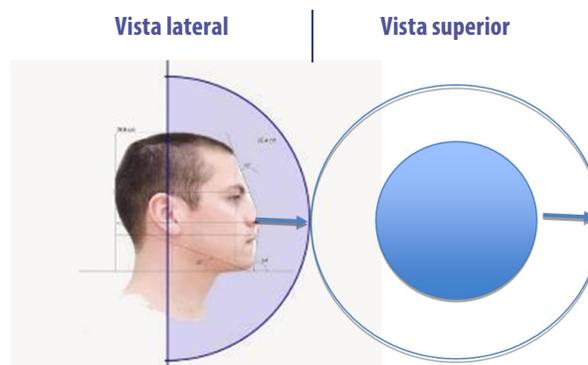
9.5.5 Monitoreo dentro del espacio confinado

Muchas son las discusiones acerca de las mediciones dentro del espacio confinado y durante el desarrollo de las tareas en su interior.

Lo más importante acerca de las mediciones dentro del espacio confinado y durante el desarrollo de la tarea es tener en cuenta los siguientes parámetros para que el supervisor defina el mejor esquema a realizar:

- ⦿ Esta estrategia está directamente asociada al tamaño del espacio confinado. No es posible asignar al vigía la responsabilidad de monitorear la atmósfera dentro de un espacio confinado lo suficientemente grande en donde se le imposibilita realizar esta labor con sondas, pues no podrá cubrir toda el área. En estos casos, el monitoreo debe ser realizado por los entrantes en su zona de trabajo y, más aún, en su zona respirable, lo que también implica un adecuado posicionamiento del equipo de medición.

Figura 51. Zona de respiración



Fuente: http://previpedia.es/wiki/images/thumb/f/f6/Zona_de_respiracion.jpg/300px-Zona_de_respiracion.jpg



Cuando existe un espacio confinado muy grande y adicionalmente existen personas trabajando en zonas alejadas uno del otro, se recomienda que cada entrante tenga un equipo de monitoreo acorde a los peligros de atmósferas identificados en el análisis de riesgos.

La asignación de equipos de monitoreo a personal entrante también depende de la evaluación inicial, del monitoreo preentrada, de la probabilidad de generación de atmósferas enrarecidas en el espacio confinado y del tipo de trabajo a realizar (soldaduras, aplicación de pinturas o productos químicos).

Siempre que se considere la probabilidad de una alteración de la atmósfera, se deberá tener monitoreo permanente y el supervisor definirá las rutinas de registro de las mediciones en las herramientas administrativas definidas para tal fin.

Hoy en día, los avances de la tecnología permiten de manera adicional que alguien fuera del espacio confinado, a través de una conexión Bluetooth, pueda visualizar la información en tiempo real que registra el monitor del entrante desde la pantalla de un teléfono inteligente. Esto facilita la función del vigía que puede estar atento a leves variaciones que tenga la atmósfera dentro del espacio confinado y alertar a los trabajadores de cambios bruscos que, incluso, no hayan generado alarmas.

9.5.6. Equipos de monitoreo

Se puede diferenciar entre dos grupos principales de detectores de gases:

- Detectores puntuales
- Detectores en continuo

9.5.6.1. Detectores puntuales

Estos equipos miden la atmósfera en el momento exacto que se efectúa. Si las condiciones cambian tras la medición, no podrán detectarlo. Esta circunstancia hace que estos sistemas tengan un valor limitado a la hora de utilizarlos para el monitoreo de gases en las entradas a los espacios confinados, donde las circunstancias y, por tanto, las concentraciones de gases presentes en el lugar pueden variar a lo largo de la ejecución de los trabajos o en función de la ubicación dentro del espacio confinado. Los detectores puntuales se deben utilizar básicamente para la determinación rápida de focos de contaminación, la detección de posibles contaminantes y la determinación de concentraciones en emisiones esporádicas propias de una operación de corta duración.

Dentro de este grupo, puede diferenciarse entre:

- Tubos colorimétricos de rango corto
- Sistemas de medición mediante chips

Tubos colorimétricos de rango corto

Se trata de tubos de cristal que miden el CO que contiene un reactivo en su interior, el cual cambia de color al entrar en contacto con el gas específico que es capaz de medir. En función de la cantidad de gas presente, se teñirá más o menos cantidad del reactivo, dando una medida en la escala grabada en el exterior del tubo. Están diseñados para hacer mediciones en un lugar determinado y durante un espacio de tiempo relativamente corto. Estas mediciones pueden durar entre 10 segundos y 15 minutos.

Sistemas de medición mediante chips

Utilizan una serie de capilares específicos para cada gas que, combinados con un analizador digital electrónico, obtienen una lectura digital más fiable y aporta una mayor comodidad y facilidad de uso.

A diferencia de lo que ocurre en el caso anterior, este tipo de equipos realizan una medición de la atmósfera a lo largo del tiempo. Dentro de este grupo pueden encontrarse:

- Equipos que detectan concentraciones medias
- Equipos que detectan concentraciones reales

Los equipos que detectan concentraciones medias analizan la atmósfera durante un tiempo determinado. Una vez terminado el periodo de tiempo, son capaces de indicar la concentración total medida a lo largo de ese periodo, de donde podrá deducirse la concentración de exposición por unidad de tiempo. Se trata de una media donde no se considera si han existido picos de emisión o no. Se utilizan para obtener concentraciones medias durante las jornadas laborales o ciclos de trabajo determinados. No son adecuados para la entrada en espacios confinados porque no son capaces de dar señales de alarma en caso de sobrepasar los límites establecidos legalmente. Los equipos más habituales son los tubos colorimétricos de rango largo y los muestreadores (Basterretxea, 2016)



9.5.6.2 Detectores en continuo

Los equipos que detectan concentraciones reales miden en continuo la atmósfera presente y dan una señal de alarma cuando la medida supera un valor preestablecido. Existen de dos tipos:

- Detectores fijos
- Detectores portátiles

9.5.6.2.1 Detectores fijos y portátiles

Los detectores fijos son equipos instalados en lugares específicos dentro de las operaciones (en lugares abiertos o espacios confinados) donde se desea monitorear características específicas de su atmósfera, ante un riesgo identificado de un gas o vapor específico, y su instalación impide que sean trasladados a otro lugar. El equipo registra una medida continua de las concentraciones de gas en ese lugar a través de una pantalla y, en algunos casos, transmite la información a otros lugares remotos (por ejemplo, centros de comando, centros operativos, entre otros), avisando cuando las condiciones en el sitio sobrepasan un valor predeterminado.

No suelen ser utilizados en espacios confinados, con excepción de los casos en que estos son visitados frecuentemente y sus dimensiones hacen que esta medición sea un control efectivo de la atmósfera a la que se expone el entrante. De manera general, aseguran que se respeten las condiciones de la atmósfera en un perímetro definido, pero no protegen al operario en caso de desplazarse más allá de la zona monitoreada considerada segura.

Los detectores portátiles son los más utilizados en las entradas a los espacios confinados. Su nivel y rapidez de información, facilidad de uso, versatilidad y su pequeño volumen, los han convertido en una herramienta fundamental a la hora de asegurar la integridad física de los trabajadores que realizan su labor dentro de espacios confinados. Mediante diferentes tipos de células detectoras, son capaces de monitorear los principales parámetros a tener en cuenta en el interior del espacio confinado (inflamabilidad, cantidad de oxígeno y presencia de tóxicos), dar el valor exacto en la pantalla y accionar una alarma cuando pasa de una cantidad prefijada (Instituto de Salud Pública de Chile, 2016).

Entre los detectores portátiles existen equipos de vida útil limitada y de vida útil ilimitada. Los primeros están diseñados para funcionar durante un tiempo finito (varios años) con un mantenimiento mínimo, algunos no precisan siquiera calibraciones periódicas. Los segundos tienen una vida útil muy superior, ya que, cuando una célula detectora deja de funcionar, puede sustituirse por una nueva, alargando el periodo de uso del equipo.

También se pueden clasificar en detectores monogas, si son capaces de detectar solamente un parámetro, y multigas, cuando tienen la posibilidad de monitorear varias medidas a la vez (hasta 6 mediciones diferentes en un solo aparato).

Los primeros tienen un tamaño más reducido y son utilizados cuando el peligro es solamente de un tipo. Los segundos son algo mayores y se reservan para las situaciones donde se dan varios peligros a la vez.

Vale la pena resaltar que, gracias a los desarrollos tecnológicos, los equipos de medición pueden ser revisados de manera remota y las alarmas de los equipos activadas de manera remota a través de conexiones con GPS y Bluetooth, lo que facilita aspectos de prevención como la comunicación a través de estas facilidades.

9.5.6.3 Aspectos a considerar en equipos para la medición

La calibración, de los equipos es un factor determinante para la organización. Se sugiere consultar las referencias de calibración de acuerdo con los parámetros del fabricante de cada equipo para su correcto funcionamiento.

En los espacios confinados que hayan permanecido cerrados durante largo periodo de tiempo, se deben extremar las precauciones, debido a las posibles acumulaciones o emanaciones bruscas que se puedan ocasionar.

Según los manuales de uso de la mayoría de los equipos, se deben realizar varios pasos importantes:

Encendido normal. Si el equipo no muestra ningún tipo de alarma, debe continuar su secuencia normal de encendido.

Los equipos con bomba solicitarán una prueba de la bomba, que se conoce habitualmente como "pump test". Si el equipo se encuentra funcionando bien, el proceso continuará.

Habitualmente, los equipos tomarán unos segundos mientras sus sensores se calientan y ajustan, y revisa e indica los valores que se encuentran parametrizados.

La mayoría de los equipos pedirá una medición de aire fresco que debe ser realizada en una atmósfera donde se tiene la certeza de que es adecuada; allí, el equipo realizará revisión de sus ajustes y, si es correcta, empezará el proceso de medición.

9. Calibración: A fin de asegurar la precisión de todos los equipos de monitoreo y detección, la calibración se debe realizar de manera frecuente. Si los registros de los instrumentos difieren considerablemente de los valores del estándar conocido, el instrumento no debería usarse hasta que se haya ajustado o en caso de ser necesario, reparado. OSHA e ISEA (International Safety Equipment Association) en el boletín informativo de Seguridad e Higiene 06-04-2004, recomiendan que la verificación de un sensor debe realizarse antes de cada uso y que el intervalo de calibración-verificación no debe exceder de un plazo mayor a 30 días (VALLEN., 2019).



Según lo indicado en la resolución 491 de 2020 (artículo 7 numerales 15 y 16) y por los fabricantes en su manual de uso, se debe realizar una prueba funcional antes de cada uso, que consiste en los pasos anteriores y realizar una prueba de "Bump Check", que debe ser realizada con un cilindro de gas patrón.

Después de la anterior prueba, su equipo estará listo para ser usado.

Cualquier tipo de alarma o fallo en el proceso le obliga a realizar los pasos que describa su equipo bien sea para repetir el proceso, realizar un ajuste de sensores (comúnmente llamado calibración) o ser remitido para mantenimiento.

El proceso denominado "ajuste de sensores" en la resolución 491 de 2020 corresponde al procedimiento que en los manuales de fabricación se llama calibración. El periodo de calibración no debería exceder los seis meses según lo indican algunos fabricantes, sin embargo, debe ser realizado cuando una falla del equipo así lo exija o cuando recomendaciones del fabricante lo requieran. También debe ser considerada cuando exista reiterada exposición a atmósferas tóxicas por fuera de los parámetros normales.

9.5.6.4. Monitores de gas combustible

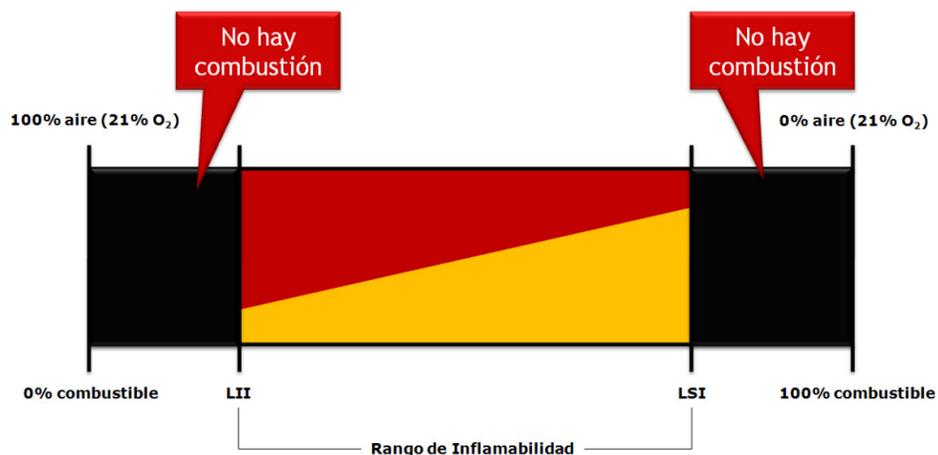
Con el fin de detectar el nivel de inflamabilidad, se utiliza generalmente un sensor catalítico llamado "Puente de Wheatstone", el cual, tomando como base el cambio de la resistencia eléctrica tras quemar la mezcla gas/aire frente a su valor antes de la combustión, permite calcular la cantidad de gas inflamable que se encuentra en la atmósfera analizada (Basterretxea, 2016). Sin embargo, el permanente avance de la tecnología hace que este no sea el único método, se han desarrollado y se seguirán desarrollando otras alternativas opcionales para realizar este proceso.

Es importante tener en cuenta que la cantidad de oxígeno afecta directamente a la capacidad de inflamación y, en consecuencia, cuando existan cantidades muy bajas del mismo (por debajo del 10%), los valores reflejados por el aparato no serán exactos o, incluso, el equipo no generará ninguna información. Para los equipos que usted usa en su compañía, es importante consultar en el manual del fabricante los rangos de oxígeno donde la medición del LEL por parte de los sensores del equipo es afectada, ya que cada marca puede dar recomendaciones diferentes.

Para entender el funcionamiento de los instrumentos de detección de gases y vapores combustibles portátiles es importante entender algunos conceptos adicionales:

- Cuando ciertas proporciones de gases combustibles se mezclan con aire y una fuente de ignición está presente, puede ocurrir una explosión.

Figura 52. Rango de inflamabilidad y zonas de no explosión



Fuente: https://www.redproteger.com.ar/miscongresos/jornadaincendio2012/Medicion_Explosividad_Nov2012.pdf

El rango de mezcla adecuada entre aire y combustible para que exista una reacción y una explosión se llama rango explosivo. Este rango cubre todas las posibles combinaciones de aire, gas o vapor combustible, en las cuales se presentará un fogonazo o una flama viajará si la mezcla es encendida.

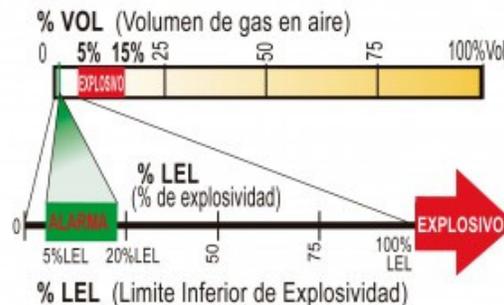
El porcentaje más bajo en el cual esto puede suceder es el LIE (Límite Inferior de Explosividad) o LEL (Lower Explosive Limit); el porcentaje más alto es el LSE (Límite Superior de Explosividad) o UEL (Upper Explosive Limit).

La mayoría de los instrumentos de medición muestran las concentraciones de gas en porcentaje de LEL. Algunos modelos tienen lecturas del gas en porcentaje volumen del gas o vapor y otros muestran porcentaje LEL y de gas combustible por volumen. Otros, por su parte, más enfocados en procesos de inspección técnica, pero que pueden ser considerados para estas mediciones, muestran la presencia de un gas en partes por millón (ppm).



Con el objeto de tener una mayor comprensión, se debe analizar cuál es la diferencia. Por ejemplo, el valor LEL de metano (el componente principal en gas natural) es 4,5% volumen (no use como referencia este valor, pues los gases naturales tienen diferentes composiciones dependiendo de la fuente que lo genera) y el valor UEL es 14,5% volumen (Pemex, 2000). Si llenamos lentamente un cuarto con gas metano, cuando la concentración en volumen alcanza 2.25%, equivale al 50% LEL, cuando la concentración en volumen alcanza 4,5%, equivale al 100% LEL. Entre 5 y 14,5% en volumen, una chispa causa una explosión.

Figura 53. Ejemplo de escala de LEL en gas metano



Fuente: <http://simecon.com.ar/wp-content/uploads/2014/08/alarmas-nds-a-300x179.jpg>

Distintos gases necesitan diferentes concentraciones en volumen para llegar al 100% LEL. El pentano, por ejemplo, tiene un LEL de 1.4% en volumen (Industrial Scientific, 2019). Los instrumentos que miden en porcentaje LEL base pentano son fáciles de utilizar y aplican para la totalidad de los tipos de gases o vapores combustibles que se midan, se debe estar enterado del valor LEL del gas a evaluar.

Los detectores de inflamabilidad son calibrados con un gas patrón, generalmente, el metano y el pentano son los más usados. Esto no quiere decir que no sean capaces de detectar otros gases inflamables. Miden todos los tipos de gases inflamables, pero, si el gas analizado es diferente al utilizado como gas patrón, la medida no será exacta. Los fabricantes facilitan tablas que indican la cantidad real del gas presente en el ambiente. Se utiliza el metano por ser un gas que proporciona un alto nivel de seguridad, ya que la alarma sonará con valores reales más bajos de los que está proporcionando dicho gas. Si se esperase la presencia de un gas más peligroso que el patrón utilizado para la calibración, habrá que tener en cuenta esa diferencia y evacuar antes de que suene la alarma, calibrar la alarma para que emita su señal con valores más bajos o calibrar el aparato con otro gas patrón más adecuado. En estos casos debe hacerse medición continua o permanente.

Es necesario tener en cuenta que los detectores solamente detectan gas inflamable. La presencia de nubes de polvo inflamable no será identificada por la célula catalítica, la cual necesita de un gas que se quemé en su interior y la medición presentará un valor de cero, a pesar de existir una atmósfera potencialmente inflamable (Basterretxea, 2016).

9.5.6.5. Monitores para oxígeno

Los equipos para monitoreo de oxígeno se encargan de medir las concentraciones atmosféricas del mismo que se miden habitualmente en un rango de 0 a 25% de oxígeno en aire. Las lecturas son desplegadas en un indicador electrónico o un medidor analógico. Estos equipos, específicamente sus sensores, son calibrados con el aire libre de contaminantes conteniendo un mínimo de 20.8% de oxígeno.

Este suele ser uno de los sensores al que más veces debe realizarse mantenimiento y calibración debido a su uso continuo y a que permanentemente está realizando mediciones positivas. A diferencia de otros sensores, no sufre de saturación, pero sí sufre un alto desgaste.

9.5.6.6. Monitores para gases tóxicos

Son dispositivos cuyos sensores se diseñan para medir concentraciones de una sustancia específica. Los más comunes son:

- Monóxido de Carbono (CO).
- Ácido Sulfhídrico (H₂S).
- Amoníaco (NH₃).
- Dióxido de Carbono (CO₂).
- Cloro (Cl₂).
- Cianuro de Hidrógeno o Ácido Cianhídrico (HCN).
- Dióxido de Azufre (SO₂).

La mayoría de los monitores de gas tóxico usan celdas de sensor electroquímico. El proceso dentro del equipo básicamente se deriva de la reacción química que produce una salida de corriente proporcional a la cantidad de gas en la



muestra que activará las alarmas si las concentraciones de gas exceden los niveles que se encuentran parametrizados en el equipo. También existen sensores de tipo infrarrojo y de ultrasonido.

La mayoría de los monitores monogas funcionan en modo de difusión. Por su parte, los multigas portátiles utilizan bombas cuyo fin es extraer muestras del entorno sujeto de muestra, bien sea que esté cerca del equipo o que se usen extensiones (sondas) para realizar muestreo en áreas más alejadas.

Los monitores de atmósferas que funcionan por difusión se usan para medir simultáneamente LEL, gases tóxicos y oxígeno.

9.6. Aptitud psicofísica y vigilancia en salud

Diferentes regulaciones nacionales establecen que los trabajadores tendrán derecho a medidas de protección como la vigilancia de la salud, en función de los riesgos de su puesto de trabajo. En el caso de los espacios confinados, existen aspectos que, a juicio de los profesionales en salud y de vigilancia de la salud, son relevantes, como la exposición a químicos, en especial, en las atmósferas dentro de los espacios confinados, que hacen que el aspecto de vigilancia en salud se mantenga en alerta para disminuir los riesgos a los que se puedan ver expuestos los trabajadores. En Colombia es obligatoria la evaluación de condiciones de aptitud psicofísica desde 2007, mediante la resolución 2346, “por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales”. Para el caso específico de espacios confinados, la resolución 491 de 2020 reiteró esta obligación en el artículo 7 numeral 2, el artículo 18 numerales 1 y 2, y ratificó la importancia de la evaluación psicológica complementaria.

Algunos aspectos importantes en los protocolos de vigilancia de la salud para trabajadores que realizan trabajos en espacios confinados son:

- Antecedentes de enfermedades psiquiátricas (claustro-

fobia, acrofobia, hidrofobia, esquizofrenia).

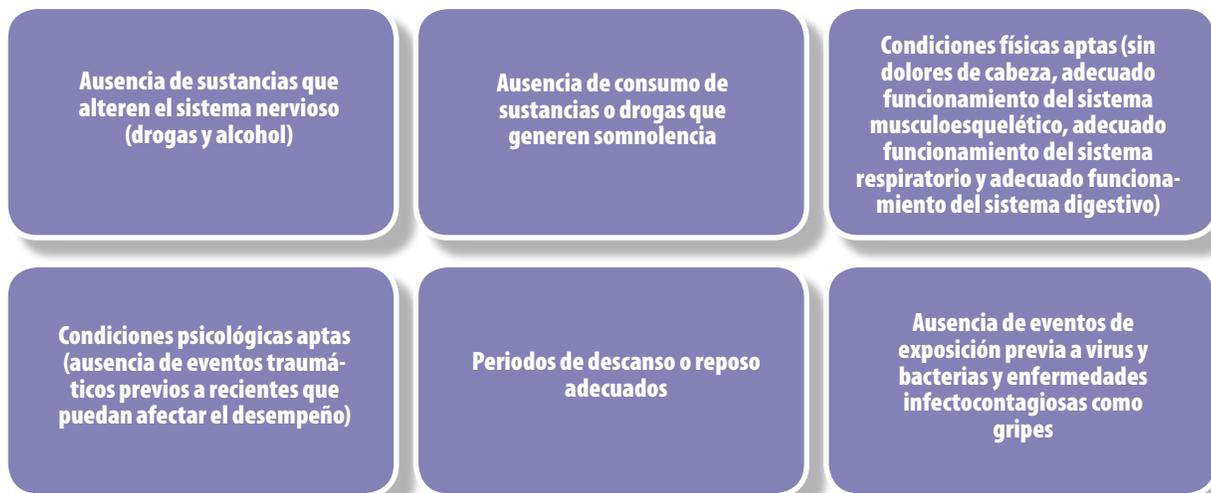
- Enfermedad cerebrovascular.
- Infarto agudo de miocardio.
- Vértigo.
- Enfermedades neurológicas tipo síndromes convulsivos.
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).
- Enfermedad pulmonar intersticial difusa (EPID).
- Asma
- Hipertensión arterial no controlada.
- Síndrome metabólico.
- Obesidad.
- Alto riesgo cardiovascular.
- Alteraciones de la capacidad funcional.
- Dermatitis alérgica.
- Consumo 36 horas antes del trabajo de medicamentos tipo benzodiazepinas, antihistamínicos de 1ª. y 2ª. generación, relajantes musculares, ansiolíticos, antipsicóticos, sedantes, anfetaminas, cocaína, etc.
- Embarazo.
- Quienes requieran el uso de órtesis oculares que no sean compatibles con el equipo de protección personal.
- Enfermedades infectocontagiosas que se transmitan por la piel o por el aire (por ejemplo: tuberculosis, algunas dermatitis, lepra, entre otras).

Los aspectos de salud son absolutamente básicos en las etapas previas de planeación. La vigilancia en salud no es una actividad diaria, sino que, dependiendo de la persona, sus condiciones y los protocolos de la compañía, pueden ser mensuales, bimestrales, trimestrales, semestrales o anuales.

Sin embargo, algunas actividades en espacios confinados sí son diarias y repetitivas, por lo que es importante la valoración de las condiciones de salud pretorno. La estrategia para esto dependerá de la empresa, pues algunas tendrán la capacidad para realizar valoraciones pretorno mediante profesionales de la salud, pero, por el contrario, otras las realizarán mediante autorreportes de condiciones de salud.

Dentro de los aspectos más relevantes de la evaluación en salud pretorno tenemos:

Figura 54. Aspectos relevantes en evaluación de salud pretorno



9.7. Control de energías peligrosas

Siempre que se planea realizar el ingreso a un espacio confinado, los servicios de agua, gas y electricidad, los fluidos de entrada al espacio confinado y, en general, cualquier energía peligrosa, incluidos los equipos mecánicos que sirven al espacio confinado, deben ser aislados y desconectados.

Algunas normas nacionales exigen que las empresas cuenten con programas de control de energías peligrosas o, como mínimo, procedimientos de bloqueo y etiquetado.

Las tuberías con fluidos y las líneas de vapor deben contar con un protocolo para su aislamiento con sistema de brida ciega en la posición "cierre" y bloqueo con candados. De igual manera, los interruptores de líneas eléctricas deben ser desconectados y bloqueados en el tablero de interruptores.

Por su parte, mecanismos de impulso, engranes y bandas de la totalidad de los equipos mecánicos se deben desconectar físicamente antes de entrar en el área del espacio confinado.

Algunas normas nacionales exigen o definen protocolos para control de energías peligrosas, como es el caso colombiano con el RETIE. Cuando no cuente con ellas, la norma de OSHA sobre el control de energías peligrosas 1910.147, trata de las prácticas y de los procedimientos necesarios para la desactivación de maquinaria o equipo, con el fin de evitar la emisión de energía peligrosa durante las actividades de revisión y mantenimiento realizadas por los empleados.

9.8. Otras medidas de prevención

Para efectos de establecer otros controles preventivos efectivos es importante conocer los peligros dentro del espacio confinado. Entre estos se pueden mencionar la rotación de personal, cuando condiciones ambientales, de dificultad de la tarea o presencia de contaminantes exigen limitar los tiempos de exposición, o sistemas de control de acceso o bloqueo de los ingresos a un espacio confinado, como candado, claves, sistemas de acceso remotos, entre otros.

10. Medidas de protección

10.1 Vigilancia exterior

10.1.1 El papel del vigía. Roles y responsabilidades

Durante cualquier tipo de trabajo en espacios confinados, mientras existan trabajadores en el interior, siempre tiene que haber al menos una persona de apoyo en el exterior. Esta persona debe ser designada por el empleador antes de permitir el ingreso y debe aparecer referenciada en el permiso de ingreso/trabajo.

El vigía no debe ingresar al espacio confinado durante las operaciones en su interior y se debe evitar que su ubicación quede expuesta a puntos sobre la entrada del sitio o en sus inmediaciones, previniendo de esta manera ser afectado por corrientes con gases peligrosos, posibles incendios o explosiones.

Esta persona deberá disponer de los medios y procedimientos de comunicación necesarios para que pueda estar en contacto permanente con los trabajadores que realizan los trabajos, pueden ser radios, medios visuales, acústicos u otros medios que se definan, garantizando una adecuada comunicación. Así mismo, debe disponer de los medios de comunicación necesarios que le permitan establecer contacto inmediato con los medios de rescate externos, cuando así se requiera.

Debe ser una persona que cuente con formación adecuada y suficiente en la interpretación de los datos que suministra el equipo de medición, en los signos y síntomas que pueden presentar los entrantes ante la exposición a gases inflamables, tóxicos y asfixia, y en la gestión de situaciones de emergencia, en los procedimientos y planes de rescate. También se debe establecer claramente en qué casos el vigía puede o no iniciar el rescate de accidentados y en cuáles está rotundamente prohibido su participación directa en el proceso de ingreso para proceder en el rescate de personas, teniendo que recurrir a los equipos de personal de rescate especializados.

En los accidentes por asfixia o intoxicación, la gravedad de las lesiones sufridas depende en gran medida del tiempo que transcurra desde la aparición de los primeros síntomas hasta la prestación de auxilio al accidentado, razón por la cual, el papel del vigía en el monitoreo de los entrantes es clave para garantizar su seguridad y la efectividad en un proceso de rescate.

En el interior de los espacios confinados ocurre frecuentemente que, como consecuencia de la debilidad general y el estado de confusión que se presenta en las primeras fases de la asfixia o intoxicación, se le imposibilite al accidentado poder salir del espacio por sus propios medios, por lo que la situación desfavorable para el entrante se intensifica en la medida en que la exposición se prolonga. Por estas razones y otras más intuitivas relacionadas con la necesidad de ayuda en casos de lesiones físicas, por indisposiciones naturales o por simples incidencias del trabajo, resulta imprescindible planificar y establecer una vigilancia permanente desde el exterior que le permita cubrir estas emergencias.



10.2 Ventilación

Tanto la ventilación como la inertización son medidas que comparten aspectos dentro de las medidas de prevención y protección. En la construcción de este documento se han considerado dentro de las medidas de protección, dado que la aplicación de las mismas, si bien deben tener amplios componentes de planeación, son acciones de control realizadas directamente sobre el espacio confinado antes y durante la realización del trabajo. En la construcción de su programa de gestión para trabajos en espacios confinados podrá ubicar estos controles donde lo estime pertinente, alineados con las condiciones de los espacios confinados de su empresa o las indicaciones reglamentarias vigentes en su país.

La ventilación es una medida de control que debe ser considerada en cualquier espacio confinado, aún cuando en el mismo no se presenten atmósferas enrarecidas antes de ingresar. Esta debe ser establecida como la primera medida de control antes de pensar en el uso de elementos de protección respiratoria, que solo deben ser utilizados cuando los trabajos dentro del espacio confinado así lo requieran o por la imposibilidad de realizar técnicas de ventilación.

La ventilación puede ser una circunstancia que también puede ser considerada como medida preventiva cuando se realiza para cambiar las condiciones de la atmósfera antes de permitir un ingreso, sin embargo, en esta guía será tratada como una medida de protección.

El desarrollo de algunos trabajos e, incluso, la sola presencia de trabajadores dentro de un espacio confinado respirando, pueden llegar a afectar la disponibilidad de oxígeno en el aire al interior del espacio. Por esto, contemplar estrategias de ventilación para el espacio confinado garantiza la seguridad de los entrantes y, siempre que sea posible, favorece la ventilación natural del sitio. Este protocolo debe ser realizado antes del ingreso a un espacio confinado cuando se ha considerado como una medida de control.

La ventilación de los espacios confinados es, quizá, la técnica de control más intuitiva y constituye una medida fundamental de prevención, tanto por la relativa sencillez de su aplicación como por su eficacia. Esta medida es indispensable aún en el caso de que las evaluaciones del ambiente interior den resultados satisfactorios (Osalan, 2003), ya que existe la posibilidad de:

- ⦿ Que estén presentes o se generen contaminantes peligrosos inesperados o difícilmente detectables con los instrumentos de medida habituales.
- ⦿ Que el ambiente se degrade con tal rapidez que los aparatos de medida no puedan alertar con suficiente antelación.
- ⦿ Que se produzcan errores en las mediciones por el manejo incorrecto de los instrumentos de medida, por una falla en su funcionamiento, en la metódica seguida, etc.

Para el caso colombiano, en el artículo 22 de la resolución 491, se dictan algunas disposiciones referentes a la ventilación en espacios confinados. Partiendo de que las mismas son reguladas, deben ser consideradas en los procedimientos y deben hacer parte del programa de gestión para trabajos en espacios confinados, sin embargo, su aplicación debe estar a cargo de personas competentes (idóneas), dado que su aplicación sin el análisis respectivo puede generar otro tipo de peligros, como se revisará detalladamente en la guía.

A continuación, se detallan los requisitos de ventilación descritos para Colombia:

Artículo 22. Sistemas o equipos de ventilación. Son un control a riesgos en atmósferas potencialmente peligrosas, pueden ser naturales o forzadas. Ventilación forzada hace referencia a procesos de intercambio de aire por medio de inyección de aire respirable, extracción de aire o combinación de estos métodos. Los sistemas de ventilación forzada deben contar con un diseño en el cual se especifique el flujo de aire removido o inyectado. La ventilación forzada puede ser general o local; el uso de cada una depende del análisis de riesgos de la actividad. La ventilación será obligatoria, cuando:

- a) El Límite Explosivo Inferior (LIE) de vapores inflamables esté por encima de los límites permitidos.
- b) Se encuentren atmósferas enriquecidas de oxígeno.
- c) Se realicen trabajos con emisión de contaminantes (productos químicos, polvos, vapores, humos) y el volumen de producción de estos pueden transformar el espacio en una atmósfera tóxica.

En caso de que se demuestre la imposibilidad de utilizar un sistema de ventilación para contar con una atmósfera respirable, el empleador y/o contratante debe implementar otros controles que garanticen la seguridad del trabajador, los cuales deben estar debidamente documentados en el Análisis de Procedimiento Administrativo (APA).

En atmósfera IPVS y deficientes de oxígeno, si no se pueden controlar por otros medios, el empleador y/o contratante debe proveer a sus empleados de uno o varios de los siguientes respiradores de acuerdo con el tipo de peligro:

- a) SCBA para una autonomía acorde al tiempo de exposición a la atmósfera peligrosa (mínimo de 30 minutos).
- b) Combinación de línea de aire con suministro externo de aire respirable a presión positiva con pieza facial de cara completa y un equipo de escape de aire respirable.





- c) Combinación de línea de aire con suministro externo de aire respirable a presión positiva con pieza facial integral (protección respiratoria, visual, cutánea facial y de impacto).
- d) Los equipos de aire respirable de escape certificados para evacuación, tanto en zonas con atmósferas contaminantes como atmósferas IPVS y con deficiencia de oxígeno₁₀.
- e) El uso de equipos de ventilación forzada se realizará atendiendo las recomendaciones de uso y mantenimiento emitidas por el fabricante.
- f) Los equipos de ventilación forzada serán inspeccionados antes de cada uso, verificando su adecuado funcionamiento y que su ubicación garantiza que el punto de toma de aire obtiene aire sin contaminantes y el punto de descarga donde se evacúa el aire extraído (cuando aplique) no presenta riesgos adicionales derivados de la evacuación de estos gases.

10.2.1. Ventilación natural

La ventilación natural es el paso de aire externo hacia el interior del espacio confinado, sin que medie algún sistema de ventilación mecánico en el proceso.

En entornos donde existe presencia de atmósferas peligrosas o en ambientes donde a pesar de no tener presencia de gases o vapores por encima de los límites de exposición, se deben establecer protocolos que prohíban el ingreso de trabajadores a un espacio confinado hasta que la atmósfera no se encuentre en niveles de exposición permisibles, incluso, si para este fin se hace necesario realizar ventilación forzada o artificial.

La ventilación natural suele ser muy lenta y no existe una manera particular para certificar que el número de recambios de la atmósfera dentro del espacio confinado sea adecuado para garantizar la seguridad de los entrantes, más cuando muchas personas participan de la actividad, ya que la ventilación puede ser insuficiente para mantener condiciones adecuadas de trabajo. De igual manera, en condiciones específicas, la ventilación natural será insuficiente para llevar aire fresco a algunos rincones del espacio confinado.

Teniendo en cuenta las limitaciones que presentan los procesos de ventilación natural, no se debería considerar adecuada si la misma no se realiza con por lo menos dos entradas abiertas que puedan generar una corriente de aire o cuando los espacios confinados son más profundos que 2 metros. La efectividad de la ventilación natural está condicionada por las condiciones del exterior donde se toma el aire, en especial, por la intensidad y velocidad del viento, esto hace que dentro del espacio confinado en las áreas inferiores puedan permanecer intactas capas con acumulaciones de gases o vapores más pesados que el aire.

10.2.2 Ventilación forzada

También conocida como ventilación mecánica, es el proceso mediante el cual se suministra, extrae aire o una combinación de ambos, de un determinado espacio, utilizando dispositivos mecánicos (ventiladores) con el objeto de controlar:

- ⊙ Los niveles de calor.
- ⊙ Extraer gases contaminantes.
- ⊙ Diluir partículas y polvillo producto de procesos industriales.
- ⊙ Proveer oxígeno o aire respirable necesario para el personal que ingresa al espacio confinado.

La ventilación forzada es utilizada cuando la ventilación natural es insuficiente o no tiene la capacidad de mantener un espacio determinado en condiciones confortables.

Se aconseja aplicar ventilación forzada siempre que:

- ⊙ La ventilación natural no sea satisfactoria o sea insuficiente para garantizar los adecuados niveles de seguridad en la atmósfera del espacio confinado.
- ⊙ El resultado del monitoreo inicial o permanente de la atmósfera así lo aconseje.
- ⊙ Se realicen trabajos con emisión de contaminantes (soldaduras, pinturas, entre otros).
- ⊙ Siempre que suponga una mejora significativa de la calidad del ambiente interior.

10. Si bien la resolución indica el uso de estos equipos, vale la pena resaltar que los equipos de escape solo deben ser usados en situaciones de evacuación o escape de espacios confinados, nunca deben ser usados para un ingreso al espacio confinado.



Un aspecto que es recomendable aclarar es que la ventilación se realiza con aire respirable, nunca con oxígeno, debido al riesgo de incendio que implica. La ventilación debe buscar abarcar todos los puntos del espacio confinado donde pueda haber exposición continuada o circunstancial a la atmósfera por parte de los entrantes.

Figura 55. Ejemplo de vigía, inyección de aire en un pozo de petróleo abandonado (...) antes de enviar trabajadores a un espacio confinado



Fuente: https://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/espacios_confinados.html?&sti=nabsx809t5zmirqphb&mediapopup=9263545

Es recomendable, cuando así se determine por parte de la persona competente, comprobar la ventilación realmente existente, por ejemplo, mediante velómetros y tubos fumígenos diseñados para la detección de corrientes de aire. También es importante comprobar la eficacia de la ventilación establecida mediante la evaluación continuada de peligrosidad de la atmósfera interior (Instituto de Salud Pública de Chile, 2016). Estos controles deben hacer parte de la planificación realizada previa al ingreso confinado y al establecimiento de protocolos de medición permanente por parte de vigías y/o entrantes cuando se está realizando ventilación forzada para remover o diluir contaminantes.

Se estima que un nivel de ventilación adecuado en el interior de un lugar de trabajo supone una renovación mínima de 50 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador. Si no se puede garantizar dicho flujo de aire limpio en el interior de un espacio confinado, este se considerará como desfavorablemente ventilado (Basterretxea, 2016). El cálculo de dicho flujo, si bien no responde a complejas fórmulas, sí debe ser realizado por una persona competente, al ser muchas las variables a considerar, tales como volumen del sitio, dimensiones, tamaño de la entrada, flujo del equipo seleccionado, cantidad de entrantes, entre otras.

Para entender el concepto es interesante tener algunos ejemplos. Disponer un equipo de suministro de ventilación forzada con determinada capacidad en un lugar de pequeñas dimensiones puede resultar en una ventilación adecuada, pero no un recinto confinado de grandes dimensiones, donde (50 m³/h)/trabajador pueden no garantizar la adecuada ventilación.

Basterretxea (2016) indica que para las galerías eléctricas se exige una ventilación natural mínima de seis veces la atmósfera interior por hora, por lo cual, también puede apropiarse de dicho nivel y adaptarlo de tal forma que se pueda considerar que un espacio confinado se encuentra bien ventilado si se cumple con este criterio.

Figura 56. Trabajo en espacio confinado al cual se le inyecta aire cuando cortan la tubería vieja de un pozo de petróleo en preparación para tapar el pozo en Nueva Zelanda



Fuente: <https://previews.123rf.com/images/petervick167/petervick1671712/petervick167171200004/92635444-moana-nova-zel%C3%82n-dia-o-27-de-outubro-de-2017-as-fa%C3%ADs-cas-voam-enquanto-os-coordenadores-cortaram-a-tubula.jpg>



Figura 57. Equipo autónomo extractor de olores sin necesidad de generadores, especial para la ventilación de alcantarillas



Fuente: <http://iverna2000.com/wp-content/uploads/2016/11/DSC00008-600x600.jpg>

Figura 58. Equipo para inyección/extracción de aire dentro de espacios confinados con barandas integradas



Fuente: http://iverna2000.com/wp-content/uploads/2016/11/IMG_2234-600x600.jpg

10.2.3 Ventilación combinada

En algunos casos, buscando lograr una mayor efectividad, se podrá combinar la inyección de aire con la extracción de aire (ventilación combinada). Utilizando dos equipos se puede mejorar bastante el rendimiento de la ventilación interior del espacio confinado. Esta técnica, además de efectiva, resulta en un incremento de la velocidad a la que la atmósfera enrarecida mejora y en una reducción considerable del tiempo necesario para realizar una purga, por esto es usado en las labores de rescate habitualmente.

También se usa cuando se requiere acelerar el proceso de recambios de la atmósfera en el espacio confinado para que sea más rápido el proceso de ajuste y adecuación para el ingreso en trabajos que requieren intervención urgente.

Cabe anotar que los procesos de extracción tienen una ventaja adicional y es que permiten dirigir la bocanada de extracción a sitios donde es más difícil que una inyección de aire no dirigida pueda llegar. En labores específicas que implican desprendimiento de gases y vapores peligrosos también es importante que el equipo de extracción se pueda direccionar a estas áreas.

10.2.4 Caudales de ventilación

Una vez seleccionado el sistema de ventilación adecuado al espacio confinado en el que se realizará el trabajo (natural, forzada por inyección, forzada por extracción o forzada combinada), es importante considerar el flujo necesario y adecuado para que la misma sea efectiva.

Cuando se conoce la concentración de contaminante, la velocidad de emisión o generación, las dimensiones del lugar, el consumo de oxígeno, así como las corrientes de aire presentes, pueden calcularse las necesidades de ventilación del espacio confinado. Este proceso se realiza de la misma manera en que se realizan los estudios de las condiciones de ventilación necesarias para un puesto de trabajo en el exterior. Pero la realidad es que, en materia de espacios confinados, en ocasiones, no se conocen estos datos, de manera que la realización de un estudio fiable sobre las necesidades de ventilación del lugar puede tornarse difícil.

En estos casos en los que no existe una evaluación de riesgos que nos indique la ventilación adecuada, Basterretxea (2016) recomienda, antes de la entrada del espacio confinado, la introducción de aire exterior y sin contaminación alguna, a un ritmo de 10 veces el volumen interior del mismo por hora, a modo de purga, hasta haber renovado el volumen total del espacio y luego suministrar aire en los caudales de renovación descritos en el capítulo 10.2.2 Ventilación forzada de esta guía.

Si el equipo de medición indica que las condiciones en el espacio confinado, aún con la ventilación en los parámetros descritos anteriormente, no son los de una atmósfera respirable, se recomienda ventilar 20 minutos más antes de realizar una nueva medición. Esta situación puede responder a un cálculo inadecuado de la ventilación o en su defecto puede significar que dentro del espacio confinado hay una fuente continua de un gas contaminante. En caso de no conseguir



un ambiente respirable, deberá abandonarse el trabajo o tomar otra serie de medidas (uso de protección respiratoria), además de la ventilación, o medidas más complejas como la inertización, si se considera una herramienta viable.

En el caso de realizar aspiraciones localizadas sobre un foco puntual, y dado que no se requieren flujos tan altos de aire, el intercambio de volumen con el exterior será sensiblemente menor. En el caso de no ser posible un ritmo de ventilación adecuado, se deberán tomar en consideración otros tipos de medidas, evitando que un posible foco de contaminantes o de anoxia puedan poner en peligro a los operarios presentes en el interior del espacio confinado.

En la ventilación de atmósferas inflamables se utilizan ventiladores, motores y otros equipos para ventilar gases y vapores, pero también polvos inflamables o explosivos. Los equipos que se usen deben ser equipos que sean intrínsecamente seguros. En estos casos se deben tener cuidados adicionales tales como que el equipo debe estar debidamente aislado y conectado a tierra según corresponda, para controlar la acumulación de electricidad y descargas.

De manera general, se encuentran los siguientes tipos de equipos para ventilación o extracción de aire en espacios confinados:

Tabla 16. Tipos y características de equipos de ventilación

Tipo	Características	Imagen
Axial	<p>Ligero, funciona moviendo el aire en forma paralela a su eje y a través de sus hélices o álabes. Suele utilizarse en lugares que necesiten un alto caudal de aire a una baja presión estática.</p> <p>Vienen para ser conectados a fuentes de electricidad.</p>	 <p>Figura 59. Ventilador con ducto flexible tipo axial. Fuente: https://www.airetecnica.com.co/wp-content/uploads/2013/06/windyefh121.jpg</p>
Centrífugo	<p>Desplazan el aire en 90°, lo que permite estabilizar las corrientes de aire en ambientes de máxima presión estática.</p> <p>Suele utilizarse un ventilador centrífugo donde el aire necesita moverse contra una presión estática moderada.</p> <p>Viene para ser conectado a fuentes de electricidad o con generadores a base de combustibles.</p>	 <p>Figura 60. Ventilador tipo centrífugo. Fuente: http://airsystems.com/downloads/2011%20AS1%20Spanish%20Catalog.pdf</p>
Venturi	<p>Económico, su funcionamiento es tomar un volumen de aire en alta presión, creando una acción tipo Venturi, la cual resulta en inhalación de grandes volúmenes de aire por su base y los despide por su difusor.</p> <p>Se utiliza para ventilar vapores o humos peligrosos de forma segura.</p> <p>Funciona con aire comprimido o vapor.</p>	 <p>Figura 61. Ventilador tipo Venturi. Fuente: http://airsystems.com/images/sitePics/dominion%20023.jpg</p>

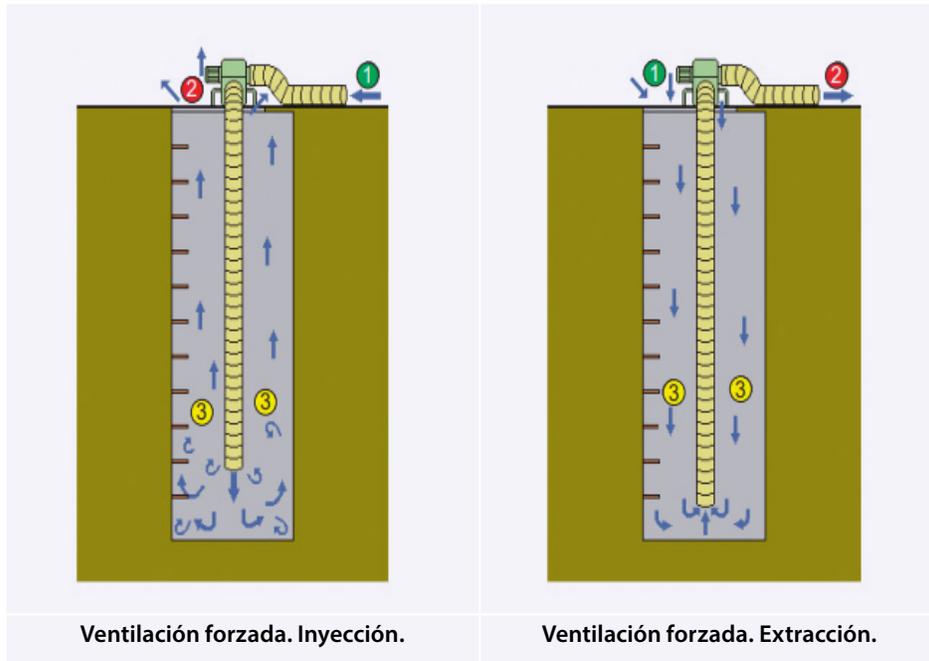


10.2.5 Configuraciones de la ventilación

La configuración de la ventilación es importante para obtener los máximos beneficios, eficiencia y eficacia del sistema de ventilación.

Osalan (2003) propone un conjunto de configuraciones para los procesos de inyección y extracción en diferentes tipos de espacios confinados. A continuación, se muestran algunas configuraciones de la ventilación y sus beneficios:

Tabla 17. Ventilación de espacios confinados verticales sin aberturas horizontales con ventilación portátil



Fuente: Osalan (2003)

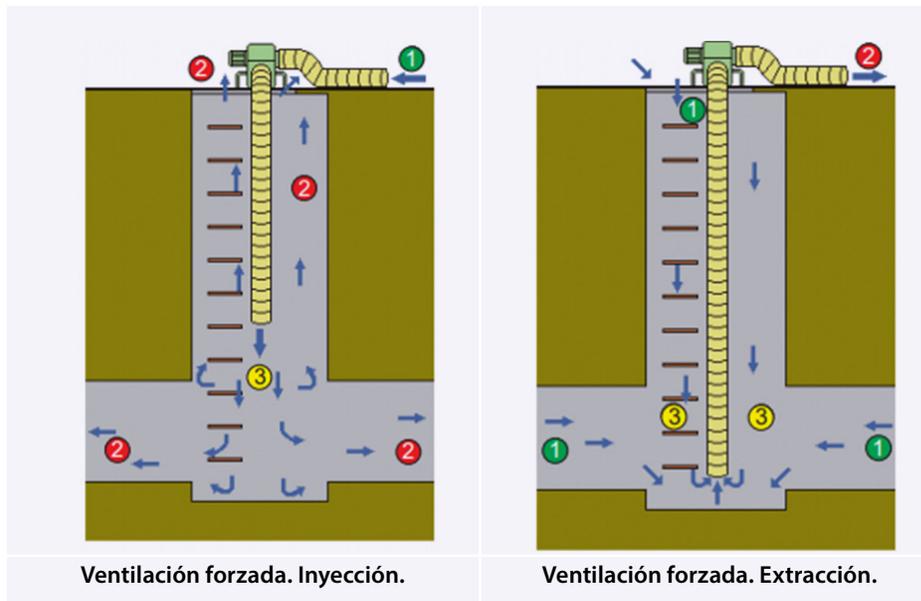
Tabla 18. Resultados esperables de las técnicas de inyección y/o extracción de aire de acuerdo con las figuras de la Tabla 17

Características	Resultados esperables Ventilación forzada. Inyección	Resultados esperables Ventilación forzada. Extracción
(1) Toma de aire	Puede resultar contaminado por el aire expulsado.	Puede resultar contaminado por escapes de motores próximos.
(2) Salida de aire	Puede afectar a personas próximas a la boca de entrada.	Fácilmente controlable.
(3) Zona de exposición	Corrientes de aire turbulentas. Posible presencia de polvo o contaminantes por agitación del fondo.	Corrientes de aire uniformes. Aire limpio
Aplicación como ventilación previa a la entrada	Eficaz, situando la boca de soplado próxima al fondo. La eficacia disminuye a medida que la boca de soplado se aleje del fondo.	Eficaz, situando la boca de aspiración próxima al fondo. Ineficaz, situando la boca de aspiración lejana al fondo.
Aplicación como ventilación continuada durante la permanencia	Eficaz, si actúa directamente sobre la zona de exposición, pero puede resultar molesto. En otras condiciones, los resultados pueden ser muy variables.	Eficaz, situando la boca de aspiración próxima al fondo. Ineficaz, situando la boca por encima de la zona de exposición.

Fuente: Osalan (2003)



Tabla 19. Ventilación de espacios confinados verticales con aberturas horizontales con ventilación portátil



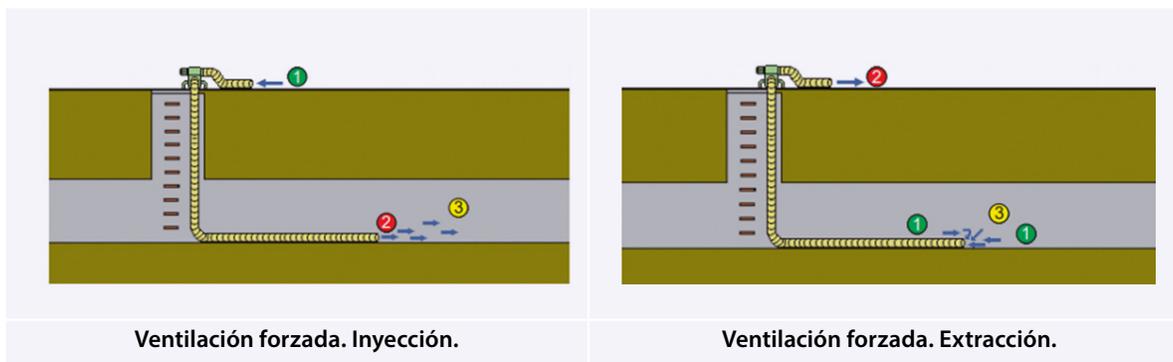
Fuente: Osalan (2003)

Tabla 20. Resultados esperables de las técnicas de inyección y/o extracción de aire de acuerdo con la Tabla 19

Características	Resultados esperables Ventilación forzada. Inyección	Resultados esperables Ventilación forzada. Extracción
(1) Toma de aire	Normalmente, aire limpio.	Aire procedente de la red de alcantarillado.
(2) Salida de aire	Mayoritariamente a través de la red.	Al exterior, fácilmente controlable
(3) Zona de exposición	Aire limpio donde la boca de expulsión actúa directamente. En el resto, contaminación muy variable	Puede resultar muy afectada por el ambiente de la red general.
Aplicación como ventilación previa a la entrada	Aceptable, situando la boca de soplado por encima de las aberturas de comunicación.	Ineficaz.
Aplicación como ventilación continuada durante la permanencia	Aceptable, si actúa directamente sobre la zona de exposición, pero puede resultar molesto. En otras condiciones, los resultados pueden ser muy variables.	Ineficaz.

Fuente: Osalan (2003)

Tabla 21. Ventilación de espacios confinados con canalizaciones horizontales ubicando la bocatoma en el espacio horizontal



Fuente: Osalan (2003)



Tabla 22. Resultados esperables de las técnicas de inyección y/o extracción de aire acorde a la Tabla 21

Características	Resultados esperables Ventilación forzada. Inyección	Resultados esperables Ventilación forzada. Extracción
(1) Toma de aire	Normalmente, aire limpio.	Aire procedente de la red de alcantarillado.
(2) Salida de aire	A través de la red.	Al exterior, fácilmente controlable
(3) Zona de exposición	Aire limpio solamente donde la boca de expulsión actúa directamente.	Aire idéntico al de la red general.
Aplicación como ventilación previa a la entrada	Aceptable, solamente para la zona donde actúa directamente la boca de expulsión.	No aplicable. No es posible controlar el aire de renovación.
Aplicación como ventilación continuada durante la permanencia	Aceptable, siempre que la corriente de aire se dirija directamente a las personas expuestas.	No aplicable. No es posible controlar el aire de renovación.

Fuente: Osalan (2003)

10.2.5 Ventilación en trabajos con generación de contaminantes

Existen trabajos dentro de espacios confinados donde, por la naturaleza de la tarea, se generan trabajos con focos de emisión localizada de contaminantes tales como operaciones de soldadura, oxicorte, entre otros.

La ventilación más adecuada para aplicar en cualquier espacio confinado donde se presenta generación de contaminantes es el sistema de extracción localizada, con la boca de aspiración actuando directamente sobre la fuente de emisión. Cuando se realizan trabajos con fuentes de emisión extensas, como las operaciones de pintura e impermeabilizaciones, entre otras, la ventilación más eficaz es la conseguida barriendo la superficie de emisión con aire impulsado y controlando simultáneamente su evacuación mediante aspiración forzada, si es necesario.

10.2.6 Ventilación de espacios confinados con atmósferas potencialmente explosivas o inflamables

Como se vio en capítulos anteriores, la existencia de una atmósfera explosiva está directamente relacionada con la cantidad de gas o vapor inflamable en la atmósfera, pero también con el aire (y el oxígeno en el contenido). Normalmente, el control aplicable sobre los gases inflamables es la aplicación de ventilación por extracción (aunque técnicas de inertización también pueden ser consideradas). En casos extremos puede ser preciso eliminar los gases extraídos en quemadores especiales.

Esta es, quizás, una de las condiciones de ventilación más exigentes y que requiere de la pericia, experiencia y conocimiento de la tarea. No todos los espacios confinados con atmósferas potencialmente explosivas o inflamables son susceptibles de ser ventilados. Esta decisión dependerá de la fuente de la sustancia que la hace inflamable, la posibilidad de suspender estas fuentes, el nivel de la sustancia en la atmósfera, entre otras, pasando por la selección de un equipo adecuado.

Durante las operaciones de ventilación forzada de estas áreas es conveniente situar la boca de aspiración en la zona alta o baja del espacio confinado, dependiendo de si el gas o vapor inflamable es menos o más denso que el aire, respectivamente. En ambos casos es necesario tener una entrada de aire limpio por la zona opuesta del espacio confinado que reemplace inmediatamente el aire extraído, de forma que su barrido sea total. Se entiende que los ventiladores usados en estas operaciones deben ser intrínsecamente seguros, debidamente aterrizados y las mangueras de material que eviten la acumulación de electricidad estática.

10.2.7 Cálculos de la ventilación

El diseño de la ventilación debe estar a cargo de personas competentes en los aspectos de ingeniería, calificados para realizar el cálculo y diseño de la ventilación, así como de seleccionar los equipos necesarios.

Con el fin de ventilar adecuadamente un espacio, se debe utilizar un ventilador de tamaño y suministro de aire en pies cúbicos por minuto (CFM, por sus siglas en inglés) adecuado al número de trabajadores, determinando como variables: el tamaño, la potencia del ventilador y el tiempo que se necesita para ventilar el espacio.

Un ejercicio práctico que se puede realizar es:

- Determinar el volumen. Para tal fin, se deben tener las dimensiones del espacio y, si tiene muchas alteraciones en



su forma, se debe determinar el área geométrica más cercana a las dimensiones existentes y calcular este volumen conservando un amplio factor de seguridad. Por ejemplo, en un tanque de 10 metros de diámetro y 10 metros de altura tendrá un volumen de:

$$\text{Volumen de un cilindro} = \pi * r (\text{radio})^2 * h (\text{altura})$$

$$\text{Volumen del cilindro} = 3.1416 * 5m^2 * 10m$$

$$\text{Volumen del cilindro} = 785 m^3$$

Redondeando, se puede decir que el volumen es de 800 m³

Figura 68. Volumen de un cilindro



- ☉ Consulte en la placa o ficha técnica del equipo el caudal de descarga que suele estar en pies cúbicos por minuto (CFM) o metros cúbicos por minuto.

Por ejemplo, considere un equipo de ventilación axial de capacidad de 5800 CFM o 164.28 m³ / min

- ☉ Ahora divida el volumen del espacio por la potencia de salida del ventilador para determinar cuánto tiempo se tardará en completar un intercambio de aire.

$$\text{Tiempo de intercambio de aire dentro de la atmósfera del tanque} = \frac{\text{volumen del tanque}}{\text{caudal del equipo}}$$

$$\text{Tiempo de intercambio de aire dentro de la atmósfera del tanque} = \frac{800 m^3}{160 m^3 / \text{min}}$$

Algunos accesorios como curvas y conductos generan pérdidas. Consulte con el proveedor de los accesorios para verificar las pérdidas generadas por estos accesorios y descuéntelos del caudal bruto del equipo.

$$\text{Tiempo de intercambio de aire dentro de la atmósfera del tanque} = 4,87 \text{ min}$$

Lo anterior quiere decir que el equipo reemplazará la atmósfera del tanque aproximadamente cada 4,87 minutos (redondeado serían 5 minutos). Si la persona competente definió que la atmósfera se recambie 10 veces, querría decir que se deben esperar casi 50 minutos.

10.3 Comunicación

Siendo la comunicación una herramienta crítica, pero básica, de control de la seguridad del personal entrante, es importante tener el equipo de comunicaciones adecuado en el área de trabajo de la totalidad del espacio confinado.

Un equipo de comunicaciones que pueda ser usado en estos ambientes debe ser:

- ☉ Confiable.
- ☉ Permitir a los trabajadores comunicarse de manera fácil y sencilla, incluso, con sistemas manos libres o de comunicación abierta.
- ☉ Permitir mantener comunicación frecuente que permita al vigía mantener control del estado de los entrantes y valorar cambios de tonos de voz, cansancio, fatiga, desconcentración o desubicación espacio-temporal derivada de una afectación por los riesgos presentes en el espacio confinado.
- ☉ Con baterías que garanticen su uso continuo durante las tareas planeadas.

En caso de emergencia, el equipo de comunicaciones permite llamar a una persona rápidamente.

Los sistemas de comunicaciones operados con activación por voz se utilizan con frecuencia, pues permiten que el trabajador se mueva libremente en el espacio confinado y eliminan la necesidad de operar manualmente un sistema de comunicación.



Se debe tener un cuidado especial para garantizar que las baterías de todos los dispositivos de comunicaciones estén en buen estado de funcionamiento y que el rango de los dispositivos es suficiente para garantizar la transmisión desde cualquier parte del área de trabajo del espacio confinado.

Todas las líneas para la comunicación en caso de emergencias deben hacer parte del plan de rescate y ser conocidas y verificadas antes de autorizar el ingreso al espacio confinado.

Los dispositivos de alarma corporal (hombre caído) han sido sistemas usados con frecuencia por brigadas contra fuego. Es importante que en espacios confinados donde es difícil establecer contacto visual entre los entrantes y el vigía se pueda considerar incorporar este tipo de equipos para su operación. Algunos equipos de monitoreo de atmósferas cuentan con este dispositivo incorporado. Este sistema viene diseñado para alarmar de forma sonora, si el portador no se mueve durante un periodo de tiempo específico, y alerta a otros trabajadores, así como al vigía, cuando un trabajador no se mueva por haber perdido el sentido. Esto permite al vigía saber la condición en que se encuentran los trabajadores dentro del espacio confinado y solicitar auxilio, si es necesario.

Osalan (2003) propone un ejercicio para seleccionar el equipo de comunicación adecuado para su operación (Tabla 23).

Tabla 23. Sistemas de comunicación

Sistemas de comunicación	
Necesidades de comunicación	Sistemas de comunicación utilizables
Interior - Exterior	<p>Visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⦿ Directa. ⦿ Mediante códigos de señales luminosas con linternas o similares (se debe establecer un código de comunicación). <p>Acústico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⦿ Mediante código de señales sonoras con bocinas neumáticas, silbatos o similares (se debe establecer un código de comunicación). ⦿ Alarmas sonoras manuales (se debe establecer un código de comunicación). ⦿ Avisadores de “persona inmóvil”, alarmas que se activan automáticamente ante la falta de movimiento durante un tiempo prefijado. <p>Con cuerdas: mediante código de señales con tirones</p> <p>Radiotelefónicos: mediante “walkie-talkies”, teléfonos móviles, buscapersonas, etc.</p>
Exterior - Centro de auxilio	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Radio en los vehículos de trabajo. ⦿ Teléfonos móviles. ⦿ “Walkie-talkies”.

Fuente: Osalan (2003)

En general, se pueden encontrar los siguientes medios de comunicación (Sonetics, 2019):

- ⦿ Radios con sistemas “push to talk” (PTT).
- ⦿ Sistemas manos libres: los trabajadores no tienen que presionar para hablar (PTT, por sus siglas en inglés) o marcar un teléfono inteligente. Además, si un trabajador está pidiendo ayuda mientras pierde el conocimiento, es posible que no pueda activar el PTT a tiempo.
- ⦿ Inalámbrico: sistemas sin agregar cables adicionales, micrófonos de solapa o auriculares.
- ⦿ Integrado con la protección auditiva: la totalidad de los sistemas de comunicación deben funcionar a pesar del ruido. El ruido constituye “un riesgo físico” si es lo suficientemente alto como para reducir sustancialmente la eficiencia de los oídos del participante para procesar las comunicaciones del asistente o supervisor de entrada, con respecto a las instrucciones de salida u otra información de emergencia, lo que perjudica la capacidad del empleado en el espacio confinado, obstaculizando la salida del espacio de forma segura.

Parte de las estrategias actuales de comunicación tiene que ver con la comunicación inalámbrica entre los equipos de monitoreo y dispositivos como computadores fijos, portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes que, a través de conexión tipo Bluetooth, permiten monitorear parámetros de los medidores e, incluso, de equipos de suministro de aire como SCBA y enviar alarmas a los equipos de medición para evacuar las áreas. La adquisición de este tipo de tecnologías dependerá de las estrategias de gestión de riesgos de la organización.



10.4 Inertización

Un método que se puede considerar para la inertización de un espacio es la inundación, donde los gases inflamables serán desplazados por parte de agua, que de manera controlada inundará el espacio confinado. El espacio confinado será llenado (desplazando los gases presentes) y, posteriormente, drenando el líquido aire del exterior, irá completando la atmósfera antes ocupada por el agua. En estos casos se debe tener claro que el recipiente es capaz de soportar las cargas derivadas de su llenado con agua y que los equipos e instalaciones internos no sufrirán daños. En algunas operaciones también se usa vapor de agua y gases de combustión como ejercicio de control de atmósferas explosivas.

Por otro lado, está la inertización con gases inertes. En Basterretxea (2016) se indica que un gas inerte es aquel que a presiones y temperaturas de utilización no reacciona con otros materiales.

Son gases nobles:

- Helio.
- Neón.
- Argón.
- Criptón.
- Xenón.
- Nitrógeno.
- Dióxido de carbono (o anhídrido carbónico).

También se utilizan diferentes mezclas de algunos de ellos. No se consideran como tales los gases que, pese a serlo en condiciones de presión y temperatura normales, pueden generar diferentes tipos de reacciones cuando estas condiciones son variables, pudiendo originar la presencia de gases tóxicos en algunas ocasiones. Es por estas características específicas de no reaccionar con otros que son ampliamente usados en tareas de inertización de espacios confinados.

La NTP 340 (INSHT, 1998) nos indica que los gases inertes son incoloros, inodoros e insípidos, por lo que su efecto asfixiante al desplazarse al aire se produce sin ningún signo fisiológico preliminar que señale su presencia. Esto puede hacerlos más peligrosos que gases tóxicos conocidos, de los que bastan pequeñas concentraciones en la atmósfera para que su olor característico y penetrante delaten su presencia. La simple inhalación de dos bocanadas de un gas inerte basta para perder la consciencia y en muy pocos minutos producir lesiones cerebrales irreversibles o la muerte por asfixia.

Es importante resaltar la ambigüedad que puede existir frente a la expresión “gases inertes”, llevando a veces a considerarlos como gases sin riesgo, cuando en realidad encierran el efecto de desplazar el oxígeno y generar atmósferas empobrecidas, haciendo que la accidentalidad sea la más elevada de entre los gases industriales (INSHT, 1998). Cuando en operaciones de espacios confinados se determine usar la inertización como estrategia de control para atmósferas explosivas o atmósferas sobre oxigenadas, es importante dejar claro dentro de la planeación las estrategias posteriores (inyección de aire) para controlar el nuevo riesgo generado de una atmósfera llena con el gas inerte y con poco o nulo nivel de oxígeno.

Como tal, la inertización es la introducción de un gas inerte en un espacio, casi siempre con el objetivo de desplazar y controlar una atmósfera explosiva o sobre oxigenada. La adición de este gas inerte provocará, por desplazamiento, la disminución de todos los gases presentes en el espacio confinado, incluidos el gas inflamable y el oxígeno. La planeación deberá indicar las cantidades suficientes para empobrecer la proporción del oxígeno, de manera que no se genere la combustión de los gases inflamables presentes en la instalación.

El gas más utilizado es el Nitrógeno (N_2), en menor medida se usa el Dióxido de Carbono (CO_2). Otros gases nobles no tienen un mayor uso en la industria.

Existe también la posibilidad de inertizar atmósferas de polvo explosivo añadiendo gases o sólidos inertes, que no sean capaces de reaccionar con el combustible y disminuyendo así la concentración del mismo en el aire, en caso de generarse una turbulencia con la correspondiente nube. Como inertes sólidos pulverulentos, los más utilizados son el sulfato de cal, el fosfato amónico, el bicarbonato sódico y la cal natural en polvo (Basterretxea, 2016).

Cuando se contempla la inertización como medida de control, una persona competente tendrá que diseñar un proceso de tal manera que el ejercicio de inyección del gas noble sea lo suficientemente eficiente para reducir el riesgo que se pretende controlar, pero evitando llegar a límites que el control posterior del gas noble genere reprocesos o pérdidas de tiempo o eficiencia del proceso. Basterretxea (2016) indica que, cuando se realiza una inertización con gases, habrá que tener en cuenta una serie de aspectos para que esta sea efectiva, estos se enuncian a continuación:

- Conocer la concentración límite en oxígeno admisible para el combustible que está presente, que es la cantidad mínima de oxígeno que necesita para inflamarse y que varía con cada combustible. Se añadirá gas inerte hasta llegar hasta ese punto y un poco más, generando así un margen de seguridad adecuado.
- Si existe la posibilidad de que la concentración de oxígeno varíe con rapidez o de que sea muy diferente en las distintas partes del espacio confinado, el margen de seguridad al que se ha aludido antes deberá ser mayor.
- Asegurar que la cantidad de oxígeno no vaya a aumentar. Los sistemas de inertización suelen añadir el gas en cuestión, al producirse un aumento del nivel de oxígeno por encima de un cierto porcentaje. Esta situación aparece cuando se producen pérdidas en el sistema, por no tratarse de recipientes herméticamente cerrados.



- Habrá que tener en cuenta el tiempo necesario para que esta medida de protección resulte efectiva.

En espacios confinados donde el nivel de inflamabilidad está por debajo del LEL (LIE), la inertización no es eficiente y la ventilación por inyección diluirá la concentración de gas inflamable. Si, por el contrario, la medición indica que se encuentra por encima del límite superior de explosividad (UEL o LSI), la ventilación sería contraproducente, dado que, al reducir la concentración de gas inflamable, podría hacer que entrase dentro del rango de explosividad, generando un claro peligro de inflamación. A su vez, la inertización es un buen complemento al ayudar a disminuir el oxígeno en el espacio.

Por otro lado, en situaciones donde la atmósfera del espacio se encuentra dentro del rango de inflamabilidad, se podría realizar la ventilación tan solo con un equipo capaz de trabajar en atmósferas explosivas (ATEX) y asegurando un perímetro de seguridad adecuado alrededor del lugar donde se expulse la atmósfera inflamable. En casos extremos puede ser preciso eliminar los gases de extracción en quemadores que realicen una combustión controlada de los mismos. En estos casos, la inertización también puede ser considerada un complemento al ayudar a disminuir el oxígeno en el espacio.

10.5 Elementos de protección personal

10.5.1 Consideraciones del administrador para la adquisición y definición de equipos de protección personal (EPP)

Una amplia variedad de equipos de protección personal (EPP) está disponible para proteger a los entrantes de áreas de trabajo de espacios confinados. Es esencial que cada persona que ingrese tenga el equipo correcto y adecuado a cada tipo de ambiente y esté instruido en su uso seguro y efectivo. En ninguna circunstancia deberá un empleado ingresar a un espacio confinado sin el equipo y el entrenamiento apropiado.

10.5.2 Consideraciones de supervisión y uso de EPP

Una vez que la atmósfera del espacio confinado ha sido analizada, es necesario seleccionar el equipo apropiado de protección respiratoria para todos los entrantes que estarán trabajando dentro del espacio confinado.

10.5.3. Equipos de protección respiratoria

10.5.3.1 Calidad del aire

La pureza y calidad del aire comprimido en su uso como aire respirable dentro de un sistema de protección respiratoria es clave en la seguridad del usuario. Un aire de baja calidad puede generar daños en la salud e, incluso, la muerte del usuario.

Existen muchas normativas que regulan el uso y la calidad del aire respirable. Dependiendo de la aplicación, se pueden encontrar también recomendaciones en normativas no específicas.

Algunas de las más significativas son:

- CSA Z180.1:2013, Compressed breathing air and systems.
- CGA G7.1-2011, Specification. Breathing air standards.
- EN 12021:2014, Equipos de protección respiratoria. Aire comprimido para equipos de protección respiratoria aislantes.
- BS 4275:1997. Guide to implementing an effective respiratory protective device programme.
- NFPA 1989, 2008 Ed. Standard on Breathing Air Quality for Emergency Services Respiratory Protection.
- ANSI / ISA—S7.0.01-1996 Especificaciones de aire comprimido.
- OSHA 1910.134 Respiratory Protection-2004 Compressor (O).
- NFPA-99:2018, Health Care Facilities Code.

En este aspecto, se debe ser muy cuidadoso, porque pueden existir normativas locales en cada país que afecten el diseño de los equipos para estas aplicaciones, en especial, en los países de Latinoamérica, que más que productores son consumidores de equipos importados. Es conveniente tener presentes estas normas y asesorarse para verificar la calidad del aire usado en los equipos que suministrarán aire a los trabajadores dentro del espacio confinado. Para el caso de Colombia, los parámetros de calidad de aire están muy alineados a estos criterios y se encuentran descritos en las definiciones de la resolución 491 de 2020.

Por lo general, las normas fijan los aspectos básicos de la calidad del aire comprimido. La más específica es la EN 12021, que indica los siguientes aspectos que Mundo compresor (2019) ha resaltado:

- El aire comprimido no debe contener contaminantes en concentraciones que puedan causar efectos nocivos o tóxicos. En presencia de varios contaminantes, se deben tener en cuenta los efectos combinados.
- El contenido de lubricantes (gotas o nieblas) no debe exceder de 0,5 mg/m³. Cuando se trate de lubricantes sintéticos, ver el punto anterior.
- El aire no debe contener olor ni sabor significativos.
- El contenido de Dióxido de Carbono (CO₂) no debe ser superior a 500 ml/m³ (500 ppm).
- El contenido de Monóxido de Carbono (CO) debe mantenerse tan bajo como sea posible y no exceder los 15 ml/m³. Algunas normas son más restrictivas, con valores inferiores y tiempos de exposición limitados.



- No debe haber agua líquida libre.
- El aire comprimido debe tener un punto de rocío suficientemente bajo para evitar la condensación y la congelación. Cuando el equipo se utilice y almacene a una temperatura conocida, el punto de rocío debe ser al menos 5°C inferior a la temperatura más baja probable. Cuando las condiciones de utilización y almacenaje no se conozcan, el punto de rocío no debe exceder de -11°C.

Un punto de vista más amplio respecto de la calidad del aire de acuerdo con otras normatividades se describe en la siguiente figura:

Figura 69. Especificaciones de calidad de aire para uso en equipos de aire comprimido a partir de varias normas.

USO DE SCBA - ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE AIRE										
Especificación de calidad de aire	THC	CO	CH ₄	CO ₂	H ₂ O	DP, °F	O ₂	N ₂	OIL	OLOR
CGA Grade D (G-7.1-2011)	N/A	10	N/A	1000	67	-50	19,5 – 23,5	N/A	5	Ninguno / leve
CGA Grade L (G-7.1-2011) (SCBA)	N/A	10	N/A	1000	24	-65	19,5 – 23,5	N/A	5	Ninguno / leve
NFPA 1989-2013 (N)	25 T	5	N/A	1000	24	-65	19,5 – 23,5	75.0 – 81.0	2	Sin pronunciamiento
OSHA 1910.134 Respiratory Protection - 2004 Cylinder (Y)	N/A	10	N/A	1000	67	-50	19,5 – 23,5	N/A	5	Ninguno / leve
OSHA 1910.134 Respiratory Protection - 2004 SCBA (S)	N/A	10	N/A	1000	67	-50	19,5 – 23,5	N/A	5	Ninguno / leve

THC = Total de hidrocarburos gaseosos, ppm CO₂ = Dióxido de carbono, ppm O₂ = Oxígeno, volumen en %
 HS = Solventes halogenados, ppm CO = Monóxido de Carbono, ppm H₂O = Agua, ppm
 N₂ = Nitrógeno, volumen en % Olor = Olor suministrado por el cliente. CH₄ = Metano, ppm
 DP = Punto de rocío, ° F a 0 psig OIL (Aceite) = niebla de aceite y partículas, mg/m³

Fuente: <https://www.airchecklab.com/es/referencias/normas-especificaciones/scba-compressed-air-specifications/>

10.5.3.2 Respiradores purificadores de aire

Los respiradores purificadores de aire (APR, por sus siglas en inglés) son diseñados para el uso solamente en atmósferas que contienen suficiente oxígeno para mantener la vida (como mínimo 19.5% de volumen de oxígeno) y con concentraciones conocidas de gases, vapores y partículas. Con estos dispositivos, los cartuchos químicos/filtros especiales se utilizan para remover gases, vapores, polvos, nieblas y humos específicos del aire del ambiente antes de que sean inhalados.

Adicionalmente, para que el respirador sea efectivo, el nivel de contaminantes debe estar dentro de los límites específicos de concentración para el filtro y respirador. Generalmente, la vida útil de los cartuchos respiradores purificadores de aire depende no solamente de la concentración de los contaminantes, sino también del volumen de respiración del usuario y la capacidad del medio purificador de aire.

De manera general estos equipos están divididos en dos clases:

- Filtrador de partículas, elimina partículas tales como polvo, aerosoles y gases.
- Filtrador de vapor y gas, el cual elimina vapores y gases del aire que respiramos. Los gases y vapores (producidos por líquidos tales como solventes) se disuelven en el aire y no pueden atraparse con un filtro de partículas, en estos casos los filtros diseñados para estas aplicaciones filtran el aire inhalado a través de uno o más cartuchos que contienen químicos que absorben o cambian químicamente los contaminantes.

Sin embargo, existen algunas desventajas frente a el uso de los APR que se enuncian a continuación (División de Compensación para Trabajadores. DWC, 2019):

- Requieren que los usuarios realicen un esfuerzo adicional para respirar y requieren de supervisión médica para asegurar que los empleados estén médicamente aptos para utilizarlos.
- Si existe espacio en el interior del espacio confinado, pueden utilizarse los respiradores con purificador de aire motorizado (powered air-purifying respirators – PAPR, por sus siglas en inglés), los cuales utilizan un ventilador para extraer el aire a través de filtros.
- No proporcionan oxígeno; por lo tanto, no pueden utilizarse en atmósferas deficientes de oxígeno.



- Los medios de filtración deben estar diseñados específicamente para absorber o contrarrestar los contaminantes que están presentes. Si existe un contaminante diferente al del cartucho utilizado, la barrera no será efectiva.
- Si se usan en exceso, los respiradores pueden saturarse con partículas u otros contaminantes, y causar dificultades adicionales para respirar, hasta que se cambien las máscaras o filtros.
- El filtro viene diseñado para uno o varios contaminantes específicos. Si los contaminantes dentro del espacio confinado no pueden ser protegidos por el mismo filtro, la protección será inadecuada

Estos equipos deben ser utilizados solo si se cumplen los siguientes criterios:

- Quien lo utiliza está físicamente apto.
- Quien lo utiliza ha sido capacitado en su uso y conoce los riesgos a los que se encuentra expuesto y los derivados de su mal uso.
- Se conoce la identidad del contaminante y su concentración.
- La concentración de oxígeno es de por lo menos 19.5%.
- Es sabido que en el área de trabajo no existen fuentes de otros contaminantes.
- El respirador está aprobado para la protección contra el contaminante específico y para los niveles de concentración de la atmósfera.
- Son probados por el usuario antes de la exposición para asegurar que están bien instalados.

Tabla 24. Respiradores más comunes

<p>Desechable: usados para protección contra polvos y partículas irritantes</p>	<p>Respirador de un cuarto de cara: son utilizados con cartuchos o filtros de tela. Cubre desde la parte superior de la nariz hasta la parte superior del mentón (barbilla). Este tipo de mascarilla ofrece más resistencia a la respiración comparada con mascarillas más grandes.</p>
 <p>Figura 70. APR desechable. Fuente: https://provesicsa.com/2016/wp-content/uploads/2015/09/RESP091.jpg</p>	 <p>Figura 71. Respirador para químicos de un cuarto de cara. Fuente: http://imcolfer.com/30-thickbox_default/respirador-para-quimicos-.jpg</p>
<p>Mascarilla de media cara: se pone desde la parte inferior del mentón hasta la parte superior de la nariz. Se utiliza con uno o dos cartuchos para filtrar el aire, estos cartuchos son desechados una vez que se ha llegado al límite de su uso. Se usa para proteger contra pesticidas, vapores orgánicos, polvos, aerosoles, gases ácidos, amoníaco y combinaciones de estos elementos.</p>	<p>De cara completa: las mascarillas de cara completa utilizan cartuchos dobles, tanques. Todos los cartuchos aprobados para ser utilizados en mascarillas de media cara pueden usarse para la mascarilla de cara completa. Existe también varios cartuchos para mascarillas de cara completa.</p>
 <p>Figura 72. Respirador APR media cara. Fuente: https://multimedia.3m.com/mws/media/843185P/3m-half-facepiece-reusable-respirator-6200-07025aad.jpg</p>	 <p>Figura 73. Respirador APR cara completa (full face). Fuente: https://multimedia.3m.com/mws/media/730125P/3m-full-facepiece-reusable-respirator-6700.jpg</p>



Dentro de esta categoría se podrían incluir también los respiradores filtradores de partículas (PFR, por sus siglas en inglés) que proporcionan una barrera física contra polvo, aerosoles, gases y fibras. De manera general, son desechables y se colocan sin apretar sobre la nariz y la boca. Por su función desechable, los poros de los filtros se saturan rápidamente en condiciones de exposición que puede causar dificultad para respirar. Protegen contra pequeñas cantidades de contaminantes no tóxicos.

Figura 74. PFR Mascarilla respirador quirúrgico con filtro de partículas N95



Fuente: <http://www.lbf.cl/buscarProducto/images/009-03289.jpg>

Siempre que vaya a usar equipos de protección respiratoria con filtros, consulte las recomendaciones y manuales de fabricante para entender y conocer las limitaciones del equipo.

10.5.3.3. Respiradores con suministro de aire

Los respiradores con suministro de aire (SAR, por sus siglas en inglés) proporcionan aire limpio (de calidad definida en normas y estándares) al usuario mediante una fuente, tal como un compresor o un tanque de aire comprimido. Son utilizados cuando la atmósfera donde se realiza el trabajo contiene contaminantes que los respiradores purificadores de aire no pueden filtrar o en ambientes donde falta el oxígeno.

Se dividen en dos clases:

- ⦿ Respiradores autocontenidos o autónomos (SCBA, por sus siglas en inglés). El usuario transporta el tanque de aire.
- ⦿ Respiradores de línea de aire, donde el suministro de aire está a cierta distancia del usuario y es suministrado a la pieza facial a través de una manguera.

Algunas de las desventajas al usar los SAR, según la División de Compensación para Trabajadores (DWC, 2019), son:

- ⦿ Tienen una manguera cuya longitud máxima permitida es de 91,4 metros.
- ⦿ Limitan y restringen la movilidad.
- ⦿ La línea de aire puede dañarse, torcerse y enredarse.
- ⦿ El empleado cuenta solamente con una vía de entrada y salida.

10.5.3.3.1 Equipo de respiración autónomo

Los tipos de respiradores recomendados en las operaciones en el espacio confinado incluyen:

- ⦿ SCBA.
- ⦿ SCBA de doble propósito.
- ⦿ Respiradores de línea de aire combinados con un cilindro de escape.
- ⦿ Respiradores de escape.

Estos dispositivos varían en su diseño, aplicación y capacidad de protección. Es importante valorar primero el nivel de contaminantes en el sitio del trabajo. También, el conocimiento actualizado de las limitaciones de los dispositivos de protección respiratoria para asegurar la selección apropiada.

Los SCBA están equipados con un cilindro de aire llevado por el usuario que ofrece un suministro de aire limitado confiable sin mangueras o ataduras que impidan su movimiento.



Figura 75. SCBA



Fuente: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51c9zCn4CVL.jpg>

Los SCBA proporcionan el nivel más alto de protección respiratoria porque se diseñan para proteger a trabajadores en atmósferas deficientes en oxígeno y/o en atmósferas de IDLH. Su nivel de eficiencia está dado porque no filtran el aire del espacio, sino que son una barrera al aire del espacio confinado.

Los SCBA son útiles en aplicaciones de espacios confinados con entradas suficientes para permitir que el trabajador ingrese portando este aparato con su cilindro. Teniendo en cuenta estas dificultades, algunos proveedores de estos equipos usan cilindros de bajo perfil, que se diseñan para entradas a espacios confinados estrechas. En algunas organizaciones, que no cumplen con los requisitos establecidos en los instructivos para el uso adecuado de estos equipos, es común que primero ingrese el trabajador al espacio confinado y después se le alcanza al entrante el equipo. Frente a esta situación, se recomienda ser rigurosos en el respeto a los manuales de uso de los fabricantes y, bajo ninguna circunstancia, el trabajador debe entrar a un espacio confinado que contenga una atmósfera peligrosa o potencialmente peligrosa sin protección, o ingresar sin el equipo necesario para su protección, esperando que alguien le haga llegar el equipo SCBA cuando ya adentro.

Para aplicaciones de espacios confinados se debe usar un SCBA de demanda por presión o de presión positiva, el cual mantiene una presión positiva en todo momento dentro de la pieza facial. La ventaja de un aparato de presión a demanda es que mantiene una presión ligeramente positiva en la pieza facial, que le ayuda a prevenir que fugas de contaminantes vayan hacia el interior de la pieza facial. Los principales componentes del SCBA incluyen un cilindro de aire presurizado, un dispositivo de advertencia de baja presión, reguladores, una pieza facial, un portacilindro y un arnés. Según la División de Compensación para Trabajadores DWC (2019), la NFPA y OSHA está prohibido el uso del modo de demanda en los SCBA para trabajos en espacios confinados y para el departamento de bomberos, el personal de rescate de emergencias y trabajadores en áreas consideradas de Riesgo Inmediato para la Vida o la Salud (IDLH, por sus siglas en inglés).

Durante el uso de los SCBA, el aire presurizado en el cilindro es reducido por el regulador o los reguladores y se entrega al usuario en respuesta a sus requisitos de respiración.

En general, aunque esto depende de los fabricantes, los equipos SCBA están disponibles tanto en unidades de baja presión (tanques con una presión de 2216 a 3000 lb/pulg² manométrica - psig) y de alta presión (tanques con una presión de 4500 lb/pulg² manométrica - psig).

El aire se encuentra comprimido en los tanques (que pueden ser de acero, aluminio con aleaciones y fibra de carbono), en las unidades de alta presión. El aire se comprime alrededor del doble de las unidades de baja presión, razón por la cual, estas pueden tener mayor capacidad de almacenamiento y, como resultado, un mayor tiempo de disponibilidad de aire para el usuario. Si bien esto no es taxativo y es netamente nominal, se considera que el tiempo de aire de estos tanques es de aproximadamente 30, 45 o 60 minutos, sin embargo, esto depende del consumo de aire del usuario.

Los equipos de SCBA tienen una alarma que busca alertar al usuario de baja presión en el tanque, lo cual se traduce en tiempo de disponibilidad que está directamente asociado al consumo por parte del mismo. Esta alarma suena al consumir aproximadamente el 80% de aire en el tanque. Al sonar la alarma, el operario o rescatista debería iniciar las labores de abandono del espacio confinado, excepto que tenga una segunda fuente de aire respirable. Por esta razón, también es importante trazar los recorridos y tiempos de exposición y, si aplica, con rutas de escape. En operaciones con equipos SCBA es conveniente que se realice el ingreso en parejas.

Teniendo en cuenta las necesidades de los trabajos industriales y a un mito divulgado por diferentes medios, a través del cual se presume que el SCBA solamente es usado en rescates, dado su poco tiempo de disponibilidad, algunos



fabricantes han dado soluciones a estos requerimientos para que puedan ser usados masivamente en operaciones de espacios confinados.

En primera instancia, se encuentran los respiradores de línea de aire con cilindro de escapes. Con estos equipos, el trabajador ingresa conectado a una línea de aire y cuenta de manera adicional, en caso de emergencia, con un cilindro que le ofrece un tiempo de servicio nominal de entre 5, 10 o 15 minutos, dependiendo del equipo. El objetivo es que tenga tiempo para realizar un escape de emergencia.

Figura 76. Respirador de línea de aire y cilindro de escape



Fuente: <https://mx.msasafety.com/Equipos-de-suministro-de-aire/Equipos-respiratorios-con-1%C3%A9nea-de-aire/Respirador-de-suministro-de-aire-PremAir-Cadet-Escape/p/000010001700001003>

Figura 77. Respirador de línea de aire y cilindro de escape



Fuente: http://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/5555-57-sp_espacios_confinados

Los SCBA de doble propósito tienen la capacidad de una línea de aire con propiedades de tiempo de un SCBA (son equipos similares a los de línea de escape, solo que su tanque es de la capacidad tradicional del SCBA) a través de una unidad del regulador con dos entradas de aire primarias, que permitan que un trabajador cambie a partir de una fuente de aire a otra sin interrumpir el flujo de aire.

Los avances tecnológicos han permitido que algunas marcas desarrollen equipos de “doble suministro”, que van dotados de un cilindro clasificado de cinco minutos para el escape en una emergencia,

En estos casos, los trabajadores pueden entrar a un espacio confinado con el suministro de aire de una línea (compresor o tanque de mayor capacidad ubicados en el exterior), mientras portan su suministro de aire personal, que depende directamente del cilindro seleccionado (30 a 60 minutos aproximadamente). Esta técnica permite, incluso, que el operador posteriormente pueda cambiar nuevamente a línea de aire o se conecte a una línea de aire diferente sin interrumpir nunca el flujo de aire en su máscara. Lo anterior, debido a que tienen generalmente un regulador con dos puertos de entrada, un puerto de alta presión (2.216, 3.000 o 4.500 lb/pulg² manométrica - psig), para la conexión permanente al cilindro del aire y otro puerto de baja presión (85 lb/pulg² manométrica - psig), para la conexión a una manguera de suministro de aire.

Hoy en día el desarrollo de las tecnologías de los SCBA ha llevado a que algunos fabricantes de equipos tengan sistemas de rellenado del cilindro mientras que la unidad es portada por el usuario, abasteciéndolo de un suministro de aire virtualmente ilimitado. Esta configuración también amplía el rango de las aplicaciones para el equipo de SCBA, eliminando así la necesidad de abandonar el área de trabajo del espacio confinado para llegar a una estación de relleno tipo cascada.



10.5.3.3.2 Respiradores de escape

Los respiradores de escape proporcionan una vía de escape de atmósferas IDLH. Estas unidades de peso ligero generalmente son llevadas por el trabajador y ofrecen cilindros de aire de 5, 10 o 15 minutos de capacidad que proporcionan el aire respirable a la capucha o a una máscara. La capucha se hace típicamente de un material flexible, tal como uretano. Algunas marcas en algunos modelos de capuchas permiten el uso sobre casco de seguridad. Los respiradores de escape nunca se deben utilizar para ingresar a un espacio confinado. Como su nombre lo indica, están diseñados para el escape solamente.

Figura 78. Respirador de escape



Fuente: http://steelprosafety.vteximg.com.br/arquivos/Ficha_250650160295.pdf

10.5.3.3.3 SCBA de circuito cerrado

Los equipos SCBA de circuito cerrado (también conocidos como re-respiradores) tienen un sistema que, básicamente, recicla el aire exhalado por el usuario. Los sistemas abiertos expulsan el aire a la atmósfera, pero estos lo reprocesan.

Este aire exhalado luego pasa a través de un sistema que contiene cal de soda que filtra el CO₂ y, luego de filtrado, entra a un recipiente donde es mezclado con un líquido embotellado u oxígeno comprimido, allí se repone el contenido de oxígeno a un nivel de 20,8%.

Por su proceso, es ampliamente usado en operaciones mineras, ya que aumentan el tiempo de exposición, pero no se recomienda en espacios confinados donde existan materiales peligrosos.

Figura 79. SCBA de circuito cerrado



Fuente: Izquierda http://www.skoldcompany.com/img/productos/04_001.png. Derecha http://www.skoldcompany.com/img/productos/04_003.png Derecha

10.5.3.3.4 Líneas de aire respirable

El aire respirable puede ser suministrado a través de un equipo compresor que lo suministre de manera ilimitada o a través



de tanques de alta capacidad ubicados en el exterior, en ambos casos el aire llega al trabajador a través de una manguera.

Algunos compresores vienen para ser conectados a una fuente eléctrica y en otros casos vienen con un sistema de combustión que le suministra potencia.

Figura 80. Compresor de diafragma para suministro de aire respirable con caudal de 720 l/min



Fuente: https://ficsuministros.com/media/catalog/product/cache/3/thumbnail/9d-f78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/M/S/MSA-10014875_17.png

Figura 81. Compresor de suministro de aire



Fuente: http://www.airsystems.com/images/sitePics/portable_breathing_air_compressors.htm_txt_COMP-3EA%20in%20use%20by%20Derrick.gif

De manera general, sea un sistema de compresor o de tanques con aire a presión, las ventajas de estos equipos son que suministran protección respiratoria de larga duración y a varios operarios de manera simultánea (dependiendo de la configuración del equipo), garantizan la presión y la calidad de aire, mantienen la presión positiva en las máscaras, la mayoría de los equipos facilitan su transporte y movilización, y cuentan con sistemas de desconexión rápida y salidas de cierre automático.

Figura 82. Sistema porta cilindros de aire respirable



Fuente: <http://www.airsystems.com/images/sitePics/LP-3.jpg>

Figura 83. Carro para transporte de cilindros de aire respirable



Fuente: <http://www.airsystems.com/images/sitePics/BAT-Down.JPG>

Figura 84. Carro portacilindros

Fuente: <http://www.airsystems.com/images/sitePics/mp-r%20cart%202007.jpg>



10.6 Herramientas de trabajo y equipos

10.6.1 Consideraciones de selección y uso

Todas las herramientas y los equipos requeridos, que permitirán completar las tareas en un espacio confinado se deben reunir antes de entrar en el espacio confinado. La carencia del equipo apropiado puede ocasionar situaciones peligrosas para los trabajadores pudiéndose perder tiempo valioso de trabajo. La totalidad de los equipos deben ser comprobados antes de ser usados, y debe estar en buenas condiciones de funcionamiento. Las medidas de protección deberán ser tomadas para proteger a la gente, trabajando afuera del área del espacio confinado.

La selección de las herramientas adecuadas debe hacerse considerando los peligros dentro del espacio confinado. Uno de los aspectos más importantes a considerar es la probabilidad de atmósferas explosivas, en estos casos la selección de la herramienta es clave pues se deben usar herramientas que no generen chispas como herramientas en bronce.

De igual manera una atmósfera explosiva limitaría el uso de herramientas eléctricas o estas deberán garantizar características que sean intrínsecamente seguras.

10.7 Limpieza

Una limpieza adecuada antes de y durante la entrada a un espacio confinado es fundamental. Existen dos peligros relacionados con la falta de limpieza: uno, directamente relacionado con los productos que contiene el espacio confinado y que pueden presentar riesgo de toxicidad y, otro, relacionado con la posibilidad de tener caídas al mismo o a diferente nivel, debido a los tropezones con el material acumulado en la zona de trabajo. Es por ello por lo que la limpieza será analizada desde las dos perspectivas, ya que la forma de actuar en cada una de ellas es diferente.

Cuando el espacio confinado ha contenido o contiene productos químicos que pueden resultar peligrosos para la salud de los trabajadores que deben introducirse en él, habrá que realizar una adecuada limpieza de este para que los vapores derivados de dichos compuestos no afecten su salud. Dicha limpieza se realizará, de ser posible, desde el exterior del espacio confinado y tras la medición adecuada, valorando antes de entrar la realización de una ventilación de purga y las medidas a tomar. Si las circunstancias del espacio confinado no permiten la limpieza total del lugar desde el exterior, se valorará la entrada de operarios con los equipos de protección adecuada (ropa de protección química y equipos de respiración autónoma) para que finalicen la limpieza desde el interior. Esta limpieza también se considerará una entrada y, por lo tanto, se tomarán todas las medidas indicadas.

11. Consideraciones de atención de emergencias

Las actividades de rescate son la última barrera. No son en sí mismas una medida de control a los riesgos, sino una medida reactiva para preservar la vida del trabajador sobre quien las medidas establecidas fueron insuficientes o ineficaces.

Debido a lo complejo que puede ser atender emergencias en espacios confinados donde los controles son ineficaces o insuficientes, algunos relegan estas actividades a organismos competentes o cuerpos de socorro. Cuando estas actividades son consensuadas, son válidas cuando el equipo de rescate cuenta con los equipos y entrenamiento adecuado. Sin embargo, la experiencia también muestra que muchas veces estos organismos son contactados para atender emergencias en espacios confinados sin información previa y con completo desconocimiento del área y los peligros dentro del espacio confinado, y, peor aún, al llegar al sitio, verifican que sus equipos o entrenamiento son insuficientes para llevar a cabo un rescate seguro.

Según lo definido en las diferentes normas de apoyo de esta guía, es responsabilidad del empleador emprender todas las acciones previas de planeación de rescate y las actividades durante y después del rescate. El rescate no se limita a la extracción del trabajador accidentado del espacio confinado, las actividades incluyen el aseguramiento del traslado y la posterior comunicación con el equipo médico de atención, informando aspectos relevantes tales como sustancias presentes en el espacio confinado, entre otros.

En Colombia, la resolución 491 de 2020 establece para el rescate:

1. Definir, dentro del plan de respuesta a emergencias, la forma en la cual se atenderán las situaciones de emergencia que se puedan presentar en el desarrollo de esa actividad y los procedimientos de rescate necesarios de acuerdo con los escenarios previamente identificados.
2. Que el plan sea practicado y verificado formalmente, al menos una vez antes de realizar la actividad en espacios confinados.
3. Incluir en el plan de respuesta a emergencias el/los procedimiento(s) de rescate necesario(s) (según los escenarios). Estos procedimientos deben definir claramente el sistema/dispositivo para el rescate, los elementos necesarios y el paso a paso de cómo hacerlo.
4. Garantizar que el personal destinado para la atención de emergencias en cada actividad haya participado en la práctica y adquirido la correspondiente experiencia.
5. Se debe asegurar la operatividad de los sistemas y dispositivos de rescate antes de hacer la intervención.
6. Se debe asegurar que los elementos a usar para el rescate estén certificados y el personal que los usa.



7. Disponer del personal formado para ejecutar el procedimiento de rescate.
8. Asegurar un trabajador vigía permanente, quien deberá estar en capacidad de activar el plan de emergencias y apoyar el procedimiento de rescate.
9. Asegurar los medios de comunicación para el reporte y manejo de la situación de emergencia.
10. El vigía deberá contar con un sistema de comunicación efectivo y seguro con cada entrante, por medio del cual pueda alertarse en caso de peligro, requerir un rescate o de no contar con respuesta de el/los entrante(s) y activar el plan de emergencias (rescate).

11.1. Guía para construir planes operativos normalizados para atención de emergencias en espacios confinados

Previamente al inicio de los trabajos deben redactarse todos los procedimientos relativos a la gestión de las emergencias en el interior de los espacios confinados, en complemento e interrelación con los planes de emergencia generales de la compañía.

En capítulos anteriores se contempló el proceso de inventario de espacios confinados, esta herramienta debe estar disponible para el equipo de rescate, toda vez que le permitirá al equipo planear de mejor manera su intervención dentro del espacio confinado.

Estos procedimientos deben ser conocidos por los trabajadores involucrados en las operaciones de trabajos en espacios confinados (entrantes, vigía, supervisor) y deben ser dominados en su totalidad por el equipo designado para el rescate.

Una característica especial de estos espacios es que, aparte de los riesgos propios de los trabajos realizados en espacios confinados, hace que otras disciplinas específicas de rescate deban considerarse y consolidarse para que los planes de rescate sean efectivos. Temas como rescate en alturas, atención de emergencias con fuego y materiales peligrosos, peligros biológicos y estructuras colapsadas son elementos a considerar en muchos de los espacios confinados.

Los procedimientos deberán contemplar, como mínimo, los siguientes aspectos:

Accidentes:

- Incendio o explosión en el interior del espacio confinado (necesidad de equipos de extinción de incendios).
- Atención de lesiones al trabajador dentro del espacio confinado.
- Pérdida de conocimiento de los trabajadores en el interior del espacio confinado.
- Cómo extraer un trabajador del interior del espacio confinado hasta alcanzar el suelo (nivel de terreno colindante donde se puede realizar una evacuación).
- Exposición a productos químicos peligrosos (inhalados o que hayan afectado por contacto).

Se deberá capacitar en emergencias a los trabajadores que participen en estas actividades. Estas formaciones deberán contener prácticas y simulacros, y, de ser posible, que sean en instalaciones lo más próximas a la realidad. En este aspecto es importante anotar que los responsables del rescate deben estar entrenados para atender emergencias en todos los tipos de escenarios previstos en el análisis de riesgos del espacio confinado.

Un factor fundamental frente a las medidas de emergencia es que no deben estar solamente previstas, sino también implementadas. De nada sirve establecer una brigada de seguridad si no están designadas, formadas y equipadas las personas que van a formar parte de estas, cabe mencionar algunos criterios:

- El auxiliador debe garantizar previamente su propia seguridad.
- El rescate debe ser rápido, pero no precipitado o inseguro.
- El accidentado debe recibir aire respirable lo antes posible, si es una condición de pérdida de conciencia por atmósferas enrarecidas.
- El accidentado debe recibir atención médica de emergencia de manera urgente cuando la condición del incidente así lo requiera, por lo cual, un plan de evacuación médica debe hacer parte integral del plan de rescate y plan de emergencias.

Además, deberán estar disponibles los medios que se hayan previsto como:

- Sistemas de acceso y protección contra caídas cuando sean requeridos.
- Sistemas de rescate y extracción de pacientes del espacio confinado.
- Equipos respiratorios autónomos o semiautónomos, preferiblemente, con dispositivo de acoplamiento de máscara supletoria para el accidentado.
- Equipos de monitoreo de atmósferas.
- Mascarilla de reanimación respiratoria, preferiblemente con aporte de oxígeno.
- Equipo antincendios (extintores portátiles, preferiblemente tipo polvo polivalente A, B, C y mantas ignífugas).
- Botiquines (elementos para la inmovilización de fracturas, torniquetes y elementos para neutralización de hemorragias y material habitual de primeros auxilios: vendas, apósitos, desinfectantes, etc.)

El plan de emergencia debe tener claramente definidos los roles y responsabilidades en caso de una emergencia de:



- Trabajadores entrantes no afectados.
- Vigía.
- Supervisor.
- Rescatistas y personal de emergencias.

El plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias de la compañía y el plan de rescate en espacios confinados deben estar alineados con el plan de evacuación médica (Medevac) o plan de evacuación médica, que debe haber sido verificado antes de realizar las tareas para verificar la disponibilidad de recursos de atención médica adecuados para los peligros a los que se expusieron los trabajadores.

La primera barrera que debe ser claramente definida en los procedimientos de trabajo y planes de prevención, preparación y respuesta ante emergencias es que, en caso de alarmas, el espacio confinado debe ser evacuado inmediatamente. Esta evacuación o acción de autorrescate permitiría, en primera instancia, evitar activar el plan de emergencia y la afectación de los trabajadores.

De igual manera, los planes de emergencia deberían estar enfocados a la actuación rápida en casos de emergencia y a que el rescate o la mayoría de actividades de rescate puedan ser realizadas desde el exterior.

OSHA 1910.146 propone un esquema de evaluación que puede ayudar al empleador a decidir las mejores estrategias para designar equipos de rescate, entrenamiento y, si es del caso, la contratación de servicios externos de rescate. Las brigadas de atención de emergencias deben ser evaluadas en su desempeño para verificar su capacidad de respuesta en estos eventos.

12. Consideraciones en investigación de accidentes

Contar con esta información suficiente y adecuada frente la exposición de estos eventos, es útil para alertar y prevenir accidentes similares, eliminando el factor sorpresa al que se vieron expuestas las organizaciones, en todos los casos investigados, evidenciando la relación entre los accidentes ocurridos y las técnicas de control no aplicadas o implementadas, y que pudieron haberlas evitado.

Cuando situaciones de este tipo se presenten en su compañía, recuerde incluir dentro del equipo de investigación personas que puedan brindarle, a partir de su experiencia, un mejor análisis causal y mejores recomendaciones para su plan de acción.

Existen diversas metodologías para realizar investigaciones de accidentes que responden a las necesidades del sistema de gestión de SST de cada organización. Muchos accidentes en espacios confinados tienen causas que se pueden presentar durante determinado momento, pero que, por ejemplo, en el caso de atmósferas peligrosas, pueden desaparecer rápidamente, debido a la ventilación natural del sitio o, incluso, a las medidas de control realizadas para efectuar el rescate, tales como la ventilación, por lo que, al recabar información para la reconstrucción de los hechos que suscitaron un accidente, puede implicar retos importantes para el equipo investigador.

Teniendo en cuenta lo anterior, es muy importante que no solo la planeación del trabajo tenga las evidencias suficientes que permitan realizar seguimiento de(l) la(s) falla(s) en los controles, sino que el proceso de investigación se realice lo más pronto posible para que el área del accidente no se altere o contamine, o que la afectación sobre la misma sea la menor posible. De igual manera, realizar los procesos de entrevista al equipo de atención de emergencias y vigía en el menor tiempo posible permitirá recrear lo más preciso posible las condiciones antes y durante el evento.

Algunos aspectos que es importante considerar en el ejercicio de la investigación de accidentes en espacios confinados pueden ser:

Respecto de la tarea y los controles administrativos:

¿Se contaba con procedimientos?

¿Los procedimientos reflejan las condiciones en las que se estaba desarrollando el trabajo?

¿Cambiaron las condiciones del trabajo o del ambiente para que el procedimiento normal no funcionara adecuadamente?

¿La tarea tenía un adecuado flujo de planeación y contaba con todos los controles administrativos (identificación y clasificación de los espacios confinados, identificación de peligros, valoración de riesgos y definición de controles, permisos de trabajo e inspecciones)?

¿Los controles definidos en el permiso de trabajo estaban disponibles, eran adecuados y estaban operativos, y estaban en buen estado herramientas, equipos, sistemas de acceso, sistemas de ventilación, sistemas de suministro de aire, EPP, etc.?

¿Los controles de energías peligrosas funcionaron de manera adecuada?

Respecto del ambiente:

El entorno y ambiente físico es importante, más aún cuando se trata de atmósferas peligrosas que pueden tener cambios repentinos. La situación que se presenta al momento del accidente es un hito en la investigación más allá de las





condiciones planeadas. Entre estas se deben considerar, especialmente, cambios de temperaturas, presión y/o cambios en la atmósfera respirable.

Respecto de los trabajadores accidentados y el personal involucrado en el proceso:

Reconocer la importancia del perfil, la formación y la condición psicofísica de los trabajadores involucrados debe ser objeto de revisión en el proceso de investigación, más cuando las condiciones de salud pueden variar de un día a otro.

Respecto de los roles y responsabilidades y los demás actores involucrados:

Cuando se presenta un evento, las responsabilidades no solo recaen en los trabajadores involucrados en la tarea, es responsabilidad del equipo investigador ahondar en el cumplimiento de responsabilidades en la línea de supervisión y planeación, así como de aspectos como el compromiso gerencial y de la línea de mando, haciendo énfasis en los aspectos relativos a la comunicación.

Uno de los principales objetivos de una investigación es poder obtener lecciones aprendidas que nos permitan evitar la ocurrencia de hechos similares en el futuro. Recomendamos al lector estudiar la selección de accidentes reales expuestos en la “Guía para la prevención de riesgos laborales en el mantenimiento de redes de alcantarillado” (Osalan, 2003). Son representativos de múltiples situaciones de riesgo y se clasificaron por el tipo de atmósfera peligrosa: asfixiante, explosiva, sobre oxigenada o tóxica, y catalogadas también por su origen: el propio espacio confinado, el trabajo realizado o el entorno del espacio confinado.

13. Experiencias y buenas prácticas

13.1 Infraestructura en transporte de gas natural

En Colombia, el desarrollo de la industria del gas natural es reciente. Aunque desde la década de los años 50 del siglo pasado se realizaron algunos usos esporádicos y aislados de este combustible, fue a mediados de los 70 cuando comenzó su verdadero desarrollo, gracias al gas descubierto en la Guajira y que entró en funcionamiento en 1977.

Luego de un largo periodo de bajo crecimiento, en 1986 se inició el programa “Gas para el cambio”, que permitió ampliar el consumo de gas en las ciudades, realizar la interconexión nacional y tener nuevos hallazgos. Colombia vivía una de las épocas más encarnadas de violencia y, por cuenta de grupos insurgentes, los atentados a la infraestructura oficial y a la infraestructura de gas y petróleo eran cotidianos.

En 1993, el Gobierno Nacional decidió que Ecopetrol liderara la interconexión nacional, razón por la cual dos años después comenzaron las conexiones entre los principales yacimientos y centros de consumo, mediante la construcción de más de 2.000 km de gasoductos que pasaron por el Departamento de la Guajira, el centro y suroccidente del país y los Llanos Orientales. Esta expansión requirió que las empresas empezaran a desarrollar la infraestructura adecuada para la operación de este proceso, teniendo en cuenta en sus análisis de riesgos una realidad: “el riesgo público”, atentados y daños a la infraestructura.

En este momento coyuntural del país, se adelantaron las obras por parte de las empresas a cargo de esta infraestructura, priorizando muchas veces los aspectos de protección a la infraestructura (que a la larga era proteger al mismo tiempo las comunidades de atentados, fugas derivadas de daños de terceros sobre la infraestructura, desabastecimiento, entre otras) y, en ese contexto, hoy es habitual encontrar que las válvulas de derivación de las líneas que surten gas natural a muchos municipios y ciudades del país sean búnkeres subterráneos.

Sin embargo, esto también representaba otros retos para las organizaciones. Después de construida la infraestructura, esta ha requerido de mantenimientos regulares, por lo que personal propio o contratado ha tenido que asumir los costos (administrativos, de equipos, entrenamiento, horas hombre) que demanda el ingreso a un espacio confinado con un riesgo importante dentro del mismo: “una atmósfera explosiva”.

Los retos no han sido menores, como si tener una atmósfera explosiva no fuera poco. Es común en este tipo de sitios encontrar peligros biológicos por presencia de animales tales como alacranes, escorpiones, culebras y vectores que pueden transmitir enfermedades, pasando por hongos propios de ambientes húmedos y cálidos. Por ser búnkeres subterráneos,



los peligros de caídas a diferente nivel hacen parte de las rutinas de trabajo, pero en estos sitios no es raro tener que lidiar con inundaciones y filtraciones de agua, sin contar con los peligros propios del trabajo de mantenimiento a realizar.

Figura 85. Búnker subterráneo transporte de gas



Figura 86. Entrada búnker subterráneo transporte de gas



Figura 87. Entrada búnker subterráneo transporte de gas



Figura 88. Entrada búnker subterráneo transporte de gas

Figura 89. Entrada búnker subterráneo transporte de gas



Figura 90. Búnker subterráneo transporte de gas



Los requisitos legales, las experiencias positivas y, en otros casos, amargas por fatalidades han hecho que las empresas con este perfil de riesgo tuvieran una madurez importante en sus sistemas de gestión para el control de los riesgos y esta buena práctica se refiere a decisiones coyunturales que cambian por completo la perspectiva de gestión en espacios confinados.

Para entrar en contexto, es importante conocer los hechos:

La compañía del caso, teniendo en cuenta su madurez en aspectos de seguridad industrial, determinó robustos y sólidos controles administrativos. Contaba con un sistema de permisos de trabajo que garantizaba unos roles y responsabilidades muy claramente definidos, en los cuales, para el caso específico, demandaba que los operarios tramitaran permisos de trabajo en espacios confinados y para trabajos en alturas.

Cada uno de estos permisos exigía estrictos protocolos en materia de inspección y diligenciamiento de listas de chequeo de equipos, procedimientos, análisis de riesgos (ATS) y planes de rescate específicos.

Esta gestión administrativa, sumada a los tiempos de preparación pre ingreso, demandaba la inversión de muchas horas hombre. Los nuevos protocolos de la compañía implicaban, además, como mínimo, dos personas, que podían convertirse en tres o cuatro, dependiendo del sitio y la actividad a realizar, cuando en el pasado las mismas actividades, sin aplicar medidas de control de riesgos, se realizaban con tan solo una persona. Las áreas operativas empezaron a resentirse y a ver sus cronogramas afectados, demandando soluciones al respecto.

Un proceso de consultoría concluyó que existían posibilidades desde la ingeniería para realizar modificaciones en la infraestructura que permitieran eliminar alguno de los elementos que hacen que un espacio se considere confinado y así brindar nuevas soluciones a las áreas operativas.

La consultoría, de manera muy general, sugería tomar las medidas adecuadas para reducir la gestión administrativa generada en estos búnkeres:

- ⦿ Actualizar los análisis de riesgos por orden público, para verificar los sitios donde la infraestructura podría ser modificada, dada la disminución real del riesgo de atentado a la infraestructura.
- ⦿ En los sitios determinados de bajo riesgo, llevar a cabo los cambios en la línea, para luego hacer modificaciones de las estructuras y moverlas al nivel de superficie y rellenar los búnkeres para su eliminación.

La eliminación del espacio confinado de plano reduce gran parte de la gestión administrativa, al no tener que diligenciar y tramitar los permisos de trabajo de espacios confinados y alturas con todos sus anexos, reduce las inspecciones pre operativas a equipos y el alistamiento de equipos de trabajo y rescate, y permite que la cantidad de personas asignadas a la tarea sean solamente las necesarias para realizar la actividad operativa y no tener que disponer de recursos adicionales para temas de rescate y supervisión. De igual manera, con esta decisión, se eliminaron los peligros de caída a diferente nivel y todos los riesgos intrínsecos de los espacios confinados, y se redujo a niveles muy bajos el efecto de atmósferas peligrosas, dado el comportamiento del gas en espacios abiertos.

13.2 Buena práctica en mantenimiento de tanques

Una petrolera, después de realizar un proceso de inspección a uno de sus tanques “gun barrel”, concluye que debe ser sometido a mantenimiento, cambio del piso y del techo, debido al deterioro de los mismos. Posterior al proceso de desocupar el tanque y su respectiva limpieza, se deja listo para entregar al contratista.

Superados los procesos de licitación y contratación durante los primeros ejercicios de planeación en temas de desarrollo de operaciones y seguridad industrial, se concluye que, para realizar los trabajos dentro del tanque, se debían tener controles amplios y suficientes, teniendo en cuenta que estaba configurado un espacio confinado.

Al principio, el desarrollo de tareas fue lento y dispendioso, se debía realizar monitoreo permanente de atmósferas adentro y afuera por la presencia cercana de otros tanques o “gun barrel”. El tanque fue ventilado a través de ventilación forzada para eliminar los remanentes de vapores en la atmósfera.

Una inspección minuciosa de las paredes del tanque permitió establecer que una de las láminas de las de las paredes en la parte inferior debía ser cambiada, si se pretendía alargar de manera efectiva la vida útil del tanque. Esto permitió al equipo de planeación considerar el retiro completo de esta lámina, lo cual beneficiaba positivamente las labores operativas de ingreso y salida de personas y materiales.

El retiro completo de la lámina sirvió para generar un espacio de aproximadamente 1,20 metros de ancho y 2,4 de alto, hecho que de plano eliminó una de las variables para ser calificado como un espacio confinado. Este cambio aligeró las labores administrativas, pero, principalmente, generó una enorme reducción en el tratamiento de riesgos conexos, facilitaba acciones de evacuación y rescate, y agilizaba los procesos de movimiento de equipos, máquinas y herramientas.



Figura 91. Vista general de tanque pernado intervenido



Figura 92. Vista lateral del tanque pernado



Figura 93. Ingreso al tanque, cuadrado de 60 cm x 60 cm



Figura 94. Ingreso original al tanque, cuadrado de 60 cm x 60 cm

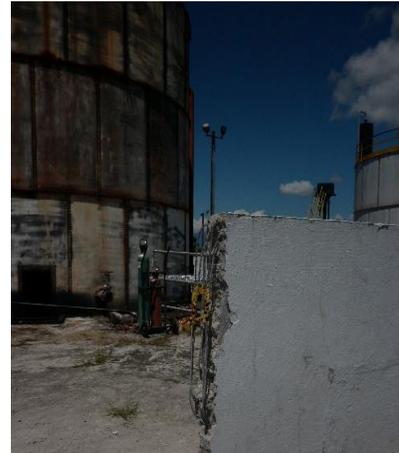


Figura 95. Retiro de lámina tanque



Figura 96. Tanque con lámina retirada



Figura 97. Ingreso al tanque con lámina retirada



Figura 98. Trabajos dentro del tanque



14. Herramientas prácticas

14.1 Auditoría al programa

Es fundamental que los administradores del riesgo de las diferentes organizaciones auditen periódicamente su programa de gestión de riesgos. Adjunto encontrará una herramienta de auditoría, la cual puede ser ajustada o adecuada a los requerimientos propios de cada organización, para su implementación y aplicación periódica.

También encontrará una herramienta (lista de verificación espacios confinados) que podrá utilizar para evaluar los trabajos en espacios confinados antes, durante y después de realizar las tareas. Este formato le puede ayudar en sus procesos de planeación de trabajos o de auditorías en campo.

14.2 Herramientas de entrenamiento y consulta

<https://www.youtube.com/watch?v=7fuKlhDVrZc&t=192s> Proceso de Ingreso a Espacios Confinados Dräger Global, 2015

<https://www.youtube.com/watch?v=iOARea8hlj4&t=33s> Ingreso a Espacios Confinados - Aplicaciones y Normas. MSA

<https://www.youtube.com/watch?v=wPSogAbLmFY> Curso Prevención Espacios Confinados ACHS, 2012

https://www.youtube.com/watch?v=5N_bmlnN5XQ&t=48s Espacios confinados. Prevención de riesgos laborales. Fundación Laboral para la Construcción, 2017

15. Estudio de casos

Estudiar los casos de accidentes en espacios confinados siempre será una herramienta válida para aprender de los errores de otros y definir planes de acción y estrategias para el control de riesgos ajustados a sus actividades específicas. El portal Safety News Alert (EE.UU.) muestra una interesante selección de accidentes donde encontramos una breve descripción, los incumplimientos presentados en estos casos y las multas aplicadas por OSHA. Algunos de los casos que se recomienda sean revisados se listan a continuación.

- 3 muertos en espacios confinados; multas de OSHA USD\$ 119.000. Safety News Alert (2017)a
- Hijo muerto y padre herido en espacio confinado; multa de USD\$ 249.000. Safety News Alert (2017)b
- Trabajadores pierden el conocimiento en espacios confinados: USD\$ 73.000 de multa. Safety News Alert (2016)
- Casi \$ 1 millón en multas de OSHA por explosión mortal en espacio confinado. Safety News Alert (2015)
- Doble fatalidad en espacios confinados lleva a USD\$ 1.320.000 en multas de OSHA. Safety News Alert (2010)
- Trabajador muere en un espacio confinado; USD\$ 188.000 multa de OSHA. Safety News Alert (2014)

Como herramientas de capacitación en su empresa, también hemos construido algunos casos de estudio que puede consultar en el Anexo 3. Estudio de casos. Serán una guía importante para las estrategias de capacitación de su empresa. Le sugerimos también leer algunas historias desarrolladas para sensibilizar a la población trabajadora.



16. Bibliografía

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH]. (2019). 2019 TLVs and BEIs. <https://www.acgih.org/forms/store/ProductFormPublic/2019-guide-to-occupational-exposure-values>
- Asociación Empresarial Eólica [AEE]. (2019). Guía de buenas prácticas para trabajos en espacios confinados. Palas. https://www.aeeolica.org/uploads/A5_GUIA_ESPACIOS_CONFINADOS.pdf
- Basterretxea, I. A. (2016). Trabajos en recintos confinados. <http://prevencion.umh.es/files/2016/01/trabajosespaciosconfinados.pdf>
- Canadian Centre for Occupational Health & Safety [CCOHS]. (1998). Occupational Hygiene - Occupational Exposure Limits : OSH Answers. https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/occ_hygiene/occ_exposure_limits.html
- Cardona E., C. S., & Restrepo A., A. C. (2019). Herramientas de control - Lista de chequeo. http://puntosdeencuentro.weebly.com/uploads/2/2/3/6/22361874/listas_de_chequeo.pdf
- Centro Canadiense de Salud y Seguridad Ocupacional [CCSSO]. (1998). Gas amoníaco - Efectos en la salud. http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/ammonia/health_ammonia.html
- Consejo Colombiano de Seguridad [CCS]. (2020). Observatorio de la Seguridad y Salud en el Trabajo - Accidentes de trabajo y enfermedades laborales en Colombia 2019. <https://ccs.org.co/observatorio/atel-colombia-2019/>
- División de Compensación para Trabajadores [DWC]. (2019). Programa de capacitación de seguridad - Espacios reducidos. <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spstpconfsp.pdf>
- Escuela Europea de Excelencia (2015). Roles, autoridades y responsabilidades en ISO 9001. <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2015/12/roles-autoridades-responsabilidades-iso-9001/>
- Fasecolda. (2020). RL Datos - REPORTES. <https://consultas.fasecolda.com/rldatos/Reportes/xClaseGrupoActividad.aspx>
- Gas Natural Fenosa (2014). Estándar de seguridad y salud: espacios confinados. Código: NT.00052.GN-SP.ESS Edición: 1
- Industrial Scientific (2019). Límite Inferior de Explosividad (LEL) del gas combustible. <https://www.indsci.es/capacitación/educación-general-sobre-gas/lel-de-gas-combustible/>
- Instituto de Salud Pública de Chile (2016). Guía para los trabajos en espacios confinados
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. (1989). NTP 223: Trabajos en recintos confinados. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_223.pdf/3c0e8055-b69a-4e4c-97d3-fba1f5b6e43c
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. (1998). NTP 340: Riesgo de asfixia por suboxigenación en la utilización de gases inertes. Ámbito de aplicación. https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_340.pdf/81a6d822-eea7-4769-b032-a05d19d1767a
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. (1999). NTP 396: Deflagraciones producidas por gases, vapores y polvos combustibles: sistemas de protección. https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_396.pdf/6674509a-1be3-498d-b948-f6808323b251
- International Organization for Standardization [ISO]. (2018). ISO 45001:2018(es), Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>
- Instituto para la Salud Geoambiental (2019). El dióxido de azufre SO₂. <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>
- Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales [OSALAN]. (2003). Seguridad en los espacios confinados - Guía para la prevención de riesgos laborales en el mantenimiento de redes de alcantarillado. 2ª. Edición. https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene_200315/es_200315/adjuntos/higiene_200315.pdf



- *Gobierno de México - Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2019). Concepto y utilización de los Valores Umbrales Límite (TLV's). http://www.stps.gob.mx/dgift_stps/pdf/valores_umbrales.pdf*
- *Ministerio del Trabajo de la República de Colombia (2012). Resolución 1409 del 23 de julio de 2012, "por la cual se establece el Reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas."*
- *Ministerio del Trabajo de la República de Colombia (2020). Resolución 0491 del 24 de febrero de 2020, "por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados y se dictan otras disposiciones."*
- *Mundo Compresor (2019). Equipos, tecnología y directivas sobre el aire respirable. <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/aire-respirable1>*
- *National Institutes of Health [NIH]. (2019). PubChem - National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>*
- *The National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (1986). NIOSH Alerta - Petición de ayuda para la prevención de muertes por accidentes laborales en espacios cerrados. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/5368>*
- *The National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. (2016). Confined Spaces. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/confinedspace/>*
- *Occupational Health & Safety [OH&S]. (2018). We Must Change the Statistics of Confined Space Injuries and Fatalities. <https://ohsonline.com/articles/2018/08/01/we-must-change-the-statistics-of-confined-space-injuries-and-fatalities.aspx>*
- *Occupational Safety and Health Administration [OSHA]. (2007). OSHA Datos Rápidos - Permisos - Requeridos espacios confinados en la industria general. <https://www.osha.gov/Publications/3214-10N-05-spanish-07-05-2007.html>*
- *Occupational Safety and Health Administration [OSHA]. (2011). Standard Number 1910.146 - Permit-required Confined Spaces. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.146>*
- *Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2019). Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo - Aprovechar 100 años de experiencia. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf*
- *Petróleos Mexicanos [PEMEX]. (2000). Gas natural. <https://www.pemex.com/comercializacion/productos/Paginas/gas/gas-natural.aspx>*
- *Safety News Alert (2010). Double fatality in confined space leads to \$1.32M in OSHA fines. <https://www.safetynewsalert.com/double-fatality-in-confined-space-leads-to-1-32m-in-osha-fines/#more-6914>*
- *Safety News Alert (2014). Worker dies in confined space; \$188K OSHA fine. <https://www.safetynewsalert.com/worker-dies-in-confined-space-188k-osha-fine/#more-20883>*
- *Safety News Alert (2015). Almost \$1 million in OSHA fines for deadly confined space blast. <https://www.safetynewsalert.com/almost-1-million-in-osha-fines-for-deadly-confined-space-blast/#more-22189>*
- *Safety News Alert (2016). 2 workers lose consciousness in confined space; \$73K fine. <https://www.safetynewsalert.com/2-workers-lose-consciousness-in-confined-space-73k-fine/#more-24109>*
- *Safety News Alert (2017a). 3 die in confined space; OSHA fines employer \$119K. <https://www.safetynewsalert.com/3-die-in-confined-space-osha-fines-employer-119k/#more-25680>*
- *Safety News Alert (2017b). Son killed, father injured in confined space; \$249K fine. <https://www.safetynewsalert.com/son-killed-father-injured-in-confined-space-249k-fine/#more-25550>*
- *Sonetics Corporation. (2019). Confined Space: 5 Communication Imperatives. <https://www.soneticscorp.com/confined-space-5-communication/>*
- *Vallen. (2019). Detección de gases, instrumentación y monitoreo. https://www.academia.edu/9599443/DETECCIÓN_DE_GASES_INSTRUMENTACIÓN_Y_MONITOREO_A*



Anexo 1. Lista de verificación trabajos en espacios confinados

La información aquí sugerida es una guía básica, modifique de acuerdo con la cultura y gestión de documentos definidos en su organización. Haga una revisión detallada de cada una de los aspectos que se verifican en el formato. El presente documento es una propuesta y las actividades sugeridas pueden aumentar o disminuir con base en la gestión previa realizada por su organización.

Aquí el logo de su empresa	LISTA DE VERIFICACIÓN TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS		Código:
	Fecha: xx/xx/xx		Inserte aquí codificación de su empresa si la utiliza
		Versión: XXX	Página 1 de 1

FECHA INSPECCIÓN:		Elaboró		No. IDENTIFICACIÓN:	
PROYECTO:					
UBICACIÓN:					

Marque con una X según corresponda: CUMPLE / NO CUMPLE / N/A (No Aplica)

Condiciones de seguridad		CUMPLE	NO CUMPLE	N/A	Observaciones
¿QUÉ TENER EN CUENTA ANTES?					
1	Se hicieron los análisis de riesgos de peligros asociados a la actividad y se implantaron las acciones de control.				
2	Se inspeccionó y se buscaron alternativas para evitar el ingreso a espacios confinados.				
3	Se identificó la clasificación del espacio confinado.				
4	Se cuenta con el personal necesario para supervisión e ingreso al espacio confinado.				
5	Se cuenta con el personal necesario para cumplir las funciones de Vigía para el ingreso al espacio confinado.				
6	El personal seleccionado tiene una valoración donde se haya determinado su aptitud psicofísica para ingresar a espacios confinados.				
7	Al personal seleccionado se le realizó una valoración (puede ser tipo encuesta) de las condiciones de salud preingreso.				
8	Se realizó inspección de equipos, herramientas y hay aseguramiento de que todo se encuentre en perfecto estado.				
9	Las herramientas y equipos son adecuadas para el tipo de trabajo y los riesgos inherentes (ejemplo, herramientas antichispa, equipos intrínsecamente seguros, etc.).				
10	Se realizó inspección y demarcación del área de trabajo.				
11	El personal se encuentra entrenado según los roles a ejecutar.				
12	Se han bloqueado y etiquetado todas las fuentes de energía peligrosa, incluyendo electricidad, líquidos o gases a presión, vapor, etc.				
13	Se cuenta con un plan de rescate entrenado, personal de rescate y equipos disponibles para atender en caso de emergencia.				



14	Se cuenta con procedimientos o equipos para la comunicación entre el vigía y las brigadas de rescate y atención de emergencias.				
15	Se planearon medidas de ventilación del espacio confinado.				
16	Se planearon medidas de control de atmósferas adicionales (inertización).				
17	Se seleccionaron equipos de monitoreo de atmósferas adecuados acorde al tipo de peligros de las atmósferas presentes en el espacio confinado.				
18	Las mediciones de las atmósferas son seguras para el ingreso de las personas al espacio confinado o se realizaron y adoptaron controles asociados a este riesgo.				
19	Se seleccionaron e inspeccionaron los equipos de medición de atmósferas con calibración vigente, acordes a los peligros presentes en el espacio confinado.				
20	Se seleccionaron e inspeccionaron los elementos de protección personal acordes a los peligros presentes en el espacio confinado.				
21	Se seleccionaron e inspeccionaron los sistemas de acceso adecuados al espacio confinado.				
22	Se cuenta con procedimientos de trabajo definidos.				
23	Se cuenta con el permiso de trabajo con todos sus anexos debidamente diligenciados y autorizados.				
24	Se cuenta con procedimientos o equipos para la comunicación entre los entrantes y el vigía.				
25	Se tienen definidos los roles y responsabilidades de las personas involucradas en el trabajo en espacios confinados.				
¿QUÉ TENER EN CUENTA DURANTE?					
26	Valide que los trabajadores conocen los riesgos y saben qué hacer en caso de una emergencia.				
27	Valide que todos los elementos de protección, equipos, sistemas de acceso y herramientas, fueron inspeccionados y se encuentren en buenas condiciones.				
28	Valide la presencia y disponibilidad del vigía (sin vigía no se permite desarrollar la actividad)				
29	Valide que se hayan realizado valoraciones de estado de salud antes del ingreso al espacio confinado.				
30	Valide que la ventilación es adecuada y se encuentra acorde a lo definido en los análisis de riesgos y el permiso de trabajo.				
31	Verifique que las condiciones de la atmósfera son aptas para el trabajo y/o que las medidas de control implementadas son adecuadas para la condición encontrada y están conforme a lo definido en la planeación del trabajo.				
32	Verifique que se registran las mediciones con la periodicidad definida.				
33	Verifique que los equipos y herramientas son adecuados a los riesgos y la tarea al interior del espacio confinado.				
34	Verifique que se realizan las rotaciones y se toman los descansos según lo definido en el permiso de trabajo.				
¿QUÉ TENER EN CUENTA DESPUÉS?					
35	Se realizó inspección de cierre de todas las tareas.				
36	Se recogieron todos los elementos, equipos, residuos, etc.				
37	Se cerraron los permisos de trabajo y demás documentos.				
38	Se cerró de manera adecuada el(los)los ingreso(s) y salida(s) del espacio confinado.				
39	Se restablecieron de manera segura todas las energías y se retiraron todos los elementos de bloqueo y etiquetado.				



GUÍA TÉCNICA

Gestión del riesgo en espacios confinados para gerentes y supervisores SST

Anexo 2. Programa de gestión para espacios confinados

La información aquí sugerida es una guía básica, modifique de acuerdo con la cultura y gestión de documentos definidos en su organización. Haga una revisión detallada de cada una de los aspectos que se verifican en el formato. El presente documento es una propuesta y las actividades sugeridas pueden aumentar o disminuir con base en la gestión previa realizada por su organización.

Aquí el logo de su empresa	CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE GESTIÓN PARA TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS		Código: Inserte aquí codificación de su empresa si la utiliza
	Fecha: xx/xx/xx	Versión: XXX	Página 1 de 1
OBJETIVO			
DEFINA AQUÍ EL OBJETIVO QUE BUSCA LOGRAR CON EL PROGRAMA DE GESTIÓN, PUEDE SER UNO O VARIOS. CONSULTE FUENTES QUE LE PUEDAN AYUDAR A UNA ADECUADA REDACCIÓN DE UN OBJETIVO			
ALCANCE			
DEFINA AQUÍ EL ALCANCE DEL PROGRAMA. CONSULTE CON EL RESPONSABLE DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA COMPAÑÍA PARA REDACTAR DE LA MEJOR MANERA ESTE ALCANCE			

INDICADORES (estos son algunos ejemplos, los cuales sugerimos evaluar en su pertinencia y aplicabilidad en el programa de gestión de su empresa)				
NOMBRE	FÓRMULA	META	FRECUENCIA MEDICIÓN	RESPONSABLE MEDICIÓN (también puede incluir una columna para indicar RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN)
COBERTURA EN CAPACITACIÓN DEL PROGRAMA PARA TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS	CCPEC= (Personas capacitadas en espacios confinados * 100) / No. de personas programadas en la capacitación	Defina una meta acorde a requisitos legales, planeación de la compañía, etc.	Defina una frecuencia de medición	Definir responsable de la medición
EFICACIA DEL PROGRAMA = (EP)	(EP) = No. de días incapacitantes reportados en el trimestre / Horas hombre trabajadas en el trimestre * K	Defina una meta acorde a requisitos legales, planeación de la compañía, etc.	Defina una frecuencia de medición	Defina responsable de la medición
INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA = (ICP)	ICP: No. de actividades del programa ejecutadas *100 / No. de actividades programadas	Defina una meta acorde a requisitos legales, planeación de la compañía, etc.	Defina una frecuencia de medición	Defina responsable de la medición
INDICADORES VARIOS	DEFINA OTROS ESPECÍFICOS PARA EL PROGRAMA DE ESPACIOS CONFINADOS, USTED DEBE DECIDIR SI MANEJA LOS INDICADORES EN ESTA TABLA O EN UN CONSOLIDADO DE INDICADORES CORPORATIVOS	Defina una meta acorde a requisitos legales, planeación de la compañía, etc.	Defina una frecuencia de medición	Defina responsable de la medición





CRONOGRAMA													
ACTIVIDADES		RESPONSABLE											
No.	PLANIFICACIÓN	PERIODO											
		En vez de periodo, también puede colocar MES											
		P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E
	LAS ACTIVIDADES AQUÍ PROPUESTAS PUEDEN VARIAR ACORDE AL AVANCE QUE USTED TENGA EN SU ORGANIZACIÓN Defina las actividades del ciclo PHVA en la parte del PLANEAR, algunos ejemplos pueden ser:												
1	Identificar los requisitos legales aplicables y marco técnico												
2	Realizar el diagnóstico del programa de espacios confinados (si se hace por primera vez)												
3	Establecer las actividades del programa de gestión para controlar los peligros en espacios confinados												
4	Establecer objetivos, alcance, metas e indicadores del programa												
5	Identificar escenarios y actividades con trabajos en espacios confinados (inventario)												
6	Identificar EPP para los trabajos en espacios confinados												
7	Diseñar matriz de requerimientos de ingeniería vs áreas de trabajo												
8	Establecer el cronograma de capacitaciones, según las estadísticas de incidentalidad, valoración de riesgos e impactos, vulnerabilidad y requerimientos legales y contractuales												
9	Desarrollar los procedimientos de trabajo en espacios confinados												
10	Establecer criterios médicos para determinar aptitud psicofísica en los trabajadores												
11	Establecer el plan de emergencias y planes de rescate en espacios confinados alineados al proceso productivo de cada proyecto												
12	Definición, análisis y aprobación del presupuesto requerido para el programa												

CRONOGRAMA													
ACTIVIDADES		RESPONSABLE					PERIODO			PERIODO			EVIDENCIA CUMPLIMIENTO / OBSERVACIÓN
No.	VERIFICACIÓN					En vez de periodo, también puede colocar MES							
						P	E	P	E	P	E	P	E
1	Revisión de las tendencias de los incidentes presentados en el año												
2	Seguimiento a los indicadores del programa de capacitación de la organización												
3	Establecer y mantener los inventarios de equipos y EPP (hojas de vida y certificados de c/u)												
4	Hacer seguimiento al personal que deba ejecutar las actividades en espacios confinados, verificando que esté capacitado												
5	Verificar, mediante la evaluación de cumplimiento legal y otros aplicables, el estado de cumplimiento ante los requisitos legales vigentes												
No.	Evaluación del programa de gestión												
1	Proponer los ajustes pertinentes al programa de gestión, según revisión al plan de acción.												
RECURSOS NECESARIOS					OBSERVACIONES								
DEFINA LOS RECURSOS NECESARIOS													



Anexo 3. Estudio de casos

Caso 1

Parte 1

Un equipo de trabajo externo fue contratado para realizar las reparaciones de tres tanques atmosféricos (exactamente, un equipo separador de condensados) que maneja aguas y aceites vegetales. Por el proceso específico, el tanque se encuentra aislado con fibra de vidrio y un recubrimiento en acero inoxidable. Dentro de las actividades propuestas por el contratante están:

- Medición de espesores
- Reparación e instalación de parches de acero soldados internamente para no retirar el aislamiento en caso de ser necesario.

El tanque es un tanque en acero, de 200 metros cúbicos, cilíndrico, con varias líneas conectadas en los lados, pero solo cuenta con un manhole superior de 60 cm de diámetro por el cual, en otras ocasiones, han ingresado las personas.



Ejemplo de separador. Fuente: <http://www.premasa.com.ar/images/productos/water/img-front.jpg>

El cliente entregará el tanque con las líneas de suministro y de salida bloqueadas, aplicando los protocolos de bloqueo y etiquetado de la compañía contratante. De igual manera, se asegurarán de entregar el tanque con el producto desocupado, pero no pueden asegurar que no queden residuos del producto al fondo del tanque. La remoción de residuos, las tareas de reparación y la entrega del tanque totalmente operativo, corren por cuenta del contratista.

La empresa contratante cuenta con una base de datos de contratistas a los cuales les ha evaluado su desempeño comercial, técnico y de SST, y que previamente han realizado trabajos parecidos en la compañía y les ha contactado para que preparen una oferta comercial para estas labores.

Los tres contratistas han solicitado una visita de campo para verificar los alcances del trabajo y facilidades para el trabajo para lo cual el contratante programó una visita.

Por parte del contratista A, visitó la planta, el gerente comercial,

Por parte del contratista B, asistió un ingeniero de proyectos, y

Por parte de la empresa C, asistió un representante del área técnica, una persona de seguridad industrial y el ingeniero de proyectos; el gerente comercial, quien también se había anunciado, se excusó.

Por solicitud de la gerencia, el cronograma de mantenimiento debía modificarse y limitarse a una sola semana, por lo que se informó a los contratistas que debían presentar un cronograma de intervención para los tres tanques de manera



simultánea. Se había verificado por parte del ingeniero de planeación que un plan de trabajo para los tres tanques, uno después del otro, no permitiría cumplir los nuevos planes de trabajo exigidos por la gerencia.

La empresa contratante es una planta industrial muy reconocida en el país y cuenta con estándares de trabajo de alta calidad, excelencia operativa y de SST. Durante los últimos años no ha tenido accidentes de trabajo con fatalidades y exhibe estadísticas de más de 200 días sin accidentes con lesión en personal directo y de contratistas.

Si bien la planta representa altos riesgos, su brigada de emergencia maneja brigadas para evacuación, primeros auxilios e incendios. Los temas de trabajos en alturas y espacios confinados no son considerados ya que en la operación no se presentan, los trabajos que requieren estas actividades son realizados por contratistas.

El comité de compras de la compañía, dada la apretada agenda y después de revisar las propuestas y discutir las con los oferentes, decidió contratar a las tres firmas, cada una encargada de un (1) equipo. Las ofertas tenían importantes diferencias económicas pero el cronograma de intervención no daba mucho tiempo de revisión de las propuestas y ninguno de los oferentes estaba en la capacidad operativa de realizar las tres reparaciones en solo una semana.

Preguntas:

Si usted hiciera parte del área SST del contratante, qué elementos consideraría que deben ser exigibles a los contratistas para ser aceptados como contratistas en este proyecto.

Qué herramientas del sistema de gestión de SST considera importantes que se hayan contemplado o se deban contemplar para garantizar la seguridad en los trabajos que se van a realizar. Justifique su respuesta.

Qué herramienta del sistema de gestión de SST considera importante gestionar para verificar los riesgos derivados de las modificaciones en el cronograma. Justifique su respuesta.

Si usted hiciera parte de los contratistas, qué controles consideraría para la planeación de este trabajo.

Parte 2

Dos días antes del inicio de los trabajos, el contratista C solicitó al contratante una reunión para revisar algunos aspectos del alcance del contrato y revisar los procedimientos de trabajo diseñados para esta intervención, reunión que fue atendida por el ingeniero encargado de este proyecto de mantenimiento.

El contratista C, durante la fase de planeación, consideró los siguientes aspectos:

- 1- Designación de responsables, ingeniero residente, operarios encargados del ingreso al espacio confinado, vigía y supervisor SST/rescatista (por considerarse un trabajo de alto riesgo, esta empresa siempre designaba a un supervisor SST).
- 2- Verificación de competencias, se verificó capacitación para todos los roles definidos, al ingeniero residente y al vigía se les realizó una inducción específica en temas de trabajo en alturas y espacios confinados, de acuerdo con la planeación, ninguno de ellos ingresaría. En caso de que el ingeniero tuviera que ingresar, se enviaría un recurso adicional de la planta, que era un ingeniero capacitado como entrante a espacios confinados.
- 3- Uno de los entrantes fue enviado a capacitación en espacios confinados, dado que la última vez que había recibido entrenamiento había sido hace cinco años. El sitio seleccionado para entrenamiento es un lugar en el cual la persona encargada conoce claramente las actividades de la empresa y, también, sus procedimientos de seguridad. Por esto, se aseguran de que el alumno sea muy competente y conozca los procedimientos operativos y de SST. De igual manera, el supervisor SST se encargó de reunirse con el entrenador para ayudarlo a enfocar las necesidades específicas de la empresa para la capacitación.
- 4- Solicitaron que la inducción de la compañía contratante se realizara el día previo al inicio de las labores para garantizar que su equipo llegara directamente a áreas operativas desde el mismo día de inicio de parada de planta.
- 5- Solicitaron autorización para ingresar equipos y herramientas el día antes, los cuales dejarían en un área de acopio portátil que solían utilizar como campamento en este tipo de obras, solicitud que fue aprobada.
- 6- Solicitaron instalar tarjetas y candados de bloqueo propios de la empresa C en los sitios de bloqueo definidos por la empresa contratante, de manera adicional y complementaria a los que el contratante colocara.
- 7- Revisaron con el contratante la hoja de seguridad de los condensados que se manejaban en el tanque, verificando las características y peligros del producto.
- 8- Diseñaron el plan de rescate específico y realizaron un simulacro, tratando de simular las condiciones que se podían presentar en el sitio. De igual manera, definieron los sitios más cercanos a la zona de trabajo que podían prestar atención médica de emergencia y verificaron que le prestaran cobertura a su empresa. Y, por la criticidad de los trabajos, confirmaron la disponibilidad de vehículos de emergencia en la zona.
- 9- Diseñaron un procedimiento especial de soldaduras dentro del tanque para evitar que la fibra de vidrio, que servía de aislante, se quemara y generara conatos o incendios.
- 10- Entregaron los siguientes documentos al cliente para su información y revisión (si lo consideraba necesario):
 - a- Procedimientos de trabajo para el ingreso al espacio confinado y el trabajo a realizarse.
 - b- Listado e inspecciones de equipos, de sistemas de acceso, equipos de protección contra caídas y para espacios confinados.





- c- Listado de equipos y herramientas, e inspección de equipos críticos (equipos de soldadura, taladro, pulidoras).
- d- Listado de personal encargado y evidencias de seguridad social del personal y de competencias.
- e- Copia de los exámenes médicos laborales realizados a los trabajadores expuestos, donde constaba que eran aptos para las tareas contratadas, y perfil de cargo donde se definían tareas de alturas y espacios confinados.
- f- Plan de emergencias, plan de rescate en alturas y plan de rescate en espacios confinados.
- g- Listados de equipos para atención de emergencias (extintores, camillas, entre otros), para rescate e inspecciones de los mismos.
- h- Diseño de ventilación.
- i- Análisis de peligros de la tarea.
- j- Cronograma de intervención.
- k- Hojas de seguridad y fichas técnicas de los productos químicos para limpieza y pintura de zonas reparadas.

Los otros dos contratistas no presentaron nada antes del día de la intervención, ni el contratante los solicitó.

El día antes de las intervenciones, el contratista C tomó la inducción e ingresó los equipos y herramientas, dejándolos ubicados en el campamento portátil.

El día de inicio de labores, los contratistas A, B, y C llegaron a la planta: el contratista C ingresó rápidamente al área de trabajo, mientras los contratistas A y B tuvieron demoras en el ingreso, validando temas de seguridad social, inventarios de equipos y herramientas en portería y la respectiva inducción a contratistas.

Pregunta:

Qué aspectos positivos y de mejora considera que deben analizarse en la planeación de cada empresa contratista y cómo cree que cada uno puede impactar positiva o negativamente en la seguridad durante el proyecto.

Parte 3

Muy temprano, la empresa contratante realizó las acciones para desocupar los tanques, purga, bloqueo y etiquetado de líneas de alimentación, y preparación para entrega de los equipos a los contratistas.

El modelo de operación consistía en que la empresa contratante entregaba a los contratistas estas áreas y, en ellas, cada contratista debía gestionar la seguridad de manera independiente y autónoma, aplicando sus propios protocolos de control y seguridad. Al ser un área designada, la autoridad de área también era designada al contratista, pero el contratante se reservaba el derecho a realizar auditorías e inspecciones de SST sobre los contratistas para verificar la adecuada implementación de controles de seguridad.

La contratista C llegó al área de trabajo y, durante la entrega, todos acompañaron el proceso y todos los miembros del equipo instalaron su candado y etiqueta en el sitio donde el cliente había realizado los bloqueos. Terminada la entrega del tanque, demarcaron el área con conos y cinta, y el supervisor de SST ayudó con la instalación de señalización de requerimientos de equipos de protección en sitios estratégicos.

Ya ubicados en campo, se realizó una actualización del análisis de riesgo elaborado previamente y se discutieron los cambios con el equipo de trabajo, se realizó una charla de concientización acerca de la tarea, se revisaron roles y responsabilidades, y se procedió a realizar apertura de permisos de trabajo. El ingeniero residente obraría como autoridad de área y supervisor general. El ingeniero previamente había realizado trabajos de este tipo con la compañía y con otras compañías, y su experiencia era reconocida dentro del equipo de trabajo.



Se realizó una inspección preoperacional rápida de todos los elementos y equipos de protección, y se procedió a iniciar trabajos.

Uno de los operarios ascendió por la escalera inclinada a la superficie del tanque, usando sus equipos de protección contra caídas, en especial, el arnés, para poder ayudarlo a evacuar rápidamente en caso de emergencia. Toda esta área tenía barandas, excepto la boca del manhole cuando estuviera abierta, por lo que en el procedimiento se indicaba que se limitaría a retirar todos los tornillos, excepto uno, y, después, con una varilla, realizaría la apertura del manhole a una distancia prudencial, para asegurar que estaría lejos de la boca y evitar ser afectado por gases o vapores. Esta apertura se realizaría para empezar a ventilar el tanque, poder realizar mediciones y verificar la implementación de la ventilación forzada.

Los contratistas A y B apenas estaban ingresando a las áreas y empezaban a descargar equipos en el sitio.

El contratista C realizó mediciones con un equipo recientemente calibrado que tenía una sonda, y verificaron niveles de oxígeno adecuados, y mediciones en O para LEL, H2S y CO en la boca del tanque. No obstante, también definió usar ventilación para mejorar las condiciones de confort térmico, pues los días estaban calurosos, el pronóstico del tiempo para los días restantes también era de altas temperaturas y, debido al aislamiento, la temperatura dentro del tanque era muy elevada.

En el campamento del contratista C, ya la estación de hidratación estaba lista y todos los equipos estaban en su lugar. Se instaló el trípode en la superficie del tanque y el operario, anclado al trípode con una línea retráctil, procedió a realizar mediciones estratificadas, verificando que las condiciones de la atmósfera en todo el tanque eran adecuadas, encontrándose una pequeña variación en el fondo del tanque, que mostraba 1% de LEL, lo cual estaba dentro de los parámetros contemplados y una condición así hacía parte de la planeación. Se instaló la planta eléctrica y se conectó el sistema de ventilación, necesario para mejorar las condiciones de confort térmico dentro del tanque. Las actividades programadas ese día para el equipo C comprendían solamente la limpieza del tanque. Los operarios se pusieron los trajes tyvek, la protección contra caídas y la protección respiratoria, de acuerdo con lo definido por el supervisor SST, quien había revisado previamente las fichas de seguridad de los condensados que podían quedar en el tanque y que, obviamente, no registraba el medidor que tenían.

Los dos operarios que ingresaban habían definido ingresar uno tras de otro, trabajando al mismo tiempo, con el fin de planear la evacuación y limpieza de residuos, y que, pasada una hora, uno de ellos saldría a descansar para empezar a hacer rotaciones a partir de ese momento. El vigía se mantuvo en cada momento en la superficie del tanque, atento a los sistemas de comunicación y, cuando era posible, al contacto visual que tuviera con sus compañeros. La ventilación se mantuvo conectada permanentemente, excepto cuando el personal iba a entrar y salir, anclado al winche, ya que la boca del tanque era muy estrecha.

El esquema de seguridad planteado por este contratista incluía que, para entrar y salir, siempre se debía subir con el winche conectado a la argolla pectoral del arnés y la línea retráctil conectada a la argolla dorsal, para que, cuando se estuviera dentro del espacio confinado, ambos operarios se mantuvieran conectados a un sistema. Esta situación dificultaba las labores en algunos momentos, pero garantizaba las tareas de rescate en caso de presentarse una emergencia e, incluso, podría facilitar las labores de extracción de un trabajador y evitaría el ingreso del rescatista. No obstante, lo anterior, se contaba con equipos de suministro de aire autocontenido para un rescatista, en caso de requerirse su ingreso y de que, adicionalmente, el sistema de ventilación fallara.

El día transcurrió sin novedad para el contratista C, no fue así para los otros. Los contratistas A y B, llegado el medio día, aún estaban trabajando en aspectos administrativos, no tenían documentación suficiente para que el interventor del contratante liberara el área para empezar a trabajar y, durante toda la mañana, estuvieron realizando documentos, trabajando con los operarios realizando inspecciones y análisis de seguridad. Solo pasado el mediodía, el contratista A pudo realizar una medición de la atmósfera y el contratista B tuvo que aplazar cualquier tipo de ingreso, pues solo contaban con un equipo de monitoreo que estaba bajo de pila y, además, no se observaba que contara con una calibración vigente. En horas de la tarde lograron alquilar uno, pero no alcanzó a llegar al sitio a tiempo.

Los contratistas A y B tenían una escalera para el ingreso al tanque y esta dificultaba el acceso al sitio, ya que el manhole era muy estrecho y ambos equipos se vieron en aprietos para justificar sus planes de rescate, ante la ausencia de equipos que facilitaran la extracción de un paciente. Solo el contratista B, que había acertado en asesorarse con un especialista en el tema, logró sortear la situación y comprometerse para implementar algunas medidas adicionales el día siguiente. De hecho, el contratista A no contaba con equipos básicos para atención de emergencias, no contaba con alguien entrenado para tal fin y debió acudir a contratar de manera apresurada a alguien que les pudiera ayudar en este aspecto, retrasando el inicio de los trabajos un día.

Pregunta:

Enuncie los aspectos positivos y oportunidad de mejora en SST del trabajo realizado en el día uno por cada contratista.

Parte 4

Durante el segundo día, los trabajos del contratista C transcurrieron sin novedad, se realizaron las mediciones de espesor y se definieron los puntos de intervención y reparación. El contratista B pudo ingresar sus operarios para realizar limpie-



za, pero, ante la ausencia de una ventilación adecuada que generara confort térmico, sus operarios entraban y salían constantemente y, al final del día, el cansancio se apoderó de ellos y no pudieron continuar. El contratista A tuvo su cuadrilla detenida y el contratante ya estaba solicitando un plan de acción ante esta situación. En los pasillos se hablaba de multas al contrato y el líder del proyecto por la parte contratante había sido llamado por su superior para verificar los problemas derivados de la falta de planeación y verificación previa al inicio del contrato.

El tercer día, el contratista C estaba fabricando las platinas para instalar los parches y, como ya se habían definido los puntos de intervención, la cuadrilla aprovechó este tiempo para retirar el recubrimiento de acero inoxidable y fibra. Esto demoraría más los trabajos, pero les permitiría garantizar que la fibra no se quemaría y se evitaría el riesgo de incendio. Igual, este tiempo no era aprovechable, debido a que las platinas estaban en fabricación en el taller, para evitar que en campo las tuvieran que figurar y calentar o que tuvieran dificultades para montarlas dentro del tanque. Por su parte, el contratista B estaba realizando labores de limpieza, con un rendimiento muy precario, dadas las altas temperaturas dentro del tanque. El contratista A ya se encontraba validando los últimos detalles para poder ingresar y decidieron incluir un nuevo miembro al equipo como parte del plan de acción definido con el cliente para avanzar y eliminar los retrasos en su cronograma.

En horas de la tarde se realizaron los primeros ingresos al tanque asignado al contratista A, el calor era insoportable y, como el tanque estuvo vacío tres días, con un intenso calor, los condensados habían emitido bastante vapor y los niveles de LEL eran superiores al 10% (límite definido por la empresa contratante para permitir trabajos con LEL), por lo que, en varios momentos, debieron suspender las labores de limpieza del tanque y retirar los operarios.

Pregunta

Enuncie los aspectos positivos y oportunidades de mejora en SST del trabajo realizado en los días 2 y 3 por cada contratista.

Parte 5

Para el cuarto día, el contratista C se encontraba al día con su cronograma, procedió a instalar los parches de metálicos y se realizaron labores de soldadura, el supervisor SST completó las labores de vigilancia, verificando que las áreas de soldadura interna no despedían en el exterior material incandescente sobre la fibra, la cual había sido cubierta con carnaza. Adentro, los dos operarios verificaban y redireccionaban la ventilación hacia las áreas de trabajo para evitar la concentración de humos de soldadura. Para el final del cuarto día, los parches ya se habían instalado y se había decidido que uno de los operarios se quedaría adentro puliendo y alistando las superficies para aplicar pintura y acabados el siguiente día y el otro estaría afuera instalando nuevamente la fibra de vidrio y las láminas de acero inoxidable. El contratista B estaba realizando mediciones de espesor, ya se estaban cortando en sitio las láminas necesarias para los parches dentro del tanque y el contratista A terminó la limpieza y empezó a realizar mediciones de espesor.

El quinto día, para el equipo C, era un día con retos especiales, si las pruebas de las soldaduras eran positivas, solo restaría hacer los retoques de pintura en las zonas afectadas y estarían terminando. Sin embargo, la aplicación de las pinturas requería uso de equipos de protección respiratoria especiales y, seguramente, dos entrantes adicionales visitarían la obra ese día, el ingeniero que haría pruebas a las soldaduras y el encargado técnico del cliente que revisaría la obra, lo que ya significaba un reto, al tener que permitir el ingreso de dos personas adicionales al tanque.

Los contratistas A y B estaban bastante acelerados, debido a su retraso en el cronograma y la inminente visita del cliente al contratista C. El contratista B empezó a poner las láminas, muy despreocupado del proceso de soldadura, no había tiempo para hacerlo con pequeños cordones de soldadura, que era el procedimiento más seguro para evitar el calentamiento excesivo de la fibra de vidrio. Además, la soldadura y el oxicorte dentro del tanque hacían todavía más difícil el trabajo dentro del caluroso espacio.

El contratista A estaba de suerte, el tanque superó bien la inspección y solo tendrían que instalar algunos parches con una masilla especial que ayudaría a preservar estas superficies. Debían acelerar esta tarea, por esto, el joven que habían incorporado debía ingresar al tanque para apoyar estas tareas. El primer intento fue un reto especial, el joven nuevo nunca había entrado a un espacio confinado, el peor momento fue cuando bajó al sitio y su nerviosismo generó un ataque de asma, ante el cual ninguno sabía como actuar, fueron momentos angustiantes, ante la ausencia de un equipo de rescate, uno de sus compañeros tuvo que subirlo sobre sus hombros, solo para lograr que desde arriba lo tomaran de sus brazos y le ayudaran a salir. Tendido sobre la plataforma, fue reconfortante ver llegar a uno de sus compañeros con un inhalador que rápidamente lo ayudó a recuperarse.

Este incidente tuvo que ser reportado al cliente, quien, al asistir al sitio y revisar algunas evidencias, constató serias deficiencias en los sistemas de control, por lo que se suspendieron inmediatamente los trabajos en ese frente de obra. A la luz de los hallazgos, se auditaron también los trabajos de las contratistas B y C, descubriendo algunas oportunidades de mejora en los trabajos de la contratista B y una calificación sin novedades para la empresa C, que para este momento ya se encontraba pintando las superficies intervenidas.

Los niveles de tensión en la empresa contratante eran altos, primero, no se habían realizado acciones de supervisión efectivas, un incidente se había presentado y, además, la suspensión de trabajos en ese tanque ponía en riesgo el reinicio programado de los trabajos de la planta. La empresa cliente realizó una parada total de los trabajos en la planta durante



una hora para anunciar el incidente presentado y las medidas de control, y generar consciencia en los otros frentes de trabajo que participaban de la actividad.

Se realizó reunión con las empresas encargadas de los tres tanques, la contratista C técnicamente había terminado sus trabajos, bastaba con el visto bueno del área técnica del cliente para dejar el tanque listo para entrar en operación.

La entrada en funcionamiento de la planta estaba planeada para las 12 del mediodía del sexto día y en el tanque asignado a las contratistas A y B aún faltaban muchos detalles, por lo que se pidió a la contratista C permitir que la inspección para recibir su tanque se realizara esa misma noche, y si la gerencia de la contratista C lo aceptaba, dedicar las primeras horas del sexto día para poder apoyar los diferentes frentes del tanque asignado a las contratistas A y B. Estas tareas adicionales le serían pagadas de manera independiente de su contrato.

La inspección nocturna al tanque de la contratista C fue exitosa y el equipo se fue a descansar. Pero, esa noche, la contratista B no había terminado el recubrimiento con fibra del tanque asignado, por efecto de la soldadura aplicada durante el día, estaba encendida, el poco oxígeno entre el tanque y la cobertura de acero inoxidable hacía que la fibra se quemara lentamente. Hacia la una de la mañana, la fibra en combustión encontró una lámina de acero inoxidable suelta y abierta, y en este punto se presentó un conato de incendio. El guarda de seguridad observó una intensa luz en el área y, a sabiendas de que no había trabajos nocturnos autorizados, se dirigió a la zona y reportó la situación por radio. Al llegar la brigada al sitio, un conato de pequeñas dimensiones se presentaba en el tanque de la contratista B, que, el guarda, con el entrenamiento de atención de emergencias tenía, pudo atender con los equipos de extinción de incendios del área. La brigada de emergencias asistió al sitio solo para ver que el conato ya había sido atendido, pero diagnosticó que no había cómo tener certeza del estado de la fibra por debajo del acero inoxidable. De momento, solo podía recomendar humedecer la fibra en las zonas expuestas y aislar el área para que un equipo especializado pudiera intervenir a primera hora de la mañana siguiente. Un equipo de vigías de la brigada estuvo toda la noche en el área, vigilando que un nuevo conato pudiera ser contenido.

Preguntas

Enumere los aspectos positivos y oportunidad de mejora en SST del trabajo realizado en los días 4 y 5 por cada contratista.

Enumere tres causas de cada accidente.

Describa dos acciones que hubiesen evitado los accidentes.

Enumere las oportunidades de mejora detectadas en el proceso del plan de rescate y evacuación médica del contratista A.

Parte 6

Por su gravedad, el asunto había sido informado al gerente y al gerente de planta, quien en las primeras horas ya estaba en la planta. Se realizó un comité y, brindados los reportes del caso, era claro que el reinicio de la planta no se daría al cien por ciento. El gerente general dio indicaciones de que solo reiniciaría la planta cuando los trabajos y la seguridad de equipos y personas fuera completa.

El gerente ordenó llamar a descargos a las empresas involucradas en el incidente del día previo y el incendio de la fibra. De igual manera, ordenó citar a los contratistas A y B para una auditoría de su proceso y ordenó que la firma C se hiciera cargo de las labores para finalizar el tanque asignado a la contratista A, que estaba próximo a finalizarse. La seguridad de esta tarea sería asumida directamente por el contratante y el personal directo de la empresa acompañaría esta labor, además de brindar todo el apoyo necesario para que el equipo de la contratista C terminara cuanto antes estas tareas y ese tanque entrara en funcionamiento. Por la seguridad del proceso, el tanque de la contratista B debía ser puesto en mantenimiento total, debido a que se tenía que retirar toda la capa de acero inoxidable y reemplazar la fibra comprometida. Estas labores, por instrucciones de la gerencia, serían asignadas a la contratista C, que había demostrado realizar una excelente labor técnica, operativa y de SST.

Al llegar el equipo de la contratista C, en compañía del personal de la empresa contratante, iniciaron los trámites administrativos de análisis de riesgos en el área, del trabajo específico y la apertura de permisos de trabajo. Se inició la ventilación del tanque y, una hora antes del reinicio de la planta, el ingeniero de producción estaba liberando los trabajos de este tanque. Se iniciarían pruebas y, seguramente a las 12 del mediodía, hora del reinicio de la planta, este tanque también entraría en operación.

El personal de la contratista C realizó inspección de sus equipos y procedió a guardarlos y recogerlos en su campamento. Habían sido informados que se encargarían de las obras del tanque asignado al contratista B, por el momento solo quedaba estar en disponibilidad e ir a retirar los candados y etiquetados en los tanques donde habían realizado intervenciones.

Si bien la planta no se encontraba ciento por ciento operativa, tener dos tanques en funcionamiento permitía atender los requerimientos de producción de sus clientes en el momento.

Se citaron un par de comités, donde se presentarían las investigaciones frente a los accidentes que se presentaron y una auditoría al proceso de contratación, selección de contratistas y supervisión durante los contratos, para verificar las oportunidades de mejora en estos aspectos.



Pregunta:

Qué aspectos considera importantes para aplicar como herramientas de control en la contratación para realizar contrataciones adecuadas y qué aspectos considera que no se tuvieron en cuenta en la contratación y que propiciaron los accidentes.

Parte 7

Después de la auditoria, se enuncian a continuación algunos aspectos que se consideraron importantes de resaltar:

- No se realizó una gestión del cambio frente a los cambios en los tiempos asignados al mantenimiento y los impactos y consecuencias que el cambio generaba.
- No se realizaron exigencias específicas a cada empresa y cada una realizó una planeación independiente, teniendo consideraciones operativas y de SST diferentes que afectaban la calidad de los trabajos, el desempeño en SST y el costo.
- Los peligros no se identificaron de manera completa y la valoración de los riesgos fue deficiente, por lo que no se definieron controles adecuados o estos fueron insuficientes para las situaciones presentadas.
- En trabajos de alto riesgo, los contratistas deben demostrar los procesos de planeación antes de ingresar a realizar procesos operativos y esta planeación debe ser verificada y validada por las áreas de la compañía.

Preguntas:

Si usted hiciera parte de la empresa contratante, qué otras conclusiones podría resaltar.

Qué recomendaciones realizaría para evitar que estos accidentes se vuelvan a presentar.

Caso 2

Juan, Camilo y Luis llevan más de una hora caminando en busca del sitio que, con señas, les habían indicado, allí encontrarían la boca de entrada de un pozo de agua situado en una zona boscosa que abastece la empresa agrícola donde trabajan.

Juan es un joven que lleva pocos meses en la empresa, fue contratado porque es una persona que adelantó estudios en seguridad industrial y podría apoyar otras labores administrativas.

Los otros dos jóvenes son del departamento de mantenimiento, todos trabajan por turnos de 21 días de trabajo y 7 de descanso en una empresa de cultivos agrícolas que se encuentra aproximadamente a seis horas del casco urbano del municipio más cercano.

Cuando ya se disponían a llegar al sitio, los dos operarios de mantenimiento le preguntan a Juan cual es el objeto de su acompañamiento y él les contestó que, como estaba conociendo la compañía y terminó estudios de seguridad industrial, se había ofrecido a acompañarlos para así entender un poco más sus labores.

Camilo le explica que están encargados de revisar la bomba de agua, que está en el interior de un pozo de agua, ya que no está llegando agua a la planta. Al llegar al sitio, Juan revisa los documentos que Luis y Camilo llevaban, y encontró una orden de mantenimiento donde se designaba a Luis y a Andrés para realizar las actividades en la bomba. Camilo ya se había alistado, se había puesto un arnés y aseguró a un árbol de mango cercano una cuerda que él denominaba, línea de vida.

Juan, antes del ingreso de Camilo, indagó acerca de la autorización e hizo notar que Camilo no era la persona autorizada, sino Andrés. Camilo le explica que Andrés la noche anterior se había evadido del campamento y, como llegó un poco tomado en la madrugada, ellos le estaban haciendo el favor de cubrirlo para que no lo sancionaran. Juan, un poco dubitativo, les preguntó por qué habían designado a Andrés para ese trabajo, a lo que Luis le contestó que Andrés había tomado en la capital un curso de trabajo en alturas y otro de espacios confinados, y que por eso siempre lo enviaban a él, pero que no había nada de qué preocuparse, que lo más seguro era que fueran algunas ramas tapando la entrada de la bomba y que, seguramente, se demorarían solo unos minutos. Camilo dijo: "Juan, tranquilo que fue más lo que nos demoramos caminando hasta acá, que lo que yo me voy a demorar allá abajo, vea que cuando yo trabajaba en la finca, siempre era el que se metía a los huecos, yo soy flaquito y bajito, y allá me muevo mejor, además, sería usted muy mala persona si cuenta que Andrés no vino". Sin mediar más palabras, abrió la tapa, prendió su linterna y empezó a bajar.

Mientras Camilo descendía por la escalerilla, les dice que, de tanto en tanto, contaría lo que fuera sucediendo y que esperaba acabar pronto el trabajo. Juan, aun estaba contrariado, pero no conocía los protocolos de la compañía en estos casos, era la primera vez que asistía a acompañar un trabajo de este tipo y, siendo honesto consigo mismo, en la universidad había escuchado hablar de que los espacios confinados encerraban muchos peligros, pero nunca fue entrenado en la materia. Por otro lado, solo llevaba unos meses en la empresa y tampoco quería ponerse a pelear con sus compañeros por lo ocurrido.



Luis se dispuso a efectuar su labor de vigilancia. Ninguno de los dos jóvenes podía ver bien a Camilo, ya que había bajado a bastante profundidad. Por el momento, habían oído su voz diciendo que estaba junto a la bomba y que se veía averiada. Unos minutos más tarde, les explicó que el fondo del pozo estaba lleno de agua estancada y que, cuando se movía por el lodo, notaba un olor “asqueroso”. En esta ocasión, la voz les llegó algo entrecortada.

Juan no estaba a gusto con la situación y sintió que algo no marchaba bien, por lo que le comentó a Luis que sería mejor que Camilo regresara. Luis empezó a compartir su preocupación y comenzó a llamar a Camilo, quien no respondía los constantes llamados. Los dos jóvenes volvieron a gritar su nombre y Juan presintió que algo había sucedido, por lo que se dispusieron a rescatar a su compañero. Le indicó a Luis que empezaran a tirar de la cuerda de seguridad, pero esta rápidamente se rompió, ya que no estaba en buen estado, estaba muy vieja y desgastada, y en la planta la usaban para amarrar los elementos de la camioneta.

Luis estaba desesperado. Sin pensarlo, se metió en el pozo para ir en busca de Camilo. Juan le sujeta por el brazo, sin lograr impedir su ingreso. Cuando estaba llegando al sitio de la bomba, el olor a huevos podridos era intenso y decidió salir rápidamente sin ver, ni encontrar a Camilo.

Luis y Juan reflexionaron y decidieron que no era seguro intentar bajar por Camilo, toda vez que no sabían qué sucedió allá abajo y que, si entraban, podían acabar igual a él. En ese momento, recordaron que en la maleta de Camilo estaba el radio de telecomunicaciones, con el que trataron de comunicarse a la planta, sin éxito en su propósito, pues el otro radio lo tenía Andrés, quien inicialmente estaba designado para hacer la tarea y quien seguramente no contestaba, pues estaba durmiendo en los alojamientos de la empresa.

Era una zona apartada y, aunque ambos tenían un equipo de comunicación celular, en esta área no había cobertura, debido a que estaban en una parte muy baja. Además, el celular de Luis no tenía minutos.

Ante esta situación, Juan le sugirió a Luis que buscara la zona alta más cercana donde tuviera señal, para poder llamar a la empresa y pedir ayuda. Durante el camino, trató de ir lo más rápido posible, buscando un sitio donde tuviera señal y pudiera llamar, pero iba angustiado y llorando, pues no sabía cómo iba a explicar lo sucedido.

Dos horas después del incidente, llegó una camioneta con otros técnicos de la compañía para tratar de rescatar a Camilo. Adonaí, el capataz más antiguo, trató de entrar, pero, rápidamente, se devolvió y le indicó al equipo que era mejor dejar así, “el ambiente abajo está muy pesado y me estaba mareando, además, la última vez que sucedió algo parecido en la otra empresa donde trabajaba, tres personas fallecieron en el pozo y los profesionales que entraron a realizar el rescate llevaban equipos que revisaban la atmósfera y tenían equipos para ayudar a subir y bajar las personas, nosotros no tenemos nada de eso, es mejor dejar así y llamar a bomberos del municipio” dijo. Por ser el más antiguo de la empresa, todos acataron su decisión.

En la llamada a bomberos del municipio, contestaron que no podían ayudar mucho, que iban a enviar una unidad para evaluar la situación, pero que no tenían equipos para atender este tipo de emergencias, que solo bomberos de la capital podrían ayudar y que ellos se encargarían de contactarlos. Pidieron que se tuviera consideración que la capital se encontraba a más de ocho horas del sitio del accidente y que esa zona estaba muy alejada y era peligrosa para transitar de noche, por lo que, probablemente, llegarían al sitio el siguiente día.

Durante la noche, Juan no se alejó de la boca del pozo, esperaba que la luz de la linterna, que aún se veía en el fondo, en algún momento se moviera y Camilo saliera subiendo por la escalera, pero era consciente de que eso no sucedería.

Camilo fue rescatado sin vida al día siguiente de su ingreso al pozo. Unidades de rescate de bomberos, acompañadas de unidades encargadas de certificar el deceso del paciente e investigación criminalística, se desplazaron desde la capital para el rescate de su cuerpo. Antes del ingreso, las unidades de bomberos realizaron las mediciones respectivas, encontrando en el fondo del pozo altos niveles de ácido sulfhídrico (H₂S), por lo que realizaron labores de ventilación antes del ingreso y, por seguridad, descendieron con equipos de suministro de aire, previendo que, al ser un pozo, podría generar nuevas fuentes de H₂S, cuando los lodos fueran movidos o pisados por los rescatistas.

Preguntas:

1. Enumere tres causas del accidente mortal.
2. Describa dos acciones que hubiesen evitado el accidente.
3. ¿Cree que, con un plan adecuado de emergencias, Camilo se hubiese salvado? Explique su respuesta.
4. Si usted fuera el encargado de la planeación de este trabajo, qué aspectos considera importantes para su planeación.
5. Enuncie cada una de las condiciones inseguras detectadas en la narración.
6. Enuncie cada uno de los actos inseguros identificados en la narración.
7. Qué herramientas de control administrativo considera relevantes dentro del proceso de planeación de este trabajo.
8. Si usted fuera el encargado de este proceso, ¿hubiera permitido el ingreso de una persona no autorizada? Justifique su respuesta.
9. Si este accidente sucediera en un país que no cuente con legislación en espacios confinados, ¿cuáles considera que serían los límites de exposición permisibles para gases y vapores peligrosos que aplicarían para definir en la planeación de este trabajo?



10. Si estuviera encargado de la gerencia de SST de esta empresa, qué consideraciones tendría usted para contratar la capacitación de estos funcionarios.
11. Si estuviera encargado de estos trabajos, qué consideraciones tendría acerca de la comunicación.

Caso 3

Siendo las nueve de la mañana, un carrotanque que transportaba gasolina llegó a la estación de servicio. En este sitio solían realizar lavado de carrotanques y, cuando se requerían otros trabajos, en el taller de al lado, les prestaban el servicio de pequeñas reparaciones. Carlos, el conductor, era la primera vez que visitaba este sitio, pero sus amigos le habían recomendado mucho este lugar y él confiaba en su criterio, pues era la primera vez que descargaba en esta ciudad.

Carlos no había descansado, entonces, pactó la limpieza interna y el lavado exterior del carrotanque. Dejó las llaves y salió en busca de un buen desayuno y un sitio para descansar al menos unas horas, antes de empezar su camino de regreso.

En el sitio ya habían empezado a trabajar en la limpieza del carrotanque. Darío y Fredy habían decidido encargarse de la parte externa, siempre habían hecho pareja para estos trabajos grandes. Por su parte, Diego se encargó de la parte interna solo, su amigo Boris no había ido a trabajar ese día pues estaba acompañando a su madre al médico. Diego no estaba preocupado de trabajar solo, creía tener mucha experiencia en el tema porque había trabajado en la empresa de acueducto de la localidad y había ingresado varias veces a carrotanques de transporte de agua sin problemas. Además, eso le representaría un mayor ingreso al final del día, al no tener que compartir la paga con Boris.

Darío y Fredy avanzaban rápidamente en el lavado exterior del carrotanque. Diego salió a buscar una escalera de madera que tenían en la tienda de al lado y aprovechó para refrescarse con un par de cervezas. Finalmente, la tarea que le esperaba era agotadora, pero, con lo que ganaría, ya tenía para sobrevivir un par de días adicionales.

Las válvulas del carrotanque habían sido abiertas, por lo que se garantizaba que no había adentro remanentes importantes de combustible. Diego ascendió por la escalera posterior, caminó por la batea superior y dio apertura a los manhole superiores. Tomó la escalera que había dejado al lado del carrotanque y logró hacerla caber dentro de la pequeña boquilla superior. Se devolvió al suelo y fue a recoger baldes y los elementos necesarios para la limpieza, y a ponerse la indumentaria adecuada (una pantaloneta y una camiseta de su equipo favorito, para que al mojarse no le pesara tanto como la ropa con la que habitualmente trabajaba).

Sus compañeros se preparaban para terminar. Al regresar, acordó con ellos que, cuando terminara, los llamaba, para que hicieran los remates de limpieza que se necesitaran para poder entregar el vehículo. Darío y Fredy terminaron sus labores y fueron también a la tienda a esperar que Diego terminara. Bebieron unas cervezas mientras el conductor del carrotanque les pagaba o llegaba un nuevo cliente, cosa que sucedió rápidamente. Un camión que acababa de transportar ganado había llegado para ser limpiado y el conductor había prometido una generosa recompensa si lo limpiaban rápidamente.

Diego subió e ingresó al carrotanque. Si bien se encontraba vacío, quedaban vapores de gasolina en el ambiente que no se habían ventilado suficientemente antes del ingreso. Casi que inmediatamente después del ingreso, Diego se sintió mareado y decidió salir del carrotanque, pero la superficie del fondo del tanque era muy lisa y le costaba moverse. Si bien logró llegar a la escalera, se presume que no alcanzó a subir por ella, pues su cuerpo fue hallado apoyado junto a ella.

Carlos regresó en horas de la tarde a buscar su vehículo, después de haber descansado plácidamente. Estaba ansioso de poder encontrar su carro listo para viajar inmediatamente y regresar a su casa antes de la medianoche.

Al llegar, vio a Darío en la tienda con una cerveza y se acercó para pedirle las llaves del vehículo y confirmar que estuviera listo. Darío revisó sus bolsillos y, esperando encontrar todo listo, lo acompañó, para poder cobrar su paga. Carlos estaba muy contento por la limpieza exterior del carrotanque, pero estaba disgustado porque Diego tenía las válvulas aún abiertas y preguntó por el muchacho para saber de la limpieza interna y poder iniciar su viaje.

Darío busco a Diego y preguntó a sus compañeros por él, sin obtener respuesta. Fredy, quien también acababa de llegar, tuvo un mal presentimiento cuando le comentaron que a Diego no lo encontraban. Subió por la escalera del carrotanque y vio la punta de la escalera saliendo por el manhole. Se asomó y vio a Diego allí tendido. Gritó desesperadamente, buscando que Diego respondiera a su llamada y, rápidamente, Darío y Carlos estuvieron a su lado en el techo del carrotanque. Fredy decidió entrar para tratar de evacuar a Diego, pero el cuerpo frío e inerte parecía más pesado y, además, no era capaz de salir con él por la escalera, pues escasamente podía ingresar uno por el espacio que dejaba libre la escalera.

Fredy salió del carrotanque con la certeza que ya no había nada que hacer, además, estaba mareado por los vapores de gasolina. Al salir, la policía del municipio ya había llegado, la vecina de la tienda, al escuchar los gritos, decidió llamarle. La policía, al percatarse de la situación, llamó al personal de bomberos, que llegó en pocos minutos.

Para iniciar las labores de rescate, los organismos competentes midieron la atmósfera del sitio, encontrando bajos niveles de oxígeno en la atmósfera y niveles moderados de presencia de LEL, que podía verse afectado por los bajos niveles de



oxígeno. Rápidamente, se dieron cuenta que si el carrotanque presentaba estas mediciones ya caída la tarde, al momento del ingreso de Diego en la mañana, seguramente los bajos niveles de oxígeno y los altos niveles de vapores de gasolina generaron su asfixia. Los bomberos se reunieron, definieron las acciones de control que les permitieran un acceso seguro y, ya entrada la noche, realizaron el rescate del cuerpo sin vida de Diego.

Después de estas labores, la policía se llevó el carrotanque a los patios públicos de tránsito, por lo que se había presentado una muerte dentro de él.

Preguntas:

1. Enumere tres causas del accidente mortal.
2. Describa dos acciones que hubiesen evitado el accidente.
3. ¿Cree que, con un plan adecuado de emergencias, Diego se hubiese salvado?. Explique su respuesta.
4. Si usted fuera el encargado de la planeación de este trabajo, qué aspectos considera importantes para su planeación.
5. ¿Cree que la asignación de un vigía hubiera sido determinante para que Diego se hubiese salvado? Explique su respuesta.
6. Enuncie cada una de las condiciones inseguras detectadas en la narración.
7. Enuncie cada uno de los actos inseguros identificados en la narración.
8. Cuáles herramientas de control administrativo considera relevantes dentro del proceso de planeación de este trabajo.
9. Si este accidente sucediera en un país que no cuente con legislación en espacios confinados, cuáles considera que serían los límites de exposición permisibles para gases y vapores peligrosos que aplicaría para definir en la planeación de este trabajo.
10. Si hiciera parte de la organización dueña del carrotanque, qué consideraciones tendría para la contratación de servicios de limpieza de carrotanques.
11. Si estuviera encargado de la gerencia de SST de esta empresa, qué consideraciones tendría para contratar la capacitación de estos funcionarios.
12. Si estuviera encargado de estos trabajos, qué consideraciones tendría acerca de la comunicación.

Caso 4

Era domingo y las labores de mantenimiento preventivo estaban por terminar. Javier informó que ya había terminado y que, junto con la cuadrilla de trabajo, habían retirado los bloqueos y etiquetas instalados en la fuente de alimentación de la máquina que se encontraban reparando. El supervisor había cerrado los permisos de trabajo, incluido el de trabajo en espacios confinados, y solo quedaba pendiente retirar su candado para iniciar las pruebas previas al arranque. Javier estaba realizando su inventario de herramientas en el taller y no encontraba el extractor de rodamientos, consultó con sus compañeros, pero ninguno lo tenía. Hizo memoria y recordó que se había quedado al lado de la chumacera, al fondo de la criba, que era el espacio confinado donde habían trabajado. Si la máquina empezaba a trabajar y arrastraba el equipo podía generarse un daño muy grande, por lo que corrió a avisarle al supervisor.

Javier llegó a la máquina, pero no encontró a nadie allí, el supervisor no contestaba el radio y solo pensaba en que había prometido llegar temprano a casa, porque uno de sus hijos estaba cumpliendo años y esperaban su regreso para la celebración. Además, le habían encargado llevar el pastel. Insistió varias veces por el radio y por el celular sin respuesta. Pasaban los minutos y Javier ya no podía esperar más, la ruta estaba por salir y, si lo dejaba, tendría que caminar más de un kilómetro hasta la autopista más cercana y esperar a que pasara el bus de regreso a su casa, que, por ser domingo, se demoraba más de lo habitual.

Viendo que la máquina aún tenía un bloqueo instalado (el del supervisor) y dado que él ya no tenía su candado y etiqueta, decidió, ante la ausencia de respuesta del supervisor, entrar a la criba y recuperar el extractor de rodamientos. Era un trayecto de al menos 30 metros, con escasa iluminación, pero no era un sitio peligroso. Si bien era considerado por la empresa como un espacio confinado, no tenía los peligros típicos de este tipo de sitios, tales como atmósferas peligrosas. Después de abrir la compuerta, solo había que ingresar y caminar por un estrecho espacio de forma cilíndrica, recoger el extractor y devolverse, en menos de cinco minutos regresaría y estaría a tiempo en la ruta, y seguramente el supervisor ni siquiera se daría cuenta de la situación.

Cuando Javier estaba por llegar al final de la criba, sintió un ruido producido por la puerta de ingreso, que estaba siendo cerrada en este momento por el supervisor, trató de dar la vuelta para regresar, pero, por lo estrecho del espacio, no era tan fácil. El supervisor había regresado. Minutos antes estaba en la subestación eléctrica, retirando los sistemas de bloqueo y dando alimentación eléctrica a los sistemas vitales de la planta para las pruebas de arranque. En ese sitio, la señal del radio no llegaba y su celular se encontraba en silencio, por lo que no se había percatado de las llamadas de Javier. Al regresar, encontró la puerta de entrada de la criba abierta, pero no le pareció sospechoso, ya que todos los candados estaban retirados y, en esa área, ya se habían cerrado todos los permisos de trabajo. Procedió a cerrar la puerta, retirar el candado y el bloqueo de la máquina, y a encenderla para las pruebas iniciales.

Unos segundos después, tuvo que oprimir la parada de emergencia, ante los gritos que provenían de adentro de la criba y de otros operarios que se habían percatado de que alguien estaba dentro. Los motores que movían la criba no contaban con frenos electromagnéticos, así que los segundos que el equipo tomó para frenar completamente parecieron eternos.



Javier se encontraba malherido dentro de la criba, había sufrido muchos golpes, pero aún estaba consciente y gritaba pidiendo auxilio. El ingeniero de planta hizo presencia rápidamente y el supervisor había avisado a la brigada de emergencia, que llegó al lugar en pocos minutos.

Rápidamente, empezaron a planear cómo atender esta emergencia. Nunca antes se había presentado un evento como este en la planta y no se contaba con procedimientos operativos para una emergencia de esta clase, ya que, con la disciplina operativa que se manejaba, los controles administrativos, como permisos de trabajo e ingreso a espacios confinados, y todos los protocolos de bloqueo y etiquetado, no era concebible una situación como esta.

Minutos después una ambulancia ya se encontraba llegando al sitio y un equipo de la brigada se encontraba listo para ingresar. Ubicar a Javier era muy fácil porque sus gritos no paraban, pero ellos aún no sabían con qué escenario se iban a encontrar. El espacio era muy estrecho para que varias personas pudieran maniobrar e inmovilizar a Javier y, cuando el primer rescatador llegó al sitio, encontró un panorama complejo por la cantidad de lesiones y heridas que el cuerpo de Javier mostraba. El brigadista, con su preparación básica en primeros auxilios, detectó que debían proceder ágilmente, pero la situación estaba fuera de su alcance y preparación, dada la posición del cuerpo de Javier, su estado y la necesidad de proteger de manera adecuada su columna vertebral. Por radio, informó de la situación y la necesidad de atención especializada para el paciente. Presos de la desesperación, solo procedieron a revisar el pulso del paciente y a tratar de calmarlo. Su estado era crítico y se notaba cómo, con el pasar de los segundos, su estado empeoraba.

Los minutos pasaban y, lo que debía ser una buena noticia, que era la llegada de la ambulancia, se convirtió en un nuevo escenario de desesperación, al descubrir que la ambulancia que llegó al sitio era de tipo básico y que el personal de salud que asistió a la escena se negaba a entrar a un espacio confinado. Manifestaban que el paciente debía ser entregado en un sitio donde lo pudieran desplazar en la camilla. La tripulación de la ambulancia solicitó apoyo de una ambulancia medicalizada, pues el estado crítico del paciente requería un equipo con médico a bordo y una unidad de rescate de bomberos.

Los minutos fueron eternos. Al llegar los bomberos, realizaron la planeación del trabajo y rápidamente pudieron extraer al paciente, quien fue trasladado al centro médico definido por la empresa en una ambulancia medicalizada, sin embargo, horas después, murió a causa de sus lesiones.



Criba minera. Fuente: <http://spanish.industrialcrushermachine.com/sale-9554074-rotary-trommel-screen-mining-vibrating-screen-fully-enclosed-structure-5-35-mm-aper-ture.html>

Preguntas:

1. Enumere tres causas del accidente mortal.
2. Describa dos acciones que hubiesen evitado el accidente.
3. Mencione cada una de las condiciones inseguras detectadas en la narración.
4. Enuncie cada uno de los actos inseguros identificados en la narración.
5. Mencione las oportunidades de mejora detectadas en el proceso del plan de rescate y evacuación médica.
6. Si estuviera encargado de la gerencia de SST de esta empresa, qué consideraciones tendría para contratar la capacitación de estos funcionarios.
7. Si estuviera encargado de estos trabajos, qué consideraciones tendría acerca de la comunicación.

