

Guía técnica



Trabajo seguro
**en tanques de
almacenamiento
industrial**



Trabajo seguro en tanques de almacenamiento industrial

Introducción

Los trabajos desarrollados en tanques, silos, recipientes industriales y demás espacios confinados **representan una de las actividades de mayor criticidad en la industria moderna debido a la combinación otras tareas de alto riesgo**, la presencia de atmósferas peligrosas, accesos restringidos, energías peligrosas, limitaciones para la evacuación y alta complejidad operativa.

A nivel mundial, **un porcentaje significativo de los accidentes graves y fatales en la industria petroquímica, energética, portuaria**, agroindustrial y manufacturera ocurre durante actividades de inspección, limpieza, mantenimiento, soldadura, recubrimiento, inertización y rescate en espacios confinados, especialmente en tanques de almacenamiento de hidrocarburos, combustibles, productos químicos, silos de granos y recipientes de proceso, por lo anterior no solo se presentaran las caracterizaciones de los diferentes escenarios sino también las alternativas de control aplicables a las diferentes condiciones que se pueden presentar.

La **Resolución 0491 de 2020** del Ministerio del Trabajo establece los lineamientos mínimos para la gestión segura de trabajos en espacios confinados (**Ver Guía de espacios confinados ARL SURA**), sin embargo, la experiencia operacional y el análisis de accidentes industriales demuestran que el cumplimiento documental por sí solo no garantiza la prevención de fatalidades. Por esta razón, la presente guía técnica adopta un enfoque integral basado en la prevención de eventos mayores, la gestión de riesgos críticos, la jerarquía de controles y la aplicación de controles de ingeniería, administrativos y operacionales enfocados en preservar la vida de las personas.

La presente guía no pretende reemplazar la normatividad vigente ni los procedimientos internos de cada organización, **sino servir como un referente técnico para fortalecer los programas de gestión de trabajos en espacios confinados** (Ver “Guía de medidas de prevención y protección en espacios confinados y alturas para excavaciones, zanjas y alcantarillas”), elevar el nivel de control operacional y contribuir a la prevención de incidentes graves, fatalidades y eventos catastróficos en la industria.

* Objetivo general

Establecer lineamientos técnicos, operacionales y preventivos para la gestión segura de trabajos en tanques, silos y demás espacios confinados industriales, mediante la identificación de peligros, evaluación de riesgos críticos y aplicación de controles orientados a la prevención de accidentes graves, fatalidades y emergencias mayores.

* Objetivos específicos

- Fortalecer la identificación y clasificación de espacios confinados presentes en instalaciones industriales, petroquímicas, portuarias y agroindustriales.
- Promover la aplicación de la jerarquía de controles priorizando la eliminación del ingreso, los controles de ingeniería y la reducción de la exposición humana al riesgo.
- Establecer criterios técnicos para el control de atmósferas peligrosas.
- Definir controles operacionales aplicables a diferentes escenarios que derivan de las particularidades propias de las actividades económicas o relacionadas con las actividades a desarrollar en espacios confinados.
- Definir controles operacionales aplicables a diferentes escenarios que derivan de las particularidades propias de las actividades económicas o relacionadas con las actividades a desarrollar en espacios confinados.
- Fortalecer la planificación de actividades mediante el uso responsable de los controles operacionales.
- Promover la prevención de fatalidades múltiples derivadas de rescates improvisados o ingresos no autorizados.
- Fortalecer la preparación y capacidad de respuesta ante emergencias y rescates en espacios confinados.
- Contribuir al fortalecimiento de la cultura de seguridad operacional y prevención de riesgos críticos en las organizaciones.

Identificación de espacios confinados

La identificación adecuada de un espacio confinado constituye una de las etapas más importantes dentro de la gestión preventiva de riesgos, debido a que numerosos accidentes graves y fatalidades ocurren como consecuencia de clasificaciones incorrectas o de la percepción errónea de que determinados recipientes, tanques o estructuras industriales no representan condiciones de peligro para la salud o seguridad de las personas expuestas.

Inspección y monitoreo

Mantenimiento

Servicios públicos

Limpieza

Soldadura

El reconocimiento del tipo de **actividad económica**, las labores a desarrollar y las **tareas propias de cada proceso operativo** permite **identificar de manera anticipada las necesidades de control** requeridas para la ejecución segura de trabajos en espacios confinados.

Asimismo, las actividades a ejecutar determinan los peligros potenciales que deben ser controlados, así como los recursos, métodos de trabajo, equipos y competencias necesarias para desarrollar la actividad de manera segura.



Por esta razón, la **planificación previa** y el **conocimiento integral de las condiciones operacionales**, los riesgos asociados y las características de la tarea constituyen elementos fundamentales para la prevención de accidentes graves, fatalidades y emergencias en espacios confinados.

Identificación de peligros

Ingreso seguro a tanques, cisternas, silos y recipientes industriales
Toda intervención en espacios confinados implica riesgos críticos para la vida.

Trabajo en altura

Riesgo de caídas al ingresar o salir del registro de inspección, escaleras de acceso, plataformas o bordes de remolques; afecta sistema musculoesquelético (biomecánico), especialmente al manipular cargas o herramientas.

Exposición al sol / radiación UV

Riesgo físico durante labores al aire libre: insolación, quemaduras, fatiga térmica, deshidratación; puede disminuir atención y aumentar probabilidad de accidentes.

Riesgos biológicos

Posible contacto con agua contaminada, residuos orgánicos o materiales de uso industrial que puedan portar microorganismos; aplicable a tanques de agua potable, alimentación o líquidos industriales biológicos.

Riesgos por polvo o materiales a granel

Polvos combustibles o finos (harina, cemento) que pueden generar explosiones, nubes de polvo, riesgo de asfixia o caída por derrame; aplica a remolques de tolva neumática.

Riesgo de derrames e incendios

Fugas de combustibles, solventes o líquidos inflamables; riesgo de incendio, explosión y contaminación ambiental; requiere control de fuentes de ignición y procedimientos de emergencia.

Espacio confinado

Riesgo de atmósferas deficientes en oxígeno, vapores inflamables o tóxicos, gases acumulados; acceso restringido que dificulta la evacuación; incluye riesgos mecánicos por manipulación dentro del tanque.

Riesgos mecánicos / golpes

Contacto con equipos de carga, bombas, mangueras, válvulas o estructuras metálicas; atrapamiento, cortes, golpes, lesiones musculoesqueléticas; aplicable a todos los tipos de recinto y contenedores.

Riesgos químico

Exposición a líquidos inflamables, ácidos, bases o gases; inhalación de vapores, contacto dérmico; incluye corrosión, intoxicación, quemaduras químicas según tipo de tanque o líquido transportado.

Riesgos físicos

Temperaturas extremas: frío (líquidos criogénicos) o calor (exposición solar, combustibles inflamables); ruido de bombas o sistemas neumáticos; vibraciones durante transporte que afectan postura y equilibrio.

Riesgo por presión interna / fugas

Presión de gas comprimido o líquidos presurizados que pueden liberar energía súbita; riesgo de explosión, proyección de objetos o quemaduras por contacto con líquidos criogénicos.

Biomecánico

Posturas forzadas en cuclillas, inclinación y acceso restringido, junto a movimientos repetitivos de limpieza, generan fatiga en miembros superiores y alto riesgo musculoesquelético

PLANIFICAR, CONTROLAR Y SUPERVISAR: la combinación que convierte cada ingreso en una tarea segura.

Identificación de peligros

Ingreso seguro a tanques, cisternas, silos y recipientes industriales
Toda intervención en espacios confinados implica riesgos críticos para la vida.

1. Condiciones críticas



Espacios confinados

- Atmósferas peligrosas
- Accesos restringidos
- Dificultad de rescate
- Deficiencia de oxígeno



Trabajo en alturas

- Ingreso por bocas de hombre
- Escaleras verticales
- Platadormas
- Riesgo de caída



Energías peligrosas

- Eléctrica
- Mecánica
- Hidráulica
- Neumática
- Presión residual

2. Peligros asociados

Espacios confinados



- Vapores
- Ácidos
- Bases
- Combustibles

Riesgos mecánicos



- Golpes
- Atrapamientos
- Cortes
- Proyectos de particular

Riesgos biológicos



- Agua contaminada
- Microorganismos
- Residuos orgánicos

Riesgos físicos



- Calor
- Ruido
- Vibraciones
- Temperaturas extremas

Polvos combustibles y materiales a granel

- Harina
- Carbón
- Cemento
- Azúcar



Derrames e incendios

- Fugas de combustibles
- incendio
- Explosión
- Contaminación ambiental



Biomecánico

- Posturas forzadas
- manipulación manual
- Espacios reducidos
- Movimientos repetitivos



3. Controles esenciales



Permiso de trabajo



Monitoreo atmosférico



Bloqueo y etiquetado (LOTO)



Ventilación mecánica



Equipos de rescate



Vigía permanente



Epp certificado

4. Resultados esperados



Eliminación de fatalidades



Disminución de incidentes



Protección del trabajador



Cumplimiento legal



Mayor confiabilidad operacional



Continuidad del proceso

Jerarquía de controles aplicada a Espacios Confinados

Controles de riesgo para espacios confinados

En cumplimiento del marco normativo vigente, se proponen medidas de control basadas en la jerarquía establecida, priorizando la eliminación del riesgo mediante sistemas automatizados de limpieza que eviten el ingreso a espacios confinados.

Sustitución / Controles de ingeniería avanzados

1. Eliminación - Evitar exposición humana directo



- Emplear sistemas robotizados de limpieza sin entrada humana, eliminando la necesidad de que operadores entren en el tanque. Tecnologías remotas con cámaras, boquillas de alta presión y extracción reducen riesgos de atmósferas peligrosas, atrapamientos y exposición química.
- Utilizar robots rastreables que se desplazan dentro del espacio confinado para remover residuos y depósitos sin intervención directa.

Limpieza con vapor controlado:

El uso de vapor de agua a alta temperatura y presión para limpiar y desinfectar superficies es una técnica eficaz y respetuosa con el medio ambiente. Se utiliza en diversos ámbitos, incluidos los servicios de transporte. Los procesos de limpieza o purga de tuberías, así como de esterilización, vaporizado y secado de las cubas o contenedores utilizados en los distintos medios de transporte. El uso de vapor a presión permite volatilizar y remover residuos sin químicos agresivos, reduciendo contacto peligroso.

Purga con gases inertes (N_2 o CO_2):

Antes de limpieza o entrada, se purga la atmósfera para prevenir explosiones por mezcla de vapores inflamables.



Sistemas automáticos de lavado interno

(boquillas de 360° y cabezas giratorias): instalados para limpiar superficies internas desde el exterior del tanque. Las unidades impulsadas por motor son confiables y duraderas y brindan una limpieza constante de alto impacto para eliminar los residuos más resistentes .

2. Controles de ingeniería complementarios

Islas de extracción y filtración de residuos conectadas a vacío industrial para recoger y contener lodos o líquidos peligrosos sin verterlos al ambiente.

3. Controles administrativos

Controles de riesgo para espacios confinados

El permiso de trabajo constituye uno de los principales controles para prevenir incidentes durante la ejecución de actividades en espacios confinados. Más que un requisito administrativo, representa una herramienta de planificación que permite verificar que las condiciones del espacio sean seguras, que los riesgos hayan sido evaluados y que todos los controles operacionales se encuentren implementados antes de autorizar el ingreso.



La autorización para ingresar a un tanque, recipiente o cualquier espacio confinado debe fundamentarse en un **Análisis de Peligros por Actividad (APA)**, mediante el cual se identifican los peligros presentes, se establecen los controles requeridos y se determina la viabilidad de desarrollar la tarea de forma segura.

Integración de permisos de trabajo

Durante la etapa de identificación de peligros es frecuente encontrar actividades que, además del ingreso al espacio confinado, incorporan otros riesgos de alto potencial. En estas situaciones, el permiso para espacios confinados debe complementarse con los permisos específicos que correspondan, garantizando que cada peligro cuente con los controles operacionales requeridos.

Dependiendo de la actividad, puede ser necesario integrar, entre otros:

- Permiso para trabajo en alturas, cuando exista riesgo de caída durante el acceso o la intervención.
- Permiso para trabajos en caliente, en actividades de soldadura, corte, esmerilado o cualquier fuente de ignición.
- Permiso para control de energías peligrosas (LOTO), cuando sea necesario aislar energías eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas, térmicas o de proceso.
- Permiso para maniobras de izaje de cargas, cuando se utilicen grúas, polipastos u otros equipos para el movimiento de materiales o componentes.
- Otros permisos definidos por la organización según la naturaleza de la operación.

Buena práctica:

El permiso para espacios confinados debe actuar como un permiso integrador, articulando todos los permisos aplicables a la actividad y asegurando que los controles operacionales funcionen de manera coordinada antes, durante y después de la intervención.



Verificación de condiciones críticas

Antes de autorizar el ingreso es indispensable confirmar que las condiciones del espacio permanecen bajo control. Esta verificación debe sustentarse en mediciones instrumentales y en la validación de los controles establecidos para la actividad.

Como mínimo, debe verificarse:

- Concentración de oxígeno (O₂).
- Gases inflamables (%LEL).
- Contaminantes tóxicos representativos del proceso o del producto almacenado (H₂S, CO, NH₃, SO₂, vapores orgánicos, entre otros).



Es importante recordar que las condiciones de un espacio confinado pueden modificarse durante la ejecución de la tarea debido a la liberación de vapores, residuos, trabajos simultáneos, variaciones del proceso o fallas en la ventilación. Por esta razón, la autorización de ingreso debe mantenerse bajo evaluación permanente mediante monitoreo atmosférico y supervisión continua.

En este proceso, el Supervisor de Espacios Confinados debe asegurar que:

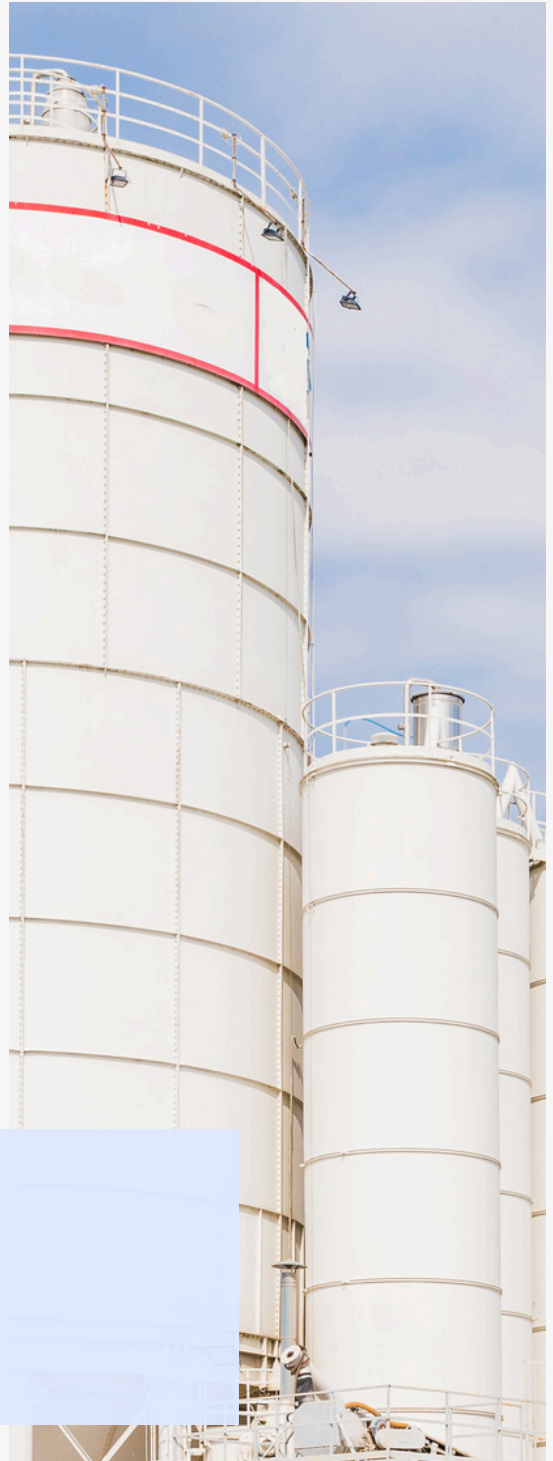
- Se encuentren aprobados todos los permisos aplicables a la actividad.
- Los controles definidos en el análisis de riesgos hayan sido implementados.
- La atmósfera permanezca dentro de los parámetros seguros establecidos.
- La actividad sea suspendida inmediatamente cuando cambien las condiciones de seguridad o se pierda el control del riesgo.

Caracterización de los tanques como espacios confinados

Los tanques de almacenamiento constituyen espacios confinados cuando presentan medios limitados de ingreso o salida, no están diseñados para ocupación continua y pueden contener atmósferas peligrosas, materiales o condiciones capaces de comprometer la seguridad y salud de los trabajadores.

(para mas información ver “Guía Espacios Confinados Resolución 0491 de 2020 SURA”

Sus características constructivas influyen directamente en la acumulación de contaminantes, la efectividad de la ventilación, la movilidad de los trabajadores y la respuesta ante emergencias.



Respuesta ante emergencias

Configuración geométrica de espacios confinados

Escenario 1

Tanques de almacenamiento de crudo



Tanques verticales

Su altura favorece la estratificación de gases y vapores, por lo que las mediciones atmosféricas deben realizarse en diferentes niveles. Las operaciones de evacuación y rescate suelen requerir sistemas especializados para extracción vertical.



Tanques Enterrados

Su altura favorece la estratificación de gases y vapores, por lo que las mediciones atmosféricas deben realizarse en diferentes niveles. Las operaciones de evacuación y rescate suelen requerir sistemas especializados para extracción vertical.



Tanques horizontales

Presentan espacios longitudinales que pueden dificultar la ventilación, la movilidad y la evacuación, especialmente cuando las actividades se desarrollan en zonas alejadas del punto de acceso.



Tanques Elevados

Presentan espacios longitudinales que pueden dificultar la ventilación, la movilidad y la evacuación, especialmente cuando las actividades se desarrollan en zonas alejadas del punto de acceso.

Escenario 2



- Atrapamiento y sepultamiento
- Explosiones por polvo combustible
- Colapso de material almacenado
- Requieren controles específicos para el ingreso seguro

- Ventilación forzada antes y durante el ingreso
- Monitoreo atmosférico permanente
- Sistema de anclaje y rescate con línea de vida
- Procedimiento de rescate por personal entrenado



Manhole lateral

Facilita el ingreso, la evacuación y el transporte de equipos. Sin embargo, pueden existir restricciones generadas por estructuras internas o acumulación de residuos.

Manhole superior

Requiere acceso vertical y generalmente demanda sistemas mecánicos para el ingreso, la evacuación y el rescate de trabajadores.



Viernes que se realizaron en primer lugar

Limitan la movilidad, dificultan el ingreso de equipos y aumentan la complejidad de las operaciones de rescate.

Entradas múltiples

Pueden mejorar la ventilación y las alternativas de evacuación, siempre que se mantenga un control efectivo de todos los puntos de acceso.



Limitaciones para la evacuación

Las condiciones físicas del tanque pueden afectar significativamente la capacidad de respuesta ante una emergencia.

Distancias de desplazamiento

A mayor distancia entre el trabajador y el punto de salida, mayor será el tiempo requerido para evacuar o ejecutar un rescate.

Restricción de movilidad

La presencia de estructuras internas, equipos o materiales almacenados puede dificultar el desplazamiento seguro de los trabajadores.

Espacios de sección reducida

Los cambios de diámetro, compartimientos o pasos estrechos pueden limitar la evacuación y aumentar la complejidad de las maniobras de rescate.

La identificación de estas condiciones debe formar parte de la evaluación previa al ingreso, permitiendo definir controles, equipos y procedimientos acordes con las características del tanque y las actividades a desarrollar.

Evaluación del Nivel de Exposición a Atmósferas Peligrosas en Espacios Confinados

¿Cuál es el Nivel de Exposición del Trabajador?

El nivel de exposición debe analizarse identificando la posibilidad de contacto del trabajador con atmósferas peligrosas, contaminantes tóxicos, vapores inflamables, deficiencia de oxígeno, temperaturas extremas o agentes químicos presentes durante la actividad, debido a que exposiciones no controladas pueden afectar rápidamente la salud, la capacidad de respuesta y la posibilidad de auto rescate dentro del espacio confinado.

Concentración de O ₂ (%)	Nivel de peligrosidad	Condición operacional	Efectos a la salud	Protección requerida
20.5% - 21%	Zona segura Atmósfera normal	Ingreso permitido	Respiración normal. Sin alteraciones fisiológicas.	EPP según la tarea a ejecutar.
19.5% - 20.4%	Zona de precaución Atmósfera aceptable	Ingreso permitido bajo monitoreo	Respiración ligeramente acelerada en refuerzos. Fatiga en actividades prolongadas.	Monitoreo continuo y ventilación cuando aplique.
19%	Alerta Incremento del esfuerzo	Evaluar controles adicionales	Mayor esfuerzo respiratorio	Ventilación mecánica y monitoreo continuo.
18% - 15%	Zona de alto riesgo Deficiencia de oxígeno	Ingreso restringido	Fatiga Respiración acelerada Disminución del juicio Pérdida de fuerza	Prohibido el ingreso con respiradores purificadores de aire.
17.9% - 17.7%	Coordinación deficiente y riesgo de pérdida de conocimiento	Suspender ingreso	Problemas de coordinación Malestar	Prohibido el ingreso con respiradores purificadores de aire.
15.0% - 19.0%	Disminución de capacidad física y mental	Ingreso restringido	Fatiga Disminución del rendimiento	Línea de aire respirable o SCBA según evaluación.
14.0% - 16.0%	Crítico Fatiga rápida y deterioro funcional	Ingreso prohibido	Mala coordinación Aumento frecuencia cardíaca	SCBA o sistema de aire suministrado.
12.0% - 14.0%	Crítico Vértigo y riesgo elevado de inconsciencia	Condiciones IDLH	Dolor de cabeza Disnea Vertigo	SCBA de presión positiva obligatorio.
11.0% - 13.0%	Crítico Peligro inminente para la vida	Condiciones IDLH	Rápida pérdida de conciencia Riesgo de muerte	SCBA y equipo de rescate disponible.
10.0% o menos	Crítico Inconsciencia y muerte en minutos	Condiciones IDLH	Alteración severa del sistema nervioso central Muerte	Ingreso únicamente para rescates especializados con SCBA.
>23.5%	Zona roja especial Atmósfera enriquecida con oxígeno	Riesgo extremo de incendio y explosión	Riesgo de explosión	Suspender actividades generadoras de ignición. Control inmediato de la atmósfera.

Niveles de exposición al sulfuro de hidrógeno (H₂S)



Comprender la concentración del gas permite tomar decisiones seguras antes del ingreso al espacio confinado.

El sulfuro de hidrógeno es un gas altamente tóxico.

A concentraciones elevadas puede eliminar rápidamente el sentido del olfato, provocar pérdida de conciencia y causar la muerte en pocos minutos. Nunca confíes en el olor como único método de detección.

El H₂S es un gas extremadamente tóxico.

Puede acumularse en espacios confinados y desplazar el oxígeno.

- ✓ Más pesado que el aire.
- ✓ Se concentra en zonas bajas.
- ✓ Puede producir fatiga olfativa.
- ✓ Se detecta únicamente mediante monitoreo atmosférico continuo.



Concentración H ₂ S (ppm)	Niveles de peligrosidad	Condición operacional	Efectos en la salud	Protección requerida
0,008 - 1 ppm	 Bajo	Ingreso permitido	Percepción de dolor característico. Sin efectos adversos.	Monitoreo atmosférico.
5 ppm (TLV - STEL)	 Moderado	Monitoreo reforzado	Irritación leve de ojos y vías respira- torias sensibles.	Respirador con cartucho para gases ácidos según evaluación.
18 - 25 ppm	 Moderado	Controles adicionales	Irritación de ojos y mucosas.	Respirador de media cara o cara completa según concentración.
50 - 60 ppm	 Alto	Ingreso restringido	Tos, irritación respiratoria, conjuntivitis	Respirador de cara completa y ventilación mecánica.
75 - 150 ppm	 Alto	Suspender actividades	Irritación severa, pérdida progresiva del olfato.	Protección respiratoria de suministro de aire.
170 - 300 ppm	 Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Irritación marcada y compromiso respiratorio.	SCBA obligatorio.
250 ppm	 Crítico	Ingreso prohibido	Edema pulmonar y riesgo de muerte. Daño pulmonar grave.	SCBA y plan de rescate especializado.
400 - 600 ppm	 Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Inconsciencia, colapso respiratorio. Muerte en menos de una hora.	SCBA de presión positiva.
≥ 1000 ppm	 Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Parálisis respiratoria inmediata y muerte en minutos.	Ingreso prohibido salvo rescate especializado.

Niveles de exposición al monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas invisible que reduce la capacidad de la sangre para transformar oxígeno. La detección temprana mediante monitoreo atmosférico es la única forma de prevenir intoxicaciones graves.



¿Por qué es peligroso el CO?

- ✓ Gas incoloro
- ✓ Gas inodoro
- ✓ Gas insípido
- ✓ No produce señales de advertencia naturales.
- ✓ Se une aproximadamente 240 veces más rápido que el oxígeno a la hemoglobina, reduciendo el transporte de oxígeno hacia órganos vitales.
- ✓ Puede provocar pérdida de conciencia sin síntomas previos evidentes.

La única forma segura de identificar su presencia es mediante equipos de monitoreo atmosférico calibrados y en funcionamiento.



Concentración H ₂ S (ppm)		Niveles de peligrosidad	Condición operacional	Efectos en la salud	Protección requerida
9 ppm		Bajo	Ingreso permitido	Sin efectos apreciables	Monitoreo periódico
25 ppm		Bajo	Ingreso permitido	Exposición acepta- ble para jornada laboral.	Monitoreo periódico
35 ppm		Moderado	Monitoreo reforzado	Dolor de cabeza leve en exposiciones prolongadas	Ventilación y monitoreo continuo.
200 ppm		Alto	Ingreso restringido	Cefalea, náuseas, disminución de la atención.	Protección respiratoria de suministro de aire según evaluación.
400 ppm		Alto	Suspender actividades	Dolor de cabeza intenso, alteración neurológica.	Línea de aire respirable o SCBA.
800 ppm		Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Pérdida de conciencia y riesgo de muerte.	SCBA obligatorio.
1.600 ppm		Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Intoxicación severa.	SCBA obligatorio.
3.200 ppm		Crítico (Condición IDLH)	Ingreso prohibido	Colapso fisiológico acelerado.	SCBA y plan de rescate especializado.
6.400 ppm		Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Inconsciencia rápida y muerte.	SCBA y rescate especializado.
12.800 ppm		Crítico (Condición IDLH)	Condición IDLH	Muerte tras pocas inhalaciones.	Ingreso prohibido salvo rescate especializado.

Uso seguro del detector portátil multigas

Verificación de atmósferas antes y durante el ingreso a espacios confinados.

1

Inspeccionar el equipo

- ✓ Estado físico
- ✓ Pantalla
- ✓ Sensores
- ✓ Filtros
- ✓ Nivel de batería
- ✓ Fecha de calibración
- ✓ Prueba funcional (Bump Test)

Resultado esperado:
Equipo apto para operación.

2

Encender y autoverificar

Espera el autodiagnóstico.
El equipo verifica automáticamente:

- Sensores
- Alarmas
- Batería
- Configuración
- Estado general

Si presenta fallas, no utilice el detector.



3

Verificar en el aire libre

- $O_2 \approx 20,9\%$
- $LEL = 0\%$
- $CO = 0\text{ ppm}$
- $H_2S = 0\text{ ppm}$
- Otros gases = 0 ppm

Realice el ajuste en aire limpio únicamente cuando tenga la certeza de que la atmósfera está libre de contaminantes.

6

Finalizar y almacenar

- ✓ Apague el equipo.
- ✓ Limpie externamente.
- ✓ Inspeccione posibles daños.
- ✓ Registre novedades.
- ✓ Almacene en un lugar limpio y seco.

Equipo listo para la próxima operación.

5

Responder a las alarmas

Suspenda la actividad.

- Evacúe el espacio confinado.
- Informe al vigía y al supervisor.

🔧 Controle la condición antes de reiniciar.
Nunca ignore una alarma.

4

Evaluar la atmósfera

Realice mediciones en:

- Parte superior
- Zona media
- Parte inferior

Espera la estabilización de las lecturas antes de registrar los resultados.
Mantenga el detector en la zona de respiración durante toda la actividad.

CONTROLES CRÍTICOS



Monitoreo continuo



Ventilación efectiva



Permiso de trabajo



Vigía permanente



Protección respiratoria



Plan de rescate



RECUERDE

El detector portátil multigas es un equipo de monitoreo; no reemplaza la ventilación mecánica, el permiso de trabajo, el bloqueo y etiquetado (LOTO), la supervisión permanente ni los procedimientos de rescate.



Control de ventilación para espacios confinados

Paneles naranja (40 x 30 cm)
Cuando las mediciones indiquen atmósfera peligrosa se debe implementar **ventilación mecánica forzada**.

La ventilación es un control crítico en trabajos en espacios confinados al interior de tanques de almacenamientos o recintos cerrados, ya que **permite mantener una atmósfera segura antes y durante la intervención**.

Su aplicación reduce la presencia de gases tóxicos, vapores inflamables y deficiencias de oxígeno que pueden poner en riesgo la vida de los trabajadores.



En este tipo de operaciones, **donde pueden existir residuos o sustancias volátiles**, la ventilación actúa como una barrera preventiva fundamental para evitar intoxicaciones, incendios y atmósferas peligrosas.

Cálculo de la ventilación mecánica para tanques de almacenamiento de hidrocarburos

Una ventilación adecuada asegura la renovación del aire, reduce la concentración de vapores inflamables y protege la vida de los trabajadores.

Tanque vertical de almacenamiento de crudo

Salida de aire

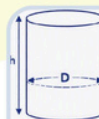


Parámetros recomendados por fabricantes

- Mínimo 6 renovaciones de aire por hora (ACH).
- Velocidad de flujo de 20 a 30 m3/min.
- Ductos antiestáticos cuando existan gases inflamables.

1

Calcular el volumen del tanque



$$V = \pi r^2 h$$

Donde:
 r = radio (m) h = altura útil (m)

Datos del ejemplo:

Diámetro (D): 30 m → Radio (r): 15 m
Altura útil (h): 18 m

$$V = 3.1416 \times 15^2 \times 18$$

$$V = 12\,723 \text{ m}^3$$

2

Definir las renovaciones de aire

Buenas prácticas para espacios confinados

6 renovaciones de aire por hora (ACH)

3

Calcular el caudal mínimo del ventilador

$$Q = V \times \text{ACH}$$

Donde:

Q = caudal requerido (m3/h)

v = volumen interno (m3)

ACH = renovaciones por hora

$$Q = 76.338 \times 60$$

$$Q = 76.338 \text{ 3/h}$$

4

Conversión utilizada por fabricantes

$$Q = 76.338 \div 60$$

$$Q = 1.272 \text{ m}^3/\text{min}$$

Muchos fabricantes expresan la capacidad en metros cúbicos por minuto (m3/min)

Recomendaciones técnicas



Mantener la ventilación en operación durante toda la intervención.



Realizar monitoreo atmosférico en la parte superior, media e inferior del tanque.



Descargar el aire extraído en un área segura y alejada de fuentes de ignición.



Ubicar los ductos para favorecer un barrido completo del volumen interno y evitar zonas sin circulación de aire.



Utilizar ventiladores y accesorios certificados para atmósferas explosivas cuando exista riesgo por hidrocarburos.



Verificar y documentar el funcionamiento de los equipos antes del ingreso.

Parámetros recomendados por fabricantes

Cálculo de la Ventilación Mecánica para Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos



Ventilación mecánica en tanques de almacenamiento de hidrocarburos

La ventilación mecánica constituye uno de los principales controles de ingeniería para trabajos en espacios confinados, ya que reduce la acumulación de vapores inflamables y contaminantes atmosféricos, favoreciendo condiciones seguras durante la intervención. Conforme a **OSHA 29 CFR 1910.146**, **NFPA 350** y la **Resolución 0491 de 2020**, la ventilación debe complementarse con monitoreo atmosférico antes y durante el ingreso.

Parámetros de referencia

Como práctica de ingeniería ampliamente utilizada por fabricantes especializados y guías técnicas internacionales, se recomienda considerar:

- Seis (6) renovaciones de aire por hora (ACH) como valor de referencia inicial para el dimensionamiento del sistema de ventilación.*
- Ventiladores certificados para atmósferas potencialmente explosivas cuando exista riesgo por vapores inflamables (**IEC 60079 / ATEX / NFPA 70**).
- Ductos antiestáticos y descarga del aire hacia zonas seguras (**NFPA 77**).
- Monitoreo atmosférico continuo durante toda la intervención (**NFPA 350; OSHA 29 CFR 1910.146**).

Ejemplo de cálculo

Para un tanque
cilíndrico de 30
m de diámetro
y 18 m de
altura útil:

 **Volumen**

Ecuación

Caudal de ventilación



Considerando
6 renovaciones de aire por hora (ACH):

Ecuación

$\approx 1\,272 \text{ m}^3/\text{min}$

Consideraciones operacionales

- Mantener la ventilación durante toda la permanencia del personal.
- Ubicar los ductos para favorecer un barrido uniforme del tanque.
- Realizar monitoreo atmosférico en diferentes niveles del recinto.
- Verificar que la descarga del aire no genere nuevos riesgos.

Nota técnica:

El criterio de 6 renovaciones de aire por hora (ACH) corresponde a una buena práctica de ingeniería utilizada por fabricantes de equipos de ventilación industrial y literatura técnica especializada; no constituye un requisito universal establecido por OSHA o NFPA. El caudal definitivo debe determinarse mediante una evaluación del riesgo, considerando el contaminante, la geometría del tanque, las características del proceso y los resultados del monitoreo atmosférico.

Importante:

La ventilación mecánica no sustituye el monitoreo atmosférico. Ambos controles deben mantenerse durante toda la permanencia del personal dentro del espacio confinado.

Equipos de proteccion

Protección respiratoria

La selección adecuada de equipos de protección respiratoria (EPR) no solo es una medida de control, sino una barrera de control importante para la seguridad y la vida.

De acuerdo con lineamientos técnicos como la NTC 1584 y estándares internacionales, la elección del respirador debe basarse en:

1. Tipo de contaminante (partículas, gases, vapores)
2. Concentración presente
3. Disponibilidad de oxígeno
4. Duración de la tarea
5. Condiciones de emergencia o rescate



Es fundamental entender que **no todos los respiradores protegen en atmósferas deficientes de oxígeno**, por lo que en espacios confinados como cisternas, dependiendo de las características de los contaminantes en algunas ocasiones se requiere el uso de **equipos autónomos o con suministro de aire**.

Tabla: Tipos de Equipos de Protección Respiratoria

Tipo de protección respiratoria	Descripción técnica	Aplicación en cisternas	Norma de conformidad	Referente
Respirador purificador de aire (APR) – filtro para partículas (N95, N99, P100)	Filtran partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire. No protegen contra gases o vapores ni atmósferas con bajo oxígeno.	Uso limitado: solo en tareas con material particulado y atmósfera segura ($\geq 19.5\%$ O ₂).	NIOSH 42 CFR Parte 84	

Respirador purificador de aire con cartuchos químicos

Utiliza cartuchos específicos para gases y vapores (orgánicos, ácidos, amoníaco, etc.). Requiere correcta selección según contaminante.

Aplicable solo si se garantiza atmósfera no IDLH* y niveles de oxígeno seguros.

NIOSH 42 CFR Parte 84 / ANSI Z88



Respirador de línea de aire (SAR)

Suministra aire desde una fuente externa mediante manguera. Permite trabajo continuo en atmósferas peligrosas.

Recomendado para trabajos prolongados en cisternas con contaminantes conocidos.

ANSI/AIHA/A SSE Z88



Equipo de respiración autónoma (ERA / SCBA)

Utiliza cartuchos específicos para gases y vapores (orgánicos, ácidos, amoníaco, etc.). Requiere correcta selección según contaminante.

Aplicable solo si se garantiza atmósfera no IDLH* y niveles de oxígeno seguros.

NIOSH 42 CFR Parte 84 / ANSI Z88



Respirador de escape

Diseñado para evacuación rápida en caso de emergencia. Tiempo limitado de suministro o filtración.

Uso complementario o para planes de evacuación en cisternas.

NNIOSH 42 CFR Parte 84



*IDLH: Inmediatamente peligroso para la vida o la salud.

En trabajos en cisternas, **nunca se debe autorizar el uso de respiradores purificadores sin un monitoreo atmosférico previo y continuo.** Como buena práctica, se debe priorizar el principio de **jerarquía de controles**, utilizando ventilación mecánica y sistemas de bloqueo antes de depender exclusivamente del Equipo de Protección Respiratoria.

Tabla: Tipos de Protección Corporal contra Riesgo Químico

Tipo de protección corporal	Descripción técnica	Aplicación en cisternas	Norma de conformidad	Referente
-----------------------------	---------------------	-------------------------	----------------------	-----------

Tipo 1 (1a, 1b, 1c) – Traje hermético a gases

Trajes completamente encapsulados, resistentes a gases y vapores. Incluyen protección total del cuerpo. Pueden integrar equipo de respiración autónomo.

Ingresa a cisternas con atmósferas desconocidas, IDLH o presencia de vapores tóxicos.

ISO 16602 / EN 943-1



Tipo 2 – Traje no hermético ventilado

Trajes con presión positiva y suministro de aire, pero no completamente estancos.

Aplicaciones con menor concentración de gases peligrosos controlados.

ISO 16602 / EN (referencial)



Tipo 3 – Protección contra chorros líquidos

Trajes resistentes a líquidos a presión (chorros). Costuras selladas.

Limpieza interna de cisternas con químicos a presión o lavado industrial.

ISO 16602 / EN 14605



Tipo de protección corporal	Descripción técnica	Aplicación en cisternas	Norma de conformidad	Referente
Tipo 6 – Protección limitada contra salpicaduras	Protección básica contra salpicaduras ligeras de líquidos.	Actividades de inspección o mantenimiento o con bajo riesgo químico.	ISO 16602 / EN 13034	
Protección parcial (PB)	Prendas que protegen partes específicas del cuerpo (delantales, mangas, etc.).	Tareas específicas con exposición localizada y controlada.	ISO 16602 (PB) / Normas EN asociadas	

Controles de riesgo para prevención de caídas de altura

En la aplicación de la jerarquía de controles para tareas de limpieza, inspección o mantenimiento en tanques, silos o recintos cerrados para almacenamiento o procesos, es imprescindible integrar **soluciones de ingeniería que aborden simultáneamente el riesgo de espacio confinado y trabajo en alturas.**



El acceso a la cubierta del vehículo, el ingreso al interior del tanque y la eventual extracción de un trabajador deben concebirse como un sistema único e interdependiente de control.

La selección de estos sistemas exige un **análisis técnico detallado de la flota**, considerando variables como altura del tanque, geometría, presencia de rompeolas, puntos de anclaje estructural, accesos disponibles (bocas de hombre), y condiciones operativas. En este sentido, el diseño y elección de soluciones no puede ser genérico, sino que debe responder a la **configuración específica del equipo y al tipo de tarea** (limpieza, mantenimiento, inspección o reparación).

Alternativas de control de ingeniería

Sistemas de acceso a la cubierta (trabajo en alturas):

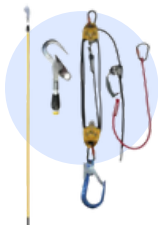
- Plataformas fijas o móviles con barandas, rodapié y acceso seguro, diseñadas para eliminar el uso de escaleras portátiles.
- Pasarelas industriales con líneas de vida horizontales certificadas.
- Sistemas de acceso con jaula o escaleras integradas al vehículo, siempre que cumplan criterios estructurales y de protección contra caídas.



Sistema de montacargas de pescante



Trípode con sistemas cabestrantes



Sistema de rescate con perdiga, polipasto 4-1



Sistema de montacargas con pértiga



Sistemas de acceso al espacio confinado:

- dispositivos de entrada vertical con trípodes, pescantes o brazos certificados, adaptables a bocas de hombre.
- Sistemas con **winche mecánico** o retráctil que permitan descenso controlado y recuperación inmediata.
- Integración con líneas de vida verticales y sistemas anticaídas compatibles con espacios confinados.

Protección contra caídas y rescate

- Arnés de cuerpo completo certificado (tipo rescate): Proporciona seguridad integral al trabajador, permitiendo su sujeción y rescate eficiente en espacios confinados.
- Sistema de acceso con trípode, pescante o pórtico con winche de recuperación: Facilita entrada, salida y rescate seguro en espacios reducidos, garantizando estabilidad y control durante operaciones verticales.
- Dispositivo retráctil con función de rescate integrado: Permite detención de caídas y rescate inmediato, ideal para trabajos en espacios confinados con riesgo de caída o atrapamiento.



¿Cómo puede volverse peligrosa la atmósfera de un espacio confinado?



Uno de los errores más frecuentes en la industria consiste en clasificar todos los espacios confinados bajo un mismo nivel de peligrosidad sin considerar:

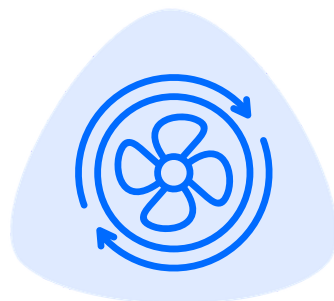
- La actividad desarrollada.
- El comportamiento atmosférico.
- La energía presente.
- La geometría del espacio.
- La posibilidad de cambio de condiciones durante la tarea.

Por esta razón, la clasificación debe construirse a partir de una evaluación integral que permita reconocer cómo un espacio aparentemente controlado puede evolucionar rápidamente hacia un escenario de alta severidad.

Muchas fatalidades ocurren en espacios que aparentemente eran seguros porque se tenían:

Espacios previamente ventilados:

Un espacio confinado previamente ventilado no debe considerarse permanentemente seguro, debido a que la ventilación puede resultar insuficiente frente a liberación continua de contaminantes, fallas en los equipos o acumulación de vapores en zonas muertas, permitiendo que la atmósfera cambie rápidamente durante la actividad.



Espacios que habían sido liberados:

Un espacio que había sido liberado para ingreso puede volver a presentar condiciones peligrosas debido a cambios operacionales, liberación de residuos atrapados o alteraciones en la ventilación, por lo que la liberación inicial no garantiza condiciones seguras permanentes durante toda la intervención.



Espacios considerados “seguros”:

Un espacio considerado “seguro” puede evolucionar rápidamente hacia una condición de alta peligrosidad cuando no se reconocen adecuadamente los cambios atmosféricos asociados a la actividad desarrollada, generando una falsa percepción de control que incrementa el riesgo de accidentes graves y fatalidades.

Sin embargo, las condiciones atmosféricas pueden cambiar rápidamente debido a:

- residuos impregnados,
- evaporación de sustancias,
- reacción química,
- trabajos en caliente,
- remoción de lodos,
- o desplazamiento de oxígeno.



Por esta razón:

Toda atmósfera debe considerarse potencialmente peligrosa hasta demostrar lo contrario mediante monitoreo validado.

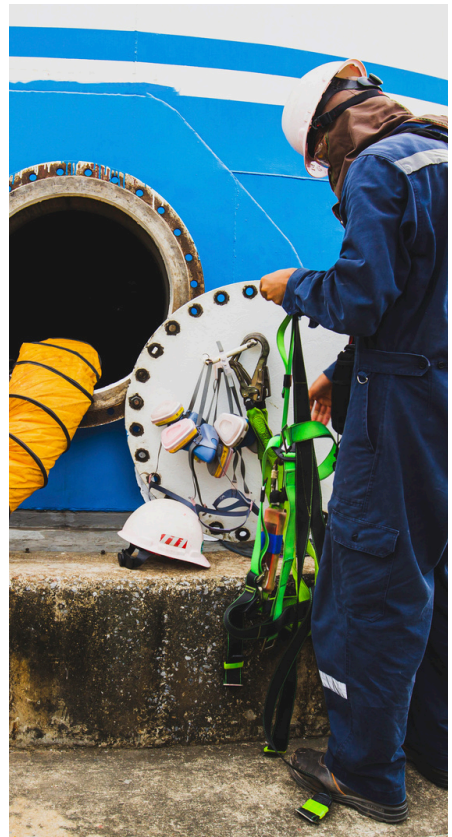
Materia	Generación de polvo	Concentración Mínima Explosible (MEC)* (g/m³)	Susceptibilidad a ignición electrostática	Nivel de peligrosidad	Generación de polvo
 Harina de trigo	Muy alta	50-100	Muy alta	CRÍTICO	El polvo fino puede formar rápidamente una nube explosiva
 Polvo de cereal	Muy alta	40-80	Muy alta	CRÍTICO	El polvo fino puede formar rápidamente una nube explosiva
 Salvado de trigo	Alta	60-150	Alta	CRÍTICO	Las partículas finas pueden producir explosiones primarias y favorecer explosiones secundarias
 Maíz molido o triturado	Alta	60-120	Alta	ALTO	Durante la molienda y el transporte neumático puede alcanzarse una concentración explosiva.
 Polvo de trigo	Alta	50-100	Alta	ALTO	Constituye uno de los polvos agrícolas con mayor historial de explosiones industriales.
 Polvo de soja	Media-Alta	60-125	Alta	ALTO	El polvo fino presenta elevada inflamabilidad cuando permanece suspendido en el aire.
 Polvo de cebada	Muy alta	60-125	Media-Alta	ALTO	Puede formar mezclas explosivas durante operaciones de descarga y almacenamiento.
 Polvo de arroz	Muy alta	100-250	Media	MEDIO - ALTO	El riesgo aumenta considerablemente cuando existen partículas finas generadas durante el pulido y transporte
 Cascarrilla de arroz seca	Baja-media	No existe un valor universal establecido**	Media	MEDIO	Su comportamiento depende significativamente del tamaño de partícula
 Cascarrilla húmeda	Baja	No aplicable como referencia general	Baja	BAJO	La humedad reduce la generación de polvo suspendido.

Nota:

Los valores de Concentración Mínima Explosible (MEC) presentados corresponden a rangos de referencia obtenidos de literatura técnica internacional y pueden variar según el tamaño de partícula, humedad, composición, concentración de polvo y método de ensayo (**ASTM E1515**). Conforme a NFPA 660, estos valores no deben emplearse como criterios únicos de diseño o aceptación, sino como apoyo para la evaluación del riesgo. En instalaciones con potencial de formación de atmósferas explosivas, se recomienda implementar una Evaluación del Riesgo de Polvos Combustibles (DHA) y establecer controles preventivos de ingeniería, incluyendo sistemas fijos de monitoreo de variables críticas (p. ej., oxígeno, monóxido de carbono, temperatura, detección de chispas y condiciones del proceso), complementados con programas de limpieza, control de fuentes de ignición y mantenimiento preventivo, de acuerdo con **NFPA 660, NFPA 77, NFPA 69, OSHA 29 CFR 1910.272** y las buenas prácticas de seguridad de procesos.

Desde el punto de vista de seguridad de procesos, es importante hacer una precisión: no existen equipos industriales que midan directamente la **Concentración Mínima Explosible (MEC)** de una nube de polvo en tiempo real. La MEC es una propiedad del material que únicamente puede determinarse mediante ensayos normalizados de laboratorio, conforme a **ASTM E1515**.

Sin embargo, sí existen equipos capaces de monitorear la presencia, concentración o comportamiento del polvo en suspensión, los cuales constituyen una medida preventiva ampliamente utilizada en instalaciones donde se manipulan polvos combustibles. A continuación, se presentan los principales equipos y sus aplicaciones.



¿Que significa “concentración crítica”?

La concentración crítica corresponde a la cantidad mínima aproximada de polvo suspendido en el aire necesaria para que pueda producirse una explosión cuando existe una fuente de ignición.

Concentración de polvo combustible + Oxígeno + Fuente de ignición = Riesgo de explosión

En términos simples:

mientras más polvo fino flote en el aire, más peligroso puede volverse el espacio.

g/m^3 significa, “gramos de polvo suspendidos en un metro cúbico de aire”.

Es decir: la cantidad aproximada de polvo flotando en el aire necesaria para que el ambiente pueda volverse explosivo si aparece una fuente de ignición.

Por ejemplo: 50–60 g/m^3 , equivale aproximadamente a un puñado grande de harina fina, dispersado dentro de un espacio cerrado de 1 metro cúbico.



Aunque visualmente el ambiente no parezca completamente saturado: ya podría existir suficiente polvo para generar una explosión.

Situación



Preparación

Cuando no se pueda evitar entrar en un sitio, el trabajador debe usar una línea de vida con soporte adecuado y un arnés, que limitan la profundidad de la caída dentro del grano. Un observador adicional puede pedir ayuda.

Una salida

Incluso si queda parcialmente enterrado, el peso del grano puede sujetar a una persona con tanta fuerza que liberarla se vuelve prácticamente imposible. Deslizar tabloncillos u otros dispositivos dentro del grano y alrededor del trabajador atrapado puede aislarlo, reduciendo la cantidad del grano que hay que retirar para sacarlo.

Procedimiento Operativo para el Ingreso a Espacios Confinados

Tanques de Almacenamiento de Combustibles e Hidrocarburos

Para el ingreso a espacios confinados es necesario establecer un procedimiento operativo para el ingreso seguro a tanques de almacenamiento de combustibles e hidrocarburos destinados a inspección, limpieza, mantenimiento, reparación o modificación, mediante la implementación de controles de ingeniería, administrativos y operacionales que permitan prevenir incidentes asociados con atmósferas peligrosas, energías peligrosas, incendios, explosiones y deficiencias de oxígeno.

Estas actividades deberán ser ejecutadas únicamente por trabajadores que cuenten con las competencias requeridas, la capacitación correspondiente y la aptitud médica ocupacional vigente, de conformidad con la normatividad aplicable.



Este procedimiento se fundamenta en los lineamientos establecidos en la Resolución 0491 de 2020, Resolución 4272 de 2021, Decreto 1072 de 2015, NFPA 350, OSHA 29 CFR 1910.146, API RP 2015, API RP 2016, API 2217A, ANSI Z117.1

FASE I: Planificación de la Intervención

Pasos	Descripción	Recursos necesarios para la maniobra	Información documentada
1	Revisar el historial operativo del tanque, identificando el producto almacenado, residuos presentes, características fisicoquímicas, riesgos asociados, trabajos anteriores, cambios de servicio, incidentes, reparaciones y estado estructural. Verificar las Hojas de Datos de Seguridad (SDS) y la clasificación del producto conforme a la GRE 2024.	Supervisor de Espacios Confinados	Historial operativo, SDS, registros de mantenimiento, historial de inspecciones y evaluación preliminar de riesgos.
2	Definir el alcance de la intervención (inspección, limpieza, mantenimiento, reparación, trabajos en caliente o modificaciones), estableciendo recursos, duración, interferencias operacionales y nivel de criticidad.	Supervisor de Trabajo	Plan de trabajo aprobado.
3	Realizar visita técnica previa para identificar accesos, puntos de anclaje, rutas de evacuación, sistemas de ventilación, condiciones estructurales, riesgos de caída y posibles interferencias con otras operaciones.	Supervisor EC / Coordinador TSA	Lista de inspección previa, registro fotográfico y croquis del área.
4	Diseñar la estrategia de ventilación considerando volumen del tanque, configuración geométrica, densidad de vapores, número de renovaciones de aire, ubicación de ductos y caudal requerido.	Supervisor EC	Memoria de cálculo de ventilación y plano de ubicación de equipos.
5	Elaborar el procedimiento específico de rescate, definiendo recursos, brigada, sistemas de extracción, puntos de anclaje, equipos de respiración autónoma y coordinación con organismos externos cuando aplique.	Supervisor EC / Brigada de Emergencias	Plan de rescate específico y análisis de tiempos de respuesta.
6	Verificar que todos los equipos utilizados (ventiladores, iluminación, radios, detectores multigás, herramientas eléctricas y accesorios) sean compatibles con áreas clasificadas y cuenten con inspección vigente.	Supervisor EC	Checklist preoperacional de equipos.
7	Seleccionar los Elementos de Protección Personal de acuerdo con los contaminantes identificados, tipo de actividad, duración de la tarea y evaluación del riesgo.	Supervisor EC	Registro de entrega e inspección de EPP.

Control Crítico: Ninguna actividad debe programarse sin conocer el historial operativo del tanque y los contaminantes potencialmente presentes

FASE II: Preparación y Aislamiento del Tanque			
Pasos	Descripción	Recursos necesarios para la maniobra	Informacion documentada
8	Retirar el tanque de operación y confirmar su liberación operacional con el área responsable del proceso.	Operaciones	Registro de fuera de servicio.
9	Ejecutar el procedimiento de Bloqueo y Etiquetado (LOTO), aislando todas las fuentes de energía (eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, térmica y de proceso).	Supervisor EC / Operaciones	Registro LOTO.
10	Instalar bridas ciegas, retirar spooles o implementar aislamiento positivo de todas las líneas que puedan introducir producto, vapores o energía al tanque.	Operaciones / Mantenimiento	Registro de aislamiento positivo.
11	Drenar completamente el producto almacenado y retirar sedimentos, lodos y residuos conforme al procedimiento ambiental establecido.	Operaciones	Registro de drenaje y disposición final.
12	Abrir manholes, escotillas y accesos para favorecer la ventilación natural inicial, verificando que no existan fuentes de ignición en el área de influencia.	Operaciones	Registro de apertura del tanque.
13	Delimitar y señalizar el área de trabajo, restringiendo el acceso únicamente al personal autorizado.	Supervisor HSE	Registro de señalización y aislamiento del área.

Pasos	Descripción	Recursos necesarios para la maniobra	Información documentada
14	Instalar el sistema de ventilación mecánica, evitando recirculación de aire contaminado y asegurando una renovación efectiva de la atmósfera.	Supervisor EC	Registro de ventilación y cálculo de renovaciones de aire.
15	Verificar el correcto funcionamiento del detector multigás mediante inspección visual, prueba funcional (Bump Test) y confirmación de calibración vigente.	Supervisor EC / Operaciones	Registro de calibración y prueba funcional.
16	Realizar monitoreo atmosférico inicial en diferentes niveles del tanque (superior, medio e inferior), evaluando como mínimo O ₂ , LEL, CO, H ₂ S y otros contaminantes específicos.	Operaciones / Mantenimiento	Registro de monitoreo atmosférico.
17	Elaborar el APA/ATS y emitir el Permiso de Trabajo en Espacios Confinados una vez implementados todos los controles requeridos.	Supervisor EC / HSE	ATS, Permiso de Trabajo y matriz de controles.
18	Verificar disponibilidad de la brigada, sistema de rescate, equipos de respiración, ambulancia (cuando aplique), rutas de evacuación y comunicaciones de emergencia.	Supervisor / Brigada	Checklist del plan de rescate.
19	Instalar y verificar el sistema de acceso y rescate (tripode, pescante, polipasto, líneas de vida, retráctiles y puntos de anclaje certificados).	Coordinador TSA	Registro de inspección de sistemas de rescate.

Buena práctica: el vaciado del tanque no elimina el riesgo de explosión. Los hidrocarburos retenidos en sedimentos y superficies pueden continuar liberando vapores inflamables durante varias horas.

FASE III: Autorización e Ingreso al Espacio Confinado			
Pasos	Descripción	Recursos necesarios para la maniobra	Informacion documentada
20	Autorizar el ingreso únicamente cuando el permiso de trabajo esté vigente, la atmósfera sea segura y todos los controles críticos hayan sido implementados.	Supervisor EC	Registro de autorización de ingreso.
21	Verificar que el trabajador porte detector portátil de gases, arnés de cuerpo completo, sistema de rescate conectado permanentemente y EPP requerido para la actividad.	Supervisor / Vigía	Checklist de ingreso.
22	Designar un vigía exclusivo para supervisar permanentemente el ingreso, permanencia y salida del personal.	Supervisor	Registro de asignación del vigía.
23	Verificar previamente el sistema de comunicación entre trabajador, vigía, supervisor y brigada de emergencias.	Supervisor	Registro de prueba de comunicación.
24	Instalar iluminación intrínsecamente segura y verificar su correcto funcionamiento antes del ingreso.	Supervisor	Registro de inspección.
25	Mantener monitoreo atmosférico continuo o periódico durante toda la permanencia del personal, registrando las mediciones según el permiso de trabajo.	Supervisor EC	Bitácora de monitoreo atmosférico.

Regla de Oro: el permiso de trabajo autoriza el ingreso únicamente bajo las condiciones verificadas. Cualquier cambio en la atmósfera o en las condiciones de trabajo obliga a suspender la actividad y reevaluar los controles.

FASE IV: Ejecución de la Actividad			
Pasos	Descripción	Recursos necesarios para la maniobra	Informacion documentada
26	Ejecutar la actividad conforme al procedimiento aprobado, evitando modificaciones no autorizadas y manteniendo conexión permanente al sistema de rescate.	Trabajador autorizado	Bitácora de ejecución.
27	Ajustar continuamente el sistema de ventilación de acuerdo con el avance de la actividad, ubicación del personal y comportamiento de los contaminantes.	Supervisor EC	Registro de ventilación.
28	Supervisar permanentemente el estado físico del trabajador, identificando signos de fatiga, estrés térmico, mareo, alteración respiratoria o cualquier condición que comprometa su seguridad.	Vigía	Registro de observaciones.
29	Controlar permanentemente las fuentes de ignición, herramientas utilizadas, orden y aseo, evitando acumulación de materiales combustibles dentro del tanque.	Supervisor	Registro de inspecciones de seguridad.
29	Suspender inmediatamente la actividad cuando se activen alarmas del detector multigás, se presenten cambios en las condiciones atmosféricas, fallas en la ventilación, pérdida de comunicación o cualquier desviación de los controles establecidos.	Supervisor EC / Vigía	Registro de suspensión y acciones correctivas.

Lección aprendida: La mayoría de los incidentes graves en espacios confinados se originan por la pérdida simultánea de varias barreras de control y no por una única falla.

FASE V: Cierre de la Actividad y Restablecimiento Operacional			
Pasos	Descripción	Recursos necesarios para la maniobra	Informacion documentada
31	Retirar al personal utilizando el sistema de acceso establecido y efectuar monitoreo atmosférico final antes del cierre del tanque.	Supervisor EC	Registro de salida y monitoreo final.
32	Inspeccionar completamente el interior del tanque verificando que no permanezcan herramientas, residuos, equipos o materiales que puedan afectar la operación posterior.	Supervisor / Trabajador	Checklist de inspección final.
33	Restablecer gradualmente las condiciones operativas del tanque conforme a los procedimientos de la instalación, verificando la integridad de conexiones, instrumentación y sistemas de seguridad antes de su puesta en servicio.	Operaciones / Mantenimiento	Registro de puesta en servicio.
34	Documentar hallazgos, desviaciones, incidentes, oportunidades de mejora y lecciones aprendidas para fortalecer futuros trabajos en espacios confinados.	Supervisor / HSE	Informe final de la actividad y registro de lecciones aprendidas.

Reglas de Oro

- Ningún trabajador ingresará sin un permiso de trabajo vigente y monitoreo atmosférico dentro de los límites establecidos.
- Todo tanque deberá permanecer completamente aislado mediante procedimientos de Bloqueo y Etiquetado (LOTO) y aislamiento positivo cuando aplique.
- La ventilación mecánica constituye una barrera crítica y deberá mantenerse durante toda la permanencia del personal cuando el análisis de riesgos lo determine.
- Se realizará monitoreo atmosférico continuo o con la frecuencia establecida en el permiso de trabajo.
- El vigía permanecerá dedicado exclusivamente a la supervisión del ingreso y permanencia del personal.
- El sistema de rescate deberá permanecer instalado, inspeccionado y disponible durante toda la intervención.
- Los trabajos en caliente solo podrán ejecutarse con permiso específico, control de atmósfera y autorización del responsable de la operación.
- Solo se utilizarán equipos y herramientas compatibles con la clasificación del área y el riesgo de atmósferas potencialmente explosivas.
- Cualquier desviación en las condiciones atmosféricas, falla de ventilación, pérdida de comunicación o incumplimiento de los controles establecidos obligará a suspender inmediatamente la actividad.
- Ninguna actividad operacional justifica poner en riesgo la vida. Ante cualquier condición insegura, el trabajo deberá detenerse hasta restablecer condiciones seguras.

Nota:

Este procedimiento debe complementarse con los procedimientos específicos de la instalación, el sistema de permisos de trabajo, la gestión de cambios (MOC), los programas de integridad mecánica y el plan de respuesta a emergencias de la organización, conforme a los principios de seguridad de procesos aplicables a instalaciones de almacenamiento de hidrocarburos.

Planificación para la Atención de Emergencias y Maniobras de Rescate

Los planes de emergencia para trabajos en espacios confinados deben estructurarse con base en una evaluación previa de los riesgos, permitiendo anticipar escenarios críticos, definir responsabilidades, establecer procedimientos de respuesta y garantizar la disponibilidad de recursos para el rescate oportuno de los trabajadores.

Su desarrollo se fundamenta en las disposiciones de la Resolución 0491 de 2020, complementadas con estándares y buenas prácticas internacionales como **OSHA 29 CFR 1910.146, ANSI Z117.1, NFPA 350, NFPA 1670 y NFPA 1006**, los cuales establecen criterios para el control de atmósferas peligrosas, acceso seguro, organización de la respuesta y ejecución de rescates técnicos en espacios confinados.

Los procedimientos de respuesta ante emergencias y las maniobras de rescate presentados en este documento constituyen una guía técnica de referencia para la planificación de trabajos en espacios confinados; sin embargo, su aplicación no debe considerarse estandarizada para todos los escenarios.

Cada organización deberá desarrollar, validar y documentar sus propios procedimientos de rescate con base en la evaluación específica de los riesgos, considerando, entre otros, los siguientes aspectos:

- **Configuración geométrica del espacio confinado (vertical, horizontal o combinado).**
- **Dimensiones y restricciones de acceso.**
- **Distancias de desplazamiento y evacuación.**

- **Presencia de compartimientos internos, rompeolas, serpentines, tuberías o equipos de proceso.**
- **Sustancias almacenadas y contaminantes atmosféricos potenciales.**
- **Riesgos mecánicos, eléctricos, químicos, biológicos o térmicos.**
- **Condiciones atmosféricas clasificadas como IDLH o con deficiencia de oxígeno.**
- **Infraestructura disponible para la instalación de sistemas de acceso y rescate.**
- **Disponibilidad y competencia del personal de rescate.**
- **Recursos técnicos, equipos y tiempos de respuesta.**

La estrategia de rescate deberá ser **técnicamente viable, previamente ensayada mediante simulaciones o ejercicios prácticos** y compatible con las condiciones reales de la instalación, garantizando en todo momento la seguridad tanto del trabajador como del personal que interviene en la emergencia.

Principio técnico:

Ninguna tarea en espacio confinado debe iniciarse si no existe un procedimiento de rescate previamente definido, los recursos necesarios para ejecutarlo y la certeza de que puede desarrollarse de forma segura.





Recursos para Maniobras de Rescate

Los recursos requeridos para la atención de emergencias no son estandarizados, ya que dependen de las características propias de **cada espacio confinado**, tales como su configuración geométrica, dimensiones, tipo de acceso, condiciones atmosféricas, infraestructura disponible y naturaleza de las actividades a desarrollar.

Por esta razón, la planificación del rescate debe realizarse con base en un análisis específico del escenario, garantizando que los procedimientos, equipos y personal disponible sean técnicamente adecuados para ejecutar maniobras de rescate seguras y eficaces. **En espacios confinados con accesos verticales, horizontales o recorridos combinados**, deberán considerarse sistemas que permitan responder oportunamente a las condiciones particulares de cada intervención, minimizando los riesgos tanto para la persona afectada como para el equipo de rescate.

Los recursos requeridos para la atención de emergencias no son estandarizados, ya que dependen de las características propias de cada espacio confinado, tales como su configuración geométrica, dimensiones, tipo de acceso, condiciones atmosféricas, infraestructura disponible y naturaleza de las actividades a desarrollar.

Por esta razón, la planificación del rescate debe realizarse con base en un análisis específico del escenario, garantizando que los procedimientos, equipos y personal disponible sean técnicamente adecuados para ejecutar maniobras de rescate seguras y eficaces. **En espacios confinados con accesos verticales, horizontales o recorridos combinados**, deberán considerarse sistemas que permitan responder oportunamente a las condiciones particulares de cada intervención, minimizando los riesgos tanto para la persona afectada como para el equipo de rescate.

Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Polipasto 4:1 Polipasto 3:1	Sistema de poleas configurado para generar ventaja mecánica 4:1, permitiendo multiplicar la fuerza aplicada. Integra poleas de alta eficiencia y cuerda estática, diseñado para izaje o descenso controlado de personas en rescate vertical.	Reduce significativamente el esfuerzo físico del rescatista, permite maniobras controladas, mejora la seguridad en el izaje, facilita operaciones en espacios confinados y minimiza la fatiga durante rescates prolongados.	ANSI/ASSE Z359 Occupational Safety and Health Administration, National Fire Protection Association (NFPA 1983)	
Poleas Twin Roll	Poleas de doble rodamiento diseñadas para trabajo con cuerdas, reducen la fricción y optimizan la eficiencia del sistema de rescate. Fabricadas en materiales de alta resistencia, compatibles con cuerdas de 11 mm.	Incrementan la eficiencia del sistema, reducen pérdida de energía por fricción, permiten operación más suave, prolongan la vida útil de la cuerda y mejoran el control durante maniobras de ascenso y descenso.	ANSI Z359, NFPA 1983	
Cuerda estática 11 mm tipo A	Cuerda de baja elongación diseñada para rescate y trabajos en altura. Diámetro de 11 mm, alta resistencia a la tracción, compatible con bloqueadores y sistemas de poleas, ideal para maniobras controladas.	Garantiza estabilidad durante el rescate, evita rebotes o elongaciones peligrosas, soporta cargas elevadas, compatible con múltiples dispositivos y proporciona seguridad en operaciones verticales.	ANSI Z359, NFPA 1983, EN 1891	
Bloqueador tipo puño	Dispositivo mecánico que permite el desplazamiento de la cuerda en un solo sentido, bloqueando el retroceso. Se instala en el sistema de izaje para mantener la carga asegurada durante la maniobra.	Evita retrocesos accidentales, mejora el control del sistema, incrementa la seguridad del rescatista y permite pausas durante la maniobra sin pérdida de carga.	ANSI Z359, NFPA 1983	

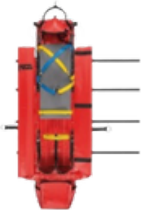
Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Mosquetón de seguridad	Conector metálico con sistema de cierre automático o manual, utilizado para unir componentes del sistema de rescate. Fabricado en acero o aluminio de alta resistencia.	Permite conexiones seguras y rápidas, alta resistencia mecánica, versatilidad en múltiples configuraciones y reducción del riesgo de desconexión accidental.	ANSI Z359.12, NFPA 1983	
Pértiga telescópica	Barra extensible de dos secciones que alcanza hasta 3.60 m, diseñada para conectar el sistema de rescate al arnés de la víctima sin contacto directo. Ligera y de fácil manipulación.	Permite rescate a distancia, reduce exposición del rescatista, facilita conexión en espacios confinados y mejora tiempos de respuesta en emergencias.	OSHA 1910.146, ANSI Z359	
Cuerda estática 11 mm tipo A	Cuerda de baja elongación diseñada para rescate y trabajos en altura. Diámetro de 11 mm, alta resistencia a la tracción, compatible con bloqueadores y sistemas de poleas, ideal para maniobras controladas.	Garantiza estabilidad durante el rescate, evita rebotes o elongaciones peligrosas, soporta cargas elevadas, compatible con múltiples dispositivos y proporciona seguridad en operaciones verticales.	ANSI Z359, NFPA 1983, EN 1891	
Bloqueador tipo puño	Dispositivo mecánico que permite el desplazamiento de la cuerda en un solo sentido, bloqueando el retroceso. Se instala en el sistema de izaje para mantener la carga asegurada durante la maniobra.	Evita retrocesos accidentales, mejora el control del sistema, incrementa la seguridad del rescatista y permite pausas durante la maniobra sin pérdida de carga.	ANSI Z359, NFPA 1983	

Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Gancho de rescate	Dispositivo acoplado a la pértiga que permite enganchar la argolla dorsal del arnés de la víctima. Diseñado para asegurar conexión rápida y confiable.	Facilita el enganche remoto, reduce tiempos de rescate, mejora la precisión de conexión y aumenta la seguridad en maniobras críticas.	ANSI Z359, NFPA 1983	
Sistema de liberación automática	Mecanismo que desacopla la pértiga una vez que el gancho se conecta al arnés de la víctima, permitiendo que el sistema de rescate funcione sin interferencias.	Evita manipulación adicional, reduce errores humanos, agiliza el proceso de rescate y permite transición rápida a la fase de izaje.	Buenas prácticas OSHA / NIOSH	
Punto de anclaje certificado	Elemento estructural o dispositivo diseñado para soportar cargas de rescate. Debe estar certificado y ubicado estratégicamente para garantizar seguridad durante la maniobra.	Proporciona soporte seguro al sistema, garantiza estabilidad, cumple requisitos normativos y reduce riesgo de fallas estructurales.	ANSI Z359.18, OSHA	
Arnés de cuerpo completo	Equipo de protección personal que distribuye las fuerzas del rescate en el cuerpo del usuario. Incluye argolla dorsal para conexión del sistema.	Garantiza sujeción segura, reduce riesgo de lesiones, permite conexión eficiente y es esencial para rescate y protección contra caídas.	ANSI Z359.11, NFPA 1983	
Chaleco Kendrick (KED)	Dispositivo de inmovilización semirrígido diseñado para estabilizar columna vertebral, cabeza y torso en víctimas conscientes o inconscientes. Fabricado en material flexible con refuerzos internos, permite su uso en espacios reducidos como el interior de cisternas.	Permite inmovilización segura en espacios confinados, reduce riesgo de lesión medular secundaria, facilita extracción vertical o inclinada y se adapta a geometrías estrechas sin comprometer la estabilidad del paciente.	National Fire Protection Association (NFPA 1983), guías EMS	

Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Equipo de respiración autónoma (ERA/SCBA)	Sistema autocontenido que suministra aire respirable independiente del ambiente. Compuesto por cilindro de aire comprimido, arnés, regulador y máscara facial completa. Diseñado para ingreso en atmósferas peligrosas o deficientes de oxígeno.	Permite ingreso seguro en atmósferas IDLH, protege al rescatista de gases tóxicos, garantiza suministro continuo de aire y cumple funciones críticas en rescates en espacios confinados.	NFPA 1981, OSHA 1910.134	
Detector multigás portátil	Equipo electrónico que mide concentración de oxígeno, gases inflamables (LEL) y gases tóxicos. Uso obligatorio antes y durante la intervención en espacios confinados.	Permite monitoreo continuo de la atmósfera, previene intoxicaciones, detecta condiciones peligrosas en tiempo real y es clave para toma de decisiones seguras.	OSHA 1910.146, National Institute for Occupational Safety and Health	

Camillas utilizadas en rescate técnico en espacios confinados

Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Camilla tipo SKED (Rescue Stretcher)	Camilla flexible fabricada en polímero de alta resistencia, diseñada para rescates en espacios confinados, estructuras industriales, minas y rescate vertical. Permite envolver completamente al paciente y realizar maniobras horizontales, verticales o inclinadas.	• Ligera y fácil de transportar. • Excelente desempeño en accesos reducidos. • Permite extracción horizontal y vertical. • Compatible con sistemas de poleas, trípodes y pescantes. • Reduce el riesgo de atrapamiento durante la extracción.	NFPA 2500 (Rescate Técnico), OSHA 1910.146, ANSI Z117.1	

Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Camilla tipo Canastilla (Basket Stretcher)	Camilla rígida fabricada en aluminio, acero inoxidable o polietileno de alta densidad. Diseñada para proteger completamente al paciente durante rescates industriales, en altura y espacios confinados.	- Alta protección contra impactos. - Excelente inmovilización del paciente. - Permite rescates verticales con sistemas certificados. - Adecuada para maniobras prolongadas y transporte terrestre.	NFPA 2500, ASTM F920, OSHA 1910.146	
Camilla tipo Nido (Nest Litter)	Camilla semirrígida construida en materiales compuestos de alta resistencia. Combina la estabilidad de una canastilla con menor peso, facilitando el rescate en espacios confinados y trabajos verticales.	- Menor peso que una canastilla convencional. - Excelente estabilidad del paciente. - Compatible con rescate vertical y horizontal. - Fácil almacenamiento y transporte.	NFPA 2500, ANSI Z117.1	
Camilla de Polietileno de Alta Resistencia	Camilla rígida moldeada en polietileno de alta densidad, resistente a sustancias químicas, humedad e impactos. Utilizada ampliamente en industrias.	- Alta resistencia química. - Fácil limpieza y descontaminación. - No se corroe. - Adecuada para ambientes agresivos.	ASTM F920, NFPA 2500	
Camilla Plegable de Emergencia	Camilla portátil fabricada en aluminio y lona reforzada, utilizada principalmente para evacuaciones rápidas desde zonas seguras hacia el punto de atención médica. No está diseñada para rescates verticales suspendidos.	- Muy ligera. - Fácil transporte y almacenamiento. - Despliegue rápido. - Ideal para evacuación secundaria.	ASTM F920, NFPA 2500	

Nombre del elemento	Descripción detallada	Ventajas que ofrece el sistema	Normatividad aplicable	Registro fotográfico
Camilla de Extracción tipo Bauman o Miller Board	Sistema rígido utilizado para inmovilización y extracción de pacientes politraumatizados antes de su transferencia a otra camilla especializada. Frecuente en rescates industriales con riesgo de trauma.	• Excelente inmovilización espinal. • Compatible con collar cervical e inmovilizadores. • Facilita la transferencia segura del paciente.	ASTM F1550, NFPA 2500	
Sistema de Evacuación con Arnés de Rescate (Rescue Harness)	Dispositivo utilizado cuando las dimensiones del acceso impiden el ingreso de una camilla convencional. Permite extraer al trabajador mediante un arnés de rescate certificado conectado al sistema de izaje. Se utiliza únicamente cuando las condiciones clínicas del paciente lo permiten y conforme al plan de rescate.	• Permite rescate por accesos extremadamente reducidos. • Reduce el tiempo de extracción. • Compatible con tripodes, pescantes y polipastos. • Fácil instalación.	ANSI Z359, OSHA 1910.146, ANSI Z117.1	

Recursos para Maniobras de Rescate

La gestión segura de los trabajos en espacios confinados requiere un proceso permanente de seguimiento y verificación que permita evaluar la eficacia de los controles implementados y fortalecer la confiabilidad operacional.

Como parte del proceso de mejora continua, la organización debería desarrollar programas periódicos de auditoría orientados a verificar, como mínimo:



- Cumplimiento de permisos de trabajo.
- Aplicación correcta del procedimiento operativo.
- Competencia y entrenamiento del personal.
- Inspección de equipos de acceso, rescate y protección contra caídas.
- Calibración y funcionamiento de detectores multigás.
- Estado de ventiladores, sistemas de extracción y monitoreo atmosférico.
- Disponibilidad de equipos de rescate y atención de emergencias.
- Ejecución periódica de simulacros.
- Investigación de incidentes, cuasi accidentes y oportunidades de mejora.
- Actualización de matrices de peligros y evaluación de riesgos.

Los resultados de estas auditorías deberán incorporarse al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), promoviendo la actualización permanente de procedimientos, el fortalecimiento de las competencias del personal y la mejora continua de los controles operacionales.

Bibliografía

Bibliografía Nacional

- Colombia. Ministerio del Trabajo. **Resolución 0491 de 2020**. Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en espacios confinados.
- Colombia. Ministerio del Trabajo. **Resolución 4272 de 2021**. Reglamento de Seguridad para Protección contra Caídas en Trabajo en Alturas.
- Colombia. Ministerio del Trabajo. **Decreto 1072 de 2015**. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- Colombia. Ministerio del Trabajo. **Resolución 0312 de 2019**. Estándares Mínimos del SG-SST.
- **GTC 45:2012**. Guía para la identificación de los peligros y valoración de los riesgos en seguridad y salud en el trabajo.
- **NTC-ISO 45001:2018**. Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- **NTC-ISO 45003:2021**. Gestión de riesgos psicosociales.
- **NTC 1735**. Equipos de protección respiratoria. Terminología y clasificación.
- **NTC 1584**. Equipos de protección respiratoria. Selección, uso y mantenimiento.
- Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Guías técnicas para trabajo seguro en espacios confinados.

Normas y Estándares Internacionales

OSHA

- OSHA 29 CFR 1910.146 – Permit-Required Confined Spaces.
- OSHA 29 CFR 1910 Subparte I – Personal Protective Equipment.
- OSHA 29 CFR 1910.134 – Respiratory Protection.
- OSHA 29 CFR 1926 Subpart AA – Confined Spaces in Construction.
- OSHA 29 CFR 1910.147 – Control of Hazardous Energy (LOTO).

ANSI / ASSP

- ANSI/ASSP Z117.1 – Safety Requirements for Confined Spaces.
- ANSI/ASSP Z359 (serie completa) – Fall Protection Code.

NFPA

- NFPA 350 – Guide for Safe Confined Space Entry and Work.
- NFPA 1983 – Life Safety Rope and Equipment for Emergency Services.
- NFPA 1981 – Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA).
- NFPA 2500 – Standard for Technical Rescue Personnel and Operations (integra los contenidos de las antiguas NFPA 1006, 1670 y 1983).

NIOSH

- NIOSH Criteria for a Recommended Standard: Working in Confined Spaces.
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards.
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH) Values.
- NIOSH Respirator Selection Logic.

OMS / Organización Mundial de la Salud

- WHO Chemical Safety Cards.
- WHO Occupational Health Guidelines.
- WHO Healthy Workplaces Framework.

ACGIH

ACGIH TLVs® and BEIs® (última edición disponible).

AIHA

- AIHA Emergency Response Planning Guidelines (ERPG).

ASTM International

- ASTM F1772 – Standard Specification for Climbing Harnesses.
- ASTM F887 – Personal Climbing Equipment.

ISO

- ISO 45001:2018 – Occupational Health and Safety Management Systems.
- ISO 45003:2021 – Psychological Health and Safety at Work.

Otras Guías Técnicas de Referencia

- Energy Institute (EI). Guidance on Safe Working in Confined Spaces.
- International Association of Oil & Gas Producers (IOGP). Safety Performance Indicators y guías para actividades de alto riesgo.
- American Petroleum Institute (API RP 2015 y API RP 2016). Prácticas recomendadas para ingreso seguro a tanques y recipientes en instalaciones petroleras.
- British Standards Institution (BSI). BS 6164 – Code of Practice for Health and Safety in Tunnelling and Confined Spaces.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST – España). Notas Técnicas de Prevención (NTP) aplicables a espacios confinados, evaluación de atmósferas, ventilación, rescate y protección respiratoria (NTP 223, NTP 341, NTP 562, NTP 994, entre otras).
- ASTM International. (2021). *ASTM E1515-21: Standard Test Method for Minimum Explosible Concentration of Combustible Dusts*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM International. (2022). *ASTM E1226-22: Standard Test Method for Explosibility of Dust Clouds*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Center for Chemical Process Safety (CCPS). (2019). *Guidelines for Safe Handling of Powders and Bulk Solids*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Eckhoff, R. K. (2003). *Dust Explosions in the Process Industries* (3rd ed.). Burlington, MA: Gulf Professional Publishing.
- National Fire Protection Association. (2025). *NFPA 660: Standard for Combustible Dusts*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Occupational Safety and Health Administration. (2024). *29 CFR 1910.272 – Grain Handling Facilities*. Washington, DC: U.S. Department of Labor.
- U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. (2009). *Investigation Report: Imperial Sugar Company Dust Explosion and Fire*. Washington, DC: CSB.

Guía técnica



Trabajo seguro
**en tanques de
almacenamiento
industrial**