

Guía de Mejores Técnicas Disponibles de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas en la Industria Química



La presente guía de difusión de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) es una herramienta para la identificación e implementación de oportunidades de mejora en las empresas del sector. Su objetivo fundamental es presentar y difundir una selección de MTD que permita mejorar la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas de menor tamaño del sector.

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)

Las Mejores Técnicas Disponibles es un conjunto de técnicas aplicadas a procesos de diversos sectores productivos que se demuestran más eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental, siendo a su vez aplicables en condiciones económicas y técnicas viables.

A estos efectos, se entiende por:

Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.

Técnicas: la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada; y

Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector productivo, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

La figura 1 representa un esquema simplificado del proceso de selección de MTD.

En una primera fase de la selección, una técnica candidata a MTD, en comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica, debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro/aprovechamiento de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

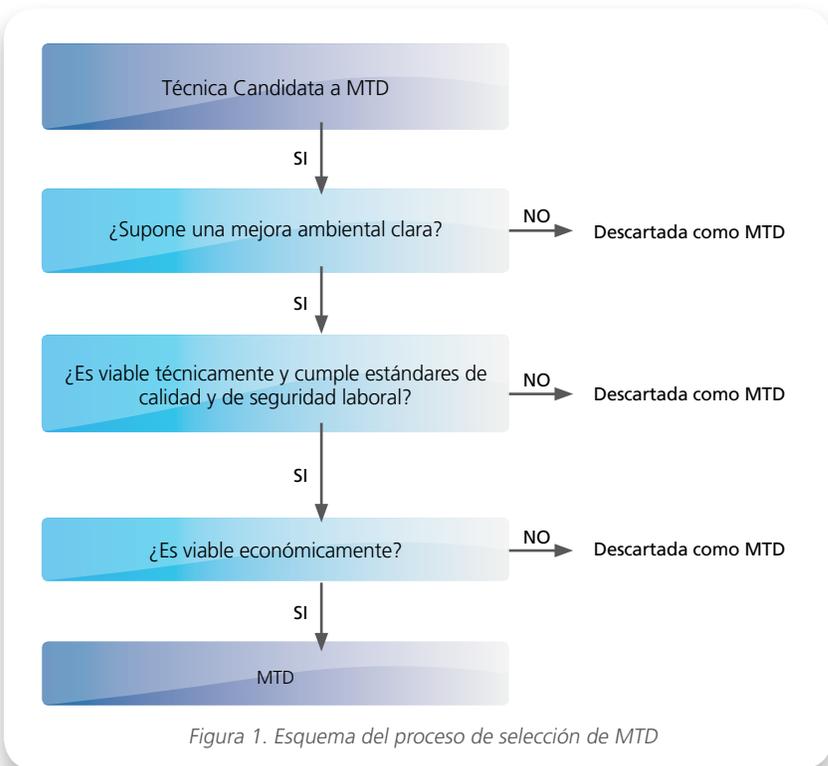


Figura 1. Esquema del proceso de selección de MTD

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD deberá estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción según los estándares de calidad, sin un impacto significativo sobre otros medios, ni un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.).

Finalmente, una técnica no podrá considerarse MTD si resulta económicamente inviable para el sector. La adopción de MTD por parte de un productor no supondrá un costo tal que ponga en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que la adopción o un cambio de

tecnología es una inversión muy costosa, no siempre asumible debido a diversos factores.

Es importante señalar que las Mejores Técnicas Disponibles no fijan valores límite de emisión ni estándares de calidad ambiental, sino que proveen medidas para prevenir o reducir las emisiones a un costo razonable. Las MTD significan, por tanto, no un límite a no sobrepasar, sino que tienen un constante propósito de mejora ambiental que puede alcanzarse por diferentes vías y que pueden utilizar otras tecnologías más apropiadas para determinada instalación o localización a las descritas como referencia.

ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA

1. ANTECEDENTES

Las sustancias químicas se han convertido en una parte indispensable de las actividades del ser humano cumpliendo una serie de importantes roles, algunos tan relevantes como la prevención y control de enfermedades, aumento de productividad agrícola y por ende maximización de la producción de alimentos, entre otros.

Sin embargo, las sustancias químicas pueden, por otra parte, causar daños irreversibles a la salud humana y al medio ambiente, ya que muchos de ellos tienen efectos potencialmente tóxicos y perjudiciales. Los riesgos asociados se presentan durante el completo ciclo de vida de estas, es decir, producción, almacenaje, manejo, transporte, uso y eliminación.

La presente guía tiene por objetivo entregar información orientadora respecto de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para el almacenamiento de sustancias peligrosas (excluido los pesticidas) en la industria química, con el fin de hacer más eficientes sus procesos, mantener la seguridad en las instalaciones, reduciendo los riesgos a las personas y los efectos negativos en el ambiente. De esta manera, se espera que sea un material de apoyo para las empresas del rubro que pretendan mejorar su competitividad y desempeño ambiental, haciendo de esta manera más sustentable su negocio.

Descripción del problema y su impacto

Tal como fue indicado anteriormente, el ciclo de vida completo de un producto químico supone una serie de riesgos para las personas

y el medio ambiente. En particular, existe una serie de peligros que deben ser minimizados durante la etapa de almacenamiento. En esta etapa en particular los peligros tienen diferentes orígenes, entre ellos:

- Peligros asociados a las propiedades intrínsecas de las sustancias químicas.
- Peligros asociados a la exposición (inhalación, contacto con la piel u otro).

Chile no ha estado exento de accidentes en empresas y bodegas que almacenan sustancias peligrosas, muchas veces generando daños a las personas, provocando contaminación ambiental e incluso poniendo en serio peligro la continuidad de la actividad.

En términos generales, los potenciales perjuicios que pueden producirse en este tipo de accidentes son los siguientes:

- Daño a las personas
- Contaminación de agua, suelo y/o aire
- Molestias al medio circundante
- Pérdidas productivas
- Pérdida total del negocio

A su vez, existen una serie de problemas adicionales que pueden provocarse por una operación y/o almacenamiento deficiente de sustancias peligrosas, entre otros:

- Vencimiento de productos, aumentando la generación de residuos peligrosos

- Caídas, derrames, explosiones y otros accidentes causados por un deficiente almacenamiento
- Exposición innecesaria del personal a los peligros anteriormente indicados
- Ineficiencia en el uso de los productos químicos

Conocidos estos potenciales perjuicios y problemas, la autoridad se vio en la necesidad de reglamentar algunos conceptos generales de seguridad aplicable al almacenamiento y manejo seguro de dichas sustancias, mientras que las empresas por su parte, se vieron impulsadas a adoptar medidas tendientes a asegurar mayor seguridad en sus procesos, incluido el almacenamiento.

En resumen, las operaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas implican una serie de riesgos, tanto para las personas como para el medio ambiente y el propio negocio, poniendo en riesgo su continuidad.

Solución genérica al problema

Es importante destacar que existe una serie de conceptos que deben ser considerados como de primera importancia en las operaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas con el fin de minimizar la ocurrencia de incidentes y/o accidentes:

- Conocimiento acabado de las características y propiedades de las sustancias químicas

- almacenadas, incluyendo potenciales riesgos con sus respectivas medidas preventivas y correctivas.
- Procedimientos para las diferentes actividades que se realizan.
- Lugares de almacenamiento apropiados según la sustancia química respectiva (ubicación, condiciones ambientales, identificación, señalización, etc.).
- Conocimiento de la normativa vigente aplicable.
- Monitoreo y control de variables críticas que permitan actuar a tiempo en caso de un incidente y/o accidente.
- Procedimientos de actuación ante incidentes y/o accidentes.

Tal como es descrito más adelante en la presente guía, algunas de las acciones que involucra el almacenamiento de sustancias peligrosas cuenta con normativa específica. La presente guía busca complementar dicha normativa con técnicas que permitan al empresario mejorar su desempeño ambiental, por sobre lo exigido.

2. NORMATIVA APLICABLE

La industria química, al igual que otras, debe enmarcar sus operaciones dentro de un contexto normativo nacional, obligatorio, así como también dentro de un marco regulatorio internacional, voluntario, pero que se exige cumplir a la hora de ingresar a ciertos mercados. Los principales aspectos normados relacionados con el objetivo de este documento abordan el cuidado por el medio ambiente y las condiciones laborales de los trabajadores¹.

De acuerdo a lo definido en el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Decreto N° 594 de 1999, del Ministerio de Salud) se entiende por sustancias peligrosas, o productos peligrosos, a aquellas que puedan significar un riesgo para la salud, la seguridad o el bienestar de los seres humanos y animales, que estén listadas en la Norma Chilena Oficial N° 382 Of2004, Sustancias Peligrosas - Clasificación general o la que la sustituya, y aquellas que cumplan con las características de peligrosidad que establece dicha norma. Adicionalmente, clasifica a las bodegas de la siguiente manera:

Bodega común: Recinto o instalación destinada al almacenamiento de productos o mercancías, la cual tiene una zona destinada al almacenamiento de sustancias peligrosas. Esta zona es abierta, es decir, no existe separación física (muro u otro) entre las sustancias peligrosas y otros elementos y sustancias almacenadas.

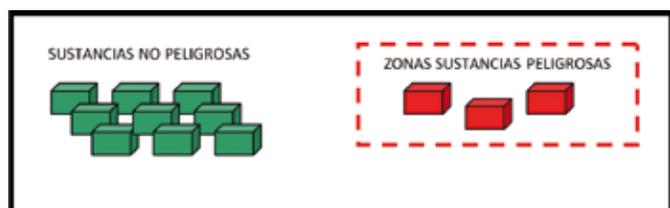


Figura 2. Bodega común

Bodega para sustancias peligrosas: Recinto o instalación destinada al almacenamiento de sustancias peligrosas. Cuando esta bodega sea destinada en forma exclusiva para una clase o división de sustancias peligrosas, se denominará según esa sustancia, por ejemplo Bodega Exclusiva para Sustancias Tóxicas, Bodega Exclusiva para Inflamables o Bodega Exclusiva para Sustancias Corrosivas.

Por su parte, las bodegas para sustancias peligrosas pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Bodega para sustancias peligrosas adyacente: Instalación que tiene como mínimo un muro divisorio común y como máximo dos muros divisorios comunes con otros sectores o instalaciones de la misma construcción destinadas a otros usos o al almacenamiento de otras clases de sustancias.

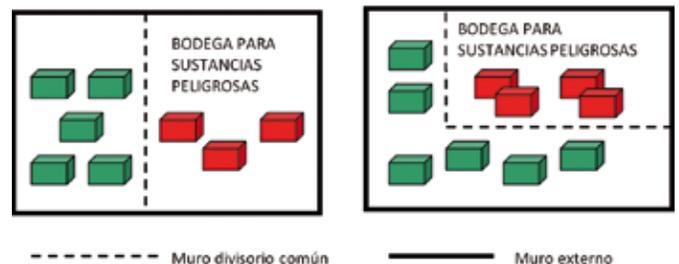


Figura 3. Bodega adyacente

Bodega para sustancias peligrosas separada: Instalación que está aislada de otras construcciones.

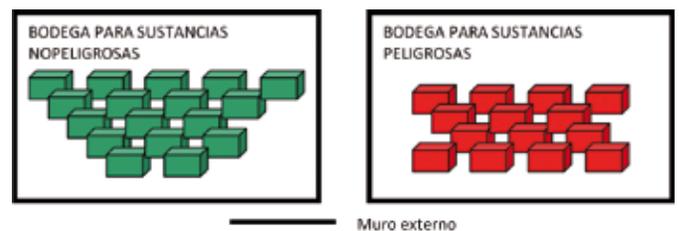


Figura 4. Bodega separada

(1) De alta relevancia la siguiente normativa:

- Decreto Supremo N° 78/2009 "Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas" del Ministerio de Salud
- Decreto N° 157 del 2005, del Ministerio de Salud
- Decreto N° 594 de 1999, del Ministerio de Salud

A continuación se indica la normativa nacional que en materia ambiental y de seguridad ocupacional aplica a las operaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas. Se indica, para cada caso, la materia que es regulada y los aspectos generales asociados a su aplicación y/o cumplimiento.

Tabla 1. Normativa aplicable

Texto Normativo	Materia Regulada	Aplicación y/o cumplimiento
Decreto Supremo N° 78/2009 "Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas" del Ministerio de Salud.	Establece las condiciones de seguridad que deben tener las instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas.	La actividad de almacenamiento de sustancias peligrosas debe cumplir íntegramente este Decreto.
Ley N° 19.300 del 1994, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por Ley N° 20.417/10. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente.	Desarrolla los siguientes instrumentos de gestión ambiental: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); Normas de Calidad Ambiental; Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación.	La actividad de almacenamiento de sustancias peligrosas podría estar afecta al ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en función de la cantidad y tipo de sustancia peligrosa a almacenar.
Decreto Supremo N° 95/2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprueba el Texto Refundido del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	Establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)	La actividad de almacenamiento de sustancias peligrosas podría estar afecta al ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en función de la cantidad y tipo de sustancia peligrosa a almacenar.
Decreto Supremo N° 47/1992, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C).	Contiene las disposiciones reglamentarias de la Ley de Urbanismo y Construcción. Regula el procedimiento administrativo, el proceso de regulación urbana, urbanización y construcción y los estándares técnicos de diseño exigibles en los dos últimos procesos.	De acuerdo a lo establecido en el artículo 4.14.15 (Capítulo 14 del Título II relativo a los establecimientos industriales o de bodegaje) el almacenamiento de productos inflamables o fácilmente combustibles debe realizarse en locales independientes, construidos con resistencia mínima al fuego de tipo a y en puntos alejados de las escaleras y puertas principales de salida.
Decreto con Fuerza de Ley N° 725/1967, del Ministerio de Salud, que aprueba el "Código Sanitario", publicado en el Diario Oficial el 31 de enero de 1968.	Establece los requisitos relacionados con la protección de la salud de las personas.	Aplica a todas las autorizaciones sanitarias que se deben obtener para el almacenamiento y otras obras requeridas para el funcionamiento de las actividades productivas.
Decreto con Fuerza de Ley 1/1990, del Ministerio de Salud.	Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa.	Aplica a todas las autorizaciones sanitarias expresas que se deben obtener para el almacenamiento y otras obras requeridas para el funcionamiento de las actividades productivas.
Decreto Supremo N° 18/1982, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Certificación de Calidad de Elementos de Protección Personal	Regula la certificación de los Elementos de Protección Personal (EPP).	El empleador debe asegurar que todos los EPP adquiridos se encuentren certificados por los organismos aprobados por el Instituto de Salud Pública (ISP).

Texto Normativo	Materia Regulada	Aplicación y/o cumplimiento
Decreto Supremo N° 594/1999, del Ministerio de Salud, que aprueba “Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo”.	Establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas de los lugares de trabajo.	<p>En particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores. - La construcción debe cumplir con Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC). - Instalación eléctrica regularizada. - Contar con medidas de prevención de incendios. - Suministrar EPP certificados a los trabajadores.
Decreto Supremo N° 160/2009 de la Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción. Reglamento de seguridad para instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos.	Establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de combustibles líquidos derivados del petróleo y biocombustibles, y las operaciones asociadas a la producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos que se realicen en las instalaciones. Establece las obligaciones de las personas naturales y jurídicas que intervienen en dichas operaciones a objeto de desarrollar dichas actividades en forma segura, controlando el riesgo de manera tal que no constituyan peligro.	En caso de contar con combustibles líquidos en las instalaciones, se debe cumplir con lo establecido en el decreto.
Norma Chilena 382 Of. 2004 – Oficializada por Decreto Supremo N° 29/2005, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Sustancias peligrosas – Clasificación general.	Define una clasificación general de sustancias peligrosas, incluyendo además, un listado general de las sustancias que se consideran peligrosas, con información respecto al riesgo según su clase y su compatibilidad.	Las sustancias peligrosas deben estar adecuadamente identificadas según los requisitos de esta norma.
Norma Chilena 2120 Of.2004. Clases de sustancias peligrosas.	Establece el listado de las sustancias peligrosas y las condiciones que cada una de ellas deben cumplir para encontrarse dentro de las distintas clasificaciones.	Las sustancias peligrosas deben estar adecuadamente identificadas según los requisitos de esta norma.

3. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)

Las MTD para almacenamiento de sustancias peligrosas en la industria química permiten realizar las labores propias de operación en las bodegas considerando estándares de seguridad para los trabajadores, el medio ambiente y en definitiva para la sustentabilidad del negocio.

A continuación se describirán las siguientes MTD:

MTD1: Implementación de ducha/lavaojos portátil.

MTD2: Incompatibilidad de productos químicos. Adicionalmente se enuncia, en forma general, la

siguiente técnica considerada como emergente para el sector:

MTD Emergente: Uso de Racks que consideren la variable “sísmica”.

MTD 1: IMPLEMENTACIÓN DE DUCHA/LAVAOJOS PORTÁTIL



Equipo lavaojos portátil.

Descripción de la Técnica

Tal como ha sido descrito en la presente guía, las operaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas implican una serie de riesgos de accidentes que pueden causar daños a las personas, al medio ambiente y al negocio en sí mismo.

En particular, una vez ocurrido un accidente con consecuencias de contacto directo de un trabajador con una sustancia peligrosa (piel y/u ojos), existe una técnica que puede ser usada con la finalidad de disminuir los potenciales daños causados. Se trata de la utilización de agua para lavar las zonas del cuerpo que tuvieron contacto con las sustancias peligrosas y de esa manera acotar la exposición.

El Artículo 49 del D.S N°78/2010 del MINSAL indica que *“Deberán existir duchas y lavaojos de emergencia al exterior de la bodega para sustancias peligrosas, a no más de 20 metros de las puertas de carga/descarga y 10 metros de zona de toma de muestras de estanques o fraccionamiento, con un caudal suficiente que asegure el escurrimiento de la sustancia a limpiar. Los accesos a las duchas y lavaojos de emergencia deberán estar libres de obstáculos y debidamente señalizados”*.

Dado esto, y considerando que muchas veces el efecto correctivo de esta técnica, y por ende su real impacto en la minimización de los daños provocados, será proporcional a la velocidad de reacción, se propone como **Mejor Técnica Disponible la implementación de una ducha/lavaojos adicional a la exigida por normativa, que se ubique al interior de las bodegas, tanto comunes como exclusivas de sustancias peligrosas. Dicha ducha/lavaojos se sugiere de tipo portátil, con el fin de facilitar su instalación, minimizando sus costos, y dando flexibilidad a la hora de modificar el layout interno de la bodega.**

Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que existen también en el mercado equipos más

simples, llamados “botellas lavaojos”, los cuales gracias a su reducido tamaño, peso y fácil manipulación, pueden ser también una alternativa al problema estudiado.

Dicha normativa considera como ubicación óptima para la ducha/lavaojos el exterior de la bodega, principalmente para alejar al trabajador de la fuente contaminante, **sin embargo ésta no prohíbe la implementación de duchas/lavaojos adicionales**, tanto al interior como el exterior de la bodega. Por otra parte, el mencionado Decreto hace alusión directa a las bodegas para sustancias peligrosas, no así a las bodegas comunes donde, eventualmente, pueden también ser almacenadas sustancias peligrosas.

Aplicaciones

Aplica a todas las bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas, tanto comunes como exclusivas, cuya sustancia almacenada sea compatible con el agua y su tamaño justifique la implementación de la técnica.

Ventajas de su aplicación

- Disminuye la severidad de los daños a las personas ocasionados por el contacto con sustancias peligrosas.
- No requiere de capacitación adicional para su uso, gracias a que ya existen duchas y lavaojos al exterior de las bodegas (D.S. N°78/2010 del MINSAL).

Desventajas de su aplicación

- Requiere inversión y mantenimiento.
- Utiliza un espacio físico dentro de la bodega.

Condiciones de uso

Para la implementación de esta técnica se deberán seguir los siguientes pasos metodológicos:

1. Identificar si las sustancias almacenadas son compatibles o no con el agua. En caso de que no lo sean, la técnica no es recomendada.
2. Identificar los potenciales lugares de ocurrencia de derrames u otros accidentes que pudieran generar contacto directo entre la sustancia y el trabajador. Para esto considerar historia de accidentes anteriores, distancias relativas entre trabajadores y sustancias almacenadas, potenciales conflictos entre flujo de maquinaria y sustancias, opinión de trabajadores, etc.
3. Revisar layout de la bodega, en particular las vías de circulación de personas y maquinarias, vías de evacuación y salidas de emergencia, entradas y salidas, etc.
4. Medir el tamaño de la bodega. En especial conocer la distancia máxima existente entre un punto de potencial accidente y la ducha/lavaojos exterior existente (distancia recorrida por pasillos y lugares habilitados). Se recomienda que, en caso de que dicha distancia exceda los 30 metros, o bien que para cubrir dicha distancia se necesiten más de 10 segundos caminando, se considere la implementación de esta técnica (recomendaciones basadas en Norma ANSI Z358 – 2009).

Luego de la consideración de los pasos metodológicos anteriores se tendrá definida la pertinencia y conveniencia de implementar una ducha/lavaojos al interior de la bodega. A continuación se deberá:

5. Identificar posibles lugares donde ubicar la ducha/lavaojos. Para esto considerar un área aproximada de 1,5 x 1,5 m (tamaño exacto dependerá de equipo específico a instalar).
6. Identificar el lugar óptimo donde ubicar el equipo, cautelando que lo indicado en el punto 4 anterior sea cumplido para la totalidad de los lugares de potencial derrame, es decir, que la distancia máxima entre un punto potencial de accidente y la ducha/lavaojos interior no sobrepase los límites indicados. Adicionalmente, debe cumplirse con:
 - a. Disponer del área mínima necesaria para instalar el equipo, tal como fue descrito en el punto 5.
 - b. Equipo no puede obstaculizar la normal operación dentro de la bodega
 - c. Equipo no puede obstaculizar vías de escape ni salidas de emergencia

Luego de seguir estos pasos metodológicos se tendrá definido, además de la conveniencia de implementar esta técnica, el lugar más adecuado donde instalar el equipo. A continuación se deberá:

7. Adquirir el equipo. Para esto se recomienda buscar proveedores y cotizar la mejor solución para cada caso particular.
8. Instalar el equipo. Este punto es muy relevante ya que, a pesar de tratarse de un equipo portátil es necesario definir un único lugar de ubicación. Se instalará el equipo en dicho lugar de acuerdo a lo indicado por el fabricante, para luego instalar la señalética que indique la ubicación del equipo, tal como se realiza en el equipo que se encuentra en el exterior.
9. En caso de cambios en layout de la bodega, se deberá repetir los pasos anteriores con el objetivo de asegurar que el equipo siempre se encuentre ubicado en el lugar más adecuado.

Análisis de costos²

Inversión:

- Equipo portátil: \$500.000
- Disponibilidad de trabajadores para conocer funcionamiento del equipo: \$100.000

Egresos anuales:

- Mantenimiento del equipo: \$25.000

La implementación de esta técnica implica beneficios no valorizados en este análisis por concepto de seguridad para las personas y para el medio ambiente (disminución de severidad de accidentes). En este sentido, y a pesar de no ser cuantificado en dinero en este análisis, el uso de este equipo en un solo accidente de forma oportuna, evitando daños de mayor severidad en el afectado será ya suficiente para justificar la implementación de esta técnica, lo anterior considerando indemnizaciones, licencias, tiempos perdidos, posibles multas, entre otros. En particular, y a modo de

ejemplo, la implementación de esta técnica, al reducir la tasa de siniestralidad, podría implicar una reducción de un tramo en cotización adicional lo que se traduciría en un ahorro anual superior a los \$400.000 considerando 35 trabajadores a una renta mensual promedio de \$300.000 (sin considerar pensión por invalidez o muerte, ni indemnizaciones). Este solo efecto hace más que atractivo considerar la técnica.

Consideraciones adicionales:

- Consumo de agua para ducha/lavaojos no se considera en análisis por ser de muy baja magnitud.
- No considera capacitación del personal ya que existen duchas en el exterior de las bodegas. Sólo considera una etapa de conocimiento del equipo. Para valorizar este punto se considera:
- Valor HH supervisor: 1 UF
- Valor HH trabajador: 0,6 UF
- Duración de la actividad: 1 hora
- Cantidad de trabajadores a capacitar: 6

(2) Valor moneda nacional año 2011.

Nota:

Sin perjuicio que las MTD seleccionadas en esta guía están orientadas a empresas del segmento de menor tamaño, la presente evaluación responde a criterios de tamaño y condiciones particulares. Por lo anterior, el resultado de esta evaluación debe considerarse como referencial. Para recibir orientación bajo condiciones de evaluación distintos, puede contactar al 600-600-2675.

Caso ilustrativo

A modo de ilustrar de manera simple y didáctica la aplicación de esta técnica, se considera una bodega ficticia y se aplican los pasos metodológicos descritos anteriormente con el objetivo de definir la necesidad de implementación así como también la ubicación más adecuada para instalar el equipo.

Bodega considerada:

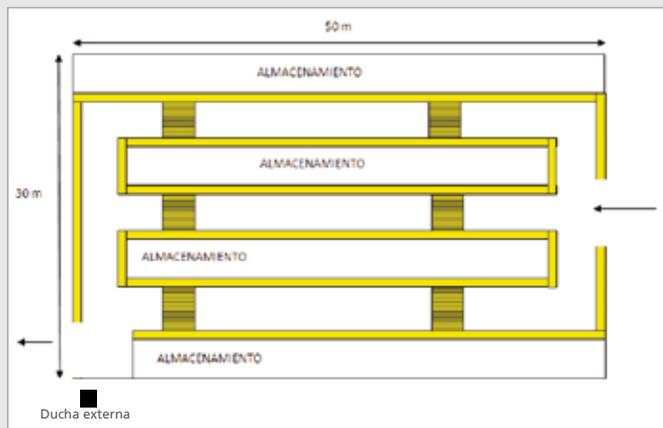


Figura 5. Bodega ejemplo

Nota: en amarillo se muestran los pasos peatonales dentro de la bodega.

Aplicación de pasos metodológicos:

1. Compatibilidad de sustancias con el agua: Se trata de sustancias compatibles con el agua.
2. Potenciales lugares de ocurrencia de accidentes:

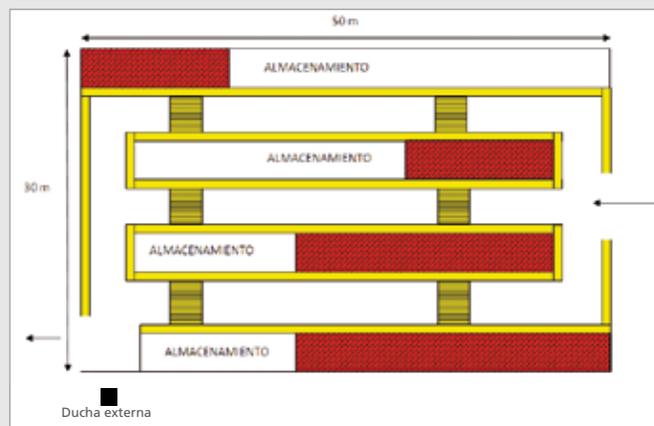


Figura 6. Bodega ejemplo – zonas de riesgo

Nota: en rojo se muestran las zonas identificadas como potencialmente riesgosas.

3. Revisar layout de la bodega: indicado en croquis de bodega.
4. Distancia máxima existente entre un punto de potencial accidente y la ducha/lavaojos exterior existente: Máxima distancia excede el límite parametrizado.

Por lo tanto, se considera adecuada la implementación de la técnica.

5. Identificar posibles lugares donde ubicar la ducha/lavaojos.

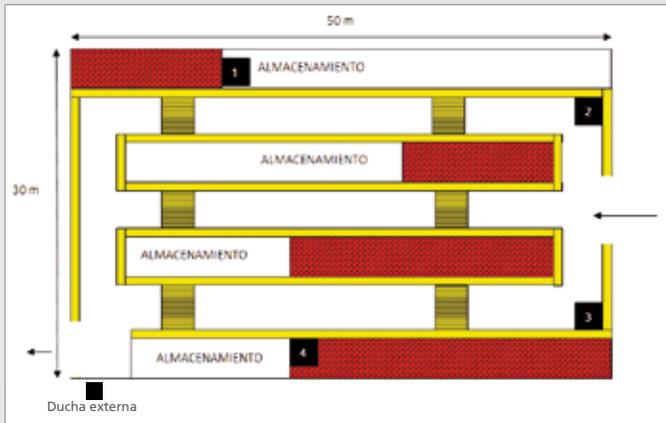


Figura 7. Bodega ejemplo – Ubicación de equipo

Nota: en negro se muestran los posibles lugares donde ubicar el equipo.

6. Identificar el lugar óptimo.

El lugar indicado con el número 2 cumple con las características apropiadas para colocar el equipo.

7. Adquirir el equipo: buscar equipos y se realizar cotizaciones, finalmente elegir y adquirir el equipo.

8. Instalar el equipo: Se ubica el equipo en la posición elegida y se fija utilizando cadenas ancladas a un pilar estructural. Luego, y de acuerdo a lo establecido para la ducha exterior, se colocan las señaléticas correspondientes y se informa de su presencia y principales cualidades a los trabajadores que posiblemente podrían requerir utilizarla.

MTD 2: INCOMPATIBILIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS.



Almacenamiento de productos químicos.

Descripción de la Técnica

Existen una serie de sustancias químicas peligrosas. De acuerdo a su riesgo inherente o los riesgos más significativos que representen pueden ser clasificadas de la siguiente manera de acuerdo a la Nch 382, Of. 2004 (coincidente con clasificación ONU):

Nota: El orden numérico de las clases y divisiones no corresponde a su grado de peligro.

Clase 1: Explosivos (mayor detalle en NCh2120/1)

- División 1.1: Sustancias y objetos que presenten un riesgo de explosión de toda la masa.
- División 1.2: Sustancias y objetos que tienen un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión en masa.
- División 1.3: Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo de que se produzcan pequeños efectos de onda de choque o proyección o ambos efectos, pero no un riesgo de explosión de toda la masa.
- División 1.4: Sustancias y objetos que no presentan un riesgo apreciable.
- División 1.5: Sustancias muy insensibles que tienen un riesgo de explosión de toda la masa.
- División 1.6: Objetos sumamente insensibles que no tienen un riesgo de explosión de toda la masa.

Clase 2: Gases (mayor detalle en NCh2120/2)

- División 2.1: Gases inflamables.
- División 2.2: Gases no inflamables, no tóxicos.
- División 2.3: Gases tóxicos.

Clase 3: Líquidos inflamables (mayor detalle en NCh2120/3)

Clase 4: Sólidos inflamables - Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea y sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables (mayor detalle en NCh2120/4)

- División 4.1: Sólidos inflamables, sustancias que reaccionan espontáneamente y explosivos insensibilizados.
- División 4.2: Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea.
- División 4.3: Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

Clase 5: Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos (mayor detalle en NCh2120/5)

- División 5.1: Sustancias comburentes.
- División 5.2: Peróxidos orgánicos.

Clase 6: Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas (mayor detalle en NCh2120/6)

- División 6.1: Sustancias tóxicas.
- División 6.2: Sustancias infecciosas.

Clase 7: Sustancias radiactivas (mayor detalle en NCh2120/7)

Clase 8: Sustancias corrosivas (mayor detalle en NCh2120/8)

Clase 9: Sustancias y objetos peligrosos varios (mayor detalle en NCh2120/9)

La presente MTD consiste en generar conocimiento dentro del personal que trabaja en la bodega respecto de las compatibilidades de las sustancias peligrosas que se almacenan. De esta manera, se podrá definir la mejor forma de administrar y ordenar la bodega, evitando potenciales accidentes y minimizando los efectos de los accidentes que se produzcan, gracias a la minimización de probabilidad de contacto entre sustancias incompatibles.

Dado lo anterior, se muestra una tabla de compatibilidades, siguiendo la clasificación según riesgo que se indicó anteriormente y propone buenas prácticas asociadas.

Tabla 2: Tabla de incompatibilidades químicas.

	1*	2,1	2,2	2,3	3	4,1	4,2	4,3	5,1	5,2	6	7	8	9
1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2,1	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	1
2,2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
2,3	1	1	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	1
3	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3	1
4,1	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	2	1
4,2	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3	1
4,3	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	2	1
5,1	1	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	3	2	1
5,2	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	3	2	1
6	1	2	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1
7	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
8	1	3	3	2	3	2	1	2	2	2	1	3	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3	SIN RESTRICCIÓN: No existe incompatibilidad, pueden almacenarse juntos.
2	PRECAUCIÓN: Deben revisarse las incompatibilidades individualmente.
1	PELIGRO: Son incompatibles, pueden incluso requerir un almacén diferente.
1*	El almacenamiento de los EXPLOSIVOS depende de la incompatibilidad de cada uno.

Fuente: Manual de Almacenamiento Seguro de Sustancias Peligrosas, versión actualizada 2009, Seremi de Salud de la Región Metropolitana.

Aplicaciones (en qué condiciones aplica)

Aplica a todo lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas, tanto bodegas exclusivas, como comunes.

Ventajas de su aplicación	Desventajas de su aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye el riesgo de accidentes con daño a las personas y/o a la propiedad. • Disminuye la severidad de accidentes ocurridos. • Disminuye peligro de emisiones contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere contar con el personal capacitado. • Involucra costos de inversión

Condiciones de uso

Se proponen las siguientes buenas prácticas que buscan maximizar la utilización de la información contenida en la tabla anterior:

Verificar si el actual layout de la bodega está en línea con la tabla de compatibilidades, es decir, asegurar que sustancias incompatibles no estén almacenadas juntas o contiguas. Implementar los ajustes que sean necesarios.

Capacitar al personal sobre la compatibilidad (o incompatibilidad) de productos químicos. Implementar esta acción como parte del control operacional habitual del supervisor.

Colocar en diferentes lugares de la bodega, tanto en oficina como en terreno, una copia de la tabla para consulta inmediata en caso de dudas.

Evaluación económica ³

Inversión en la capacitación: \$404.800

La implementación de esta técnica implica beneficios no valorizados en este análisis por concepto de seguridad para las personas y para el medio ambiente (disminución de severidad de accidentes). En este sentido, y a pesar de no ser cuantificado en dinero en este análisis, el uso de este equipo en un solo accidente de forma oportuna, evitando daños de mayor severidad en el afectado será ya suficiente

para justificar la implementación de esta técnica, lo anterior considerando indemnizaciones, licencias, tiempos perdidos, posibles multas, entre otros. En particular, y a modo de ejemplo, la implementación de esta técnica, al reducir la tasa de siniestralidad, podría implicar una reducción de un tramo en cotización adicional lo que se traduciría en un ahorro anual superior a los \$400.000 considerando 35 trabajadores a una renta mensual promedio de \$300.000 (sin considerar pensión por invalidez o muerte, ni indemnizaciones). Este solo efecto hace más que atractivo considerar la técnica.

Consideraciones:

- Capacitación:
 - Valor HH trabajador: 0,6 UF
 - Valor HH supervisor: 1 UF
 - Cantidad de trabajadores: 6
 - Duración capacitación: 1 hora
- No considera costo adicional asociado a monitoreo y control por corresponder a labores habituales de supervisor
- Evaluación no considera impresión de tablas para entrega al personal por considerarse de monto menor.
- Evaluación no considera modificaciones correctivas al layout de la bodega a propósito de la implementación de la MTD.

(3) Valor moneda nacional año 2011.

Nota:

Sin perjuicio que las MTD seleccionadas en esta guía están orientadas a empresas del segmento de menor tamaño, la presente evaluación responde a criterios de tamaño y condiciones particulares. Por lo anterior, el resultado de esta evaluación debe considerarse como referencial. Para recibir orientación bajo condiciones de evaluación distintos, puede contactar al 600-600-2675.

Caso ilustrativo

Una bodega común donde se almacenan las sustancias clase 3 (líquidos inflamables), 5.2 (peróxidos orgánicos) y 8 (corrosivos) descritas anteriormente, presentará la siguiente situación:

- Clase 3 no tendría problemas de compatibilidad.
- Clase 5.2 podría presentar incompatibilidad con clase 8 por lo que se revisan en detalle las hojas de datos de los productos para identificar con exactitud si existe incompatibilidad. En este caso ilustrativo si se presenta incompatibilidad.

- Adicionalmente la clase 8 presenta incompatibilidad entre distintas sustancias de la misma clase, sin embargo, en este caso ilustrativo se trabaja solo con un tipo de sustancia corrosiva, por lo que no representaría un caso de incompatibilidad dentro de la bodega.

En base a lo anterior la bodega deberá organizarse de manera de tener almacenadas de forma separada las clases 5.2 y 8. La bodega del ejemplo se dividirá entonces en 2 sectores (el tamaño de cada sector será definido en función del volumen de sustancias involucradas en cada caso) definiendo e instruyendo al personal, de que en sector A

no podrán almacenarse corrosivos mientras que en sector B no podrán almacenarse peróxidos orgánicos. Adicionalmente se señalará debidamente para evitar errores.



Figura 8. Almacenamiento en bodega.

Adicionalmente, considerando el cumplimiento del DS 78/2009 antes referido, en particular su artículo 15, en este caso ilustrativo se deberá cumplir con lo siguiente:

- Por ser bodega común, la cantidad máxima de sustancias peligrosas a almacenar será 12 t.
- Dentro de esa cantidad, los líquidos inflamables (clase 3) no podrá exceder las 3 t.
- No podrán almacenarse en las bodegas comunes los peróxidos orgánicos (clase 5.2) de los tipos A al D, las cuales deben almacenarse necesariamente en una bodega exclusiva para sustancias peligrosas.

A continuación se presenta una técnica emergente, la que se ha clasificado de esta forma dado su alto costo de inversión y escasa presencia en el mercado local, lo que la hace, por ahora, infactible de ser implementada en empresas de menor tamaño.

MTD EMERGENTE: USO DE RACKS QUE CONSIDEREN LA VARIABLE “SÍSMICA”.

Descripción de la Técnica

No hay dudas de que Chile es un país sísmico, lo que por supuesto trae consecuencias nefastas para la industria, en particular en bodegas de almacenamiento, donde las pérdidas pueden llegar a ser totales impidiendo la continuidad del negocio. Cuando se trata de bodegas que almacenan sustancias peligrosas ya no se trata solamente de las pérdidas materiales sino que se transforma inmediatamente en un incidente ambiental que puede ser de gran magnitud. Contacto entre sustancias incompatibles, emisiones atmosféricas, contaminación de tierra y aire, son solo algunos de los daños que pueden ser causados.

Dado lo anterior, y considerando que Chile no es el único país que debe convivir con este tipo de condiciones adversas, el mercado a nivel mundial ha desarrollado tecnología específica en cuanto a la fabricación de racks y estantería general para las bodegas.

En términos nacionales, existe la NCH 2369 del 2003 “Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales”, la cuál puede ser considerada como base a la hora de diseñar y fabricar los elementos necesarios para almacenar sustancias en las bodegas.

Esta técnica tiene aplicación en todo tipo de bodegas que almacenen sustancias peligrosas en todo el país. Dentro de sus principales ventajas se puede destacar que disminuye la probabilidad de accidentes con daños a las personas, evita pérdidas de materiales (materias primas, insumos, productos), evita pérdidas de tiempo productivo y no requiere de capacitación para su uso. Por otra parte, su alto costo de implementación se presenta como su principal desventaja.

Si bien por ahora la técnica no se presenta como factible desde un punto de vista económico, en un futuro cercano podría serlo, por lo que se incluye en esta guía para consideración futura.

4. RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA



Qué hacer

- Toda sustancia que no conozca debe considerarla como peligrosa hasta que sea clasificada
- Todo el personal que trabaja en una bodega que almacene sustancias peligrosas debe estar debidamente capacitado, en los riesgos involucrados así como las medidas de seguridad tanto preventivas como correctivas en el manejo de dichas sustancias peligrosas.
- Conocer y disponer de las hojas de datos de seguridad de las sustancias peligrosas, así como seguir un programa formal y efectivo de entrenamiento es vital.
- Mantener un plan de emergencia adecuado a la condiciones de la actividad, y en conocimiento del personal que trabaja en la bodega.
- Utilizar los elementos de protección personal y los equipos de seguridad como duchas y lavaojos en caso de accidente, marcarán la diferencia en términos de daños personales.
- Organizar su bodega de forma eficiente, de acuerdo a sus necesidades y considerando la tabla de compatibilidades presentada.
- Implementar señalética adecuada, puede salvar vidas.



Qué no hacer

- Nunca debe almacenar sustancias químicas incompatibles juntas o contiguas.
- Nunca almacenar sustancias peligrosas en lugares no habilitados.
- Nunca manipular sustancias peligrosas sin los elementos de protección personal adecuados a la sustancia a manejar o sin tener pleno conocimiento de los riesgos asociados y sus medidas preventivas y correctivas.

5. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2008, Gestión Racional y Sostenible de Sustancias Químicas. Producido por: Sustainlabour. Fundación Laboral Internacional para el Desarrollo Sostenible General Cabrera 21 - 28020 Madrid, España. Website: <http://www.sustainlabour.org>
2. NACIONES UNIDAS (ONU), 2011, Clasificación de Sustancias Químicas.
3. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2011, Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas - Reglamentación modelo. Decimoséptima edición revisada. Disponible en: http://live.unece.org/es/trans/danger/publi/unrec/rev17/17files_s.html
4. Ley 16/2002, Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, IPCC, España <http://www.prtr-es.es/fondo-documental/legislacion,15453,10,2007.html>
5. Márquez, Fernando. Año 2000. Manejo Seguro de Sustancias Peligrosas. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile. 301 pp.
6. Seremi de Salud de la Región Metropolitana, 2009, Manual de Almacenamiento Seguro de Sustancias Peligrosas, versión modificada al 2009, www.asrm.cl
7. ANSI Z358.1-2009, "Emergency Eyewash and Shower Equipment."

PARA OBTENER MAYOR INFORMACIÓN

www.produccionlimpia.cl

Solicitar orientación telefónica a:
600 600 2675



Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL)

Director Ejecutivo Rafael Lorenzini Paci

Subdirector de Tecnologías Limpias Christian Nicolai Orellana

“Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Almacenamiento de Sustancias Peligrosas en la Industria Química”

ISBN 978-956-8535-25-4

Desarrollo de Contenidos POCH AMBIENTAL S.A.

Revisión de Contenidos Subdirección de Tecnologías Limpias - CPL

Diseño y Diagramación Creanativa

2012, Chile. Consejo Nacional de Producción Limpia
Almirante Lorenzo Gotuzzo 124, piso 2. Teléfono (56 2) 6884500

Se permite la reproducción parcial o total de su contenido previa la autorización del Consejo Nacional de Producción Limpia.

Tecnolimpia es un programa del Consejo Nacional de Producción Limpia para cuya operación cuenta con el cofinanciamiento de la Cooperación Europea. El objetivo de Tecnolimpia es movilizar a las empresas de menor tamaño para que, a través de la implementación de producción limpia en sus procesos productivos o servicios, mejoren su productividad y posición competitiva.

El Programa de Innovación y Competitividad Unión Europea-Chile es un programa de cooperación ejecutado por diversas instituciones públicas para promover la innovación y el emprendimiento en beneficio del desarrollo económico nacional. En su primera fase, cuenta con un financiamiento de 18,6 millones de euros, aportados en partes iguales por la Unión Europea y el Gobierno de Chile, bajo la coordinación de la Agencia de Cooperación Internacional de Chile (AGCI).

La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva del Consejo Nacional de Producción Limpia y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.