



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL
FACULTAD
REGIONAL
DELTA

CAPÍTULO 11

Seguridad y Salud Ocupacional

Producción de Ácido Tereftálico Purificado

ÍNDICE

11. Seguridad y Salud Ocupacional	2
11.1 Marco Legal	3
11.2 Seguridad durante la construcción de la planta industrial.....	6
11.3 Riesgos durante la operación de la planta industrial	9
11.3.1 Características de las sustancias químicas involucradas en la operación	12
11.3.2 Medidas de Ingeniería	14
11.3.3 EPP requeridos	24
11.4 Matriz de riesgo	25
11.5 Manejo de la emergencia	28
11.5.1 Seguridad contra incendios.....	30
11.6 Normas	35
11.7 Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	37

11. Seguridad y Salud Ocupacional

La seguridad y salud ocupacional se enfoca en promover y mantener el bienestar físico, mental y social de los trabajadores dentro de su entorno laboral. Su objetivo principal es prevenir accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como promover condiciones de trabajo seguras y saludables para todos los empleados.

Para lograrlo, se llevan a cabo diferentes acciones y se consideran varios aspectos importantes:

- **Evaluación de riesgos:** Se identifican y evalúan los posibles peligros y riesgos presentes en el lugar de trabajo, tales como exposición a sustancias químicas, condiciones ergonómicas deficientes o maquinaria peligrosa.
- **Prevención de accidentes:** Se implementan medidas de seguridad para evitar accidentes, como el uso de equipo de protección personal (EPP), señalización adecuada, controles de ingeniería y protocolos de emergencia.
- **Control de enfermedades profesionales:** Se identifican y controlan las condiciones laborales que pueden causar enfermedades profesionales, como la exposición a sustancias tóxicas, ruido excesivo o radiación.
- **Ergonomía:** Se evalúan y mejoran las condiciones ergonómicas en el lugar de trabajo para prevenir lesiones musculoesqueléticas, mejorar el confort y aumentar la eficiencia de los trabajadores.
- **Formación y capacitación:** Se proporciona a los trabajadores la formación necesaria sobre seguridad y salud ocupacional, incluyendo el correcto uso del equipo de protección personal, procedimientos de seguridad, identificación de riesgos, entre otros aspectos relevantes.
- **Cumplimiento normativo:** Se cumplen las leyes y regulaciones pertinentes en materia de seguridad y salud ocupacional, estableciendo políticas y procedimientos internos para garantizar el cumplimiento.
- **Participación de los trabajadores:** Se fomenta la participación activa de los trabajadores en la identificación y prevención de riesgos laborales, mediante comités de seguridad, consultas, reuniones periódicas, entre otras vías de colaboración.

- Gestión de emergencias: Se establecen planes de acción para hacer frente a situaciones de emergencia, como incendios, derrames químicos o lesiones graves, asegurando una respuesta adecuada y rápida.

La seguridad y salud ocupacional no solo beneficia a los trabajadores al reducir los riesgos laborales, sino que también es fundamental para el éxito y la productividad de las organizaciones al disminuir los costos derivados de los accidentes y enfermedades laborales, mejorando el ambiente laboral y la moral de los empleados, de esta manera fortalece la imagen y reputación de la empresa.

Es esencial que tanto los empleadores como los trabajadores estén comprometidos con la seguridad y salud ocupacional, trabajando en conjunto para crear y mantener un entorno laboral seguro y saludable.

11.1 Marco Legal

En Argentina, las leyes que regulan la seguridad y salud ocupacional son las siguientes:

Ley N° 19.587: Esta ley, conocida como Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo junto a sus decretos, mencionados a continuación, determina las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial en todo el territorio de la República Argentina.

Decreto N° 351/79: tiene como objetivo reglamentar y detallar las disposiciones de la Ley 19.587 para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.

Decreto 1338/1996: Regula los servicios de Medicina y de Higiene y Seguridad en el Trabajo, de carácter preventivo.

Ley N° 24.557: Esta es la Ley de Riesgos del Trabajo, que establece el régimen de prevención de riesgos laborales y protección de la salud de los trabajadores. Fue promulgada en 1995 y ha sido modificada en varias ocasiones. Esta ley establece el sistema de las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo (ART) y la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) como entidades encargadas de regular y supervisar el sistema.

Ley N° 27.348: Esta es la Ley de Riesgos del Trabajo vigente en Argentina. Fue promulgada en 2016 y establece un nuevo régimen de prevención de riesgos laborales y protección de la salud de los trabajadores. Esta ley establece los derechos y obligaciones tanto de los empleadores como de los trabajadores en relación con la seguridad y salud en el trabajo. La ley establece un proceso de evaluación médica para determinar la relación entre la enfermedad o el accidente y el trabajo realizado, así como el grado de incapacidad en caso de que exista.

Estas evaluaciones médicas son llevadas a cabo por profesionales médicos especializados entre ellos: exámenes clínicos, análisis de laboratorio, estudio de imagen y pruebas específicas dependiendo de las tareas desarrolladas por los colaboradores. La frecuencia de las mismas se realizan a intervalos regulares de un año o a petición para evaluar la salud y detectar cambios que puedan estar relacionados con el entorno laboral.

Ley 26.773: establece el régimen de ordenamiento de la reparación de los daños derivados de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en Argentina.

Resolución SRT N° 299/2011: Esta resolución establece los requisitos y medidas de seguridad específicas para las empresas del sector químico y petroquímico. Define los estándares y procedimientos de seguridad que deben implementarse en la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas.

Resolución SRT 230/2003: Obligación de los empleadores asegurados y autoasegurados de denunciar todos los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a su ART y a la SRT. Obligación de investigar los accidentes mortales, enfermedades profesionales y los accidentes graves.

Resolución 299/2011 SRT: Adóptense las reglamentaciones que procuren la provisión de elementos de protección personal confiables a los trabajadores. (B.O. 30/03/2011).

Resolución SRT 415/2002: Registro de sustancias y agentes cancerígenos.

Resolución SRT 295/2003: Especificaciones técnicas sobre ergonomía, levantamiento manual de cargas y radiaciones.

Resolución SRT 592/2004: Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión.

Resolución SRT 103/2005: Sistemas de Gestión de la Seguridad y la Salud en el trabajo.

Resolución SRT 801/2005: Obligatoriedad del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos: enfoque internacional para la comunicación de peligros, clasificación de los peligros químicos, enfoque estandarizado para elementos de etiquetado y fichas de datos de seguridad.

Resolución SRT 463/2009, SRT 529/2009 y SRT 741/2010: Confección y presentación ante la ART del Relevamiento General de Riesgos Laborales (RGRL) sobre el estado de cumplimiento de la normativa vigente por parte del establecimiento.

Resolución SRT 37/2010 y SRT 81/2019: Declaración de Agentes de Riesgo. Anualmente todo establecimiento está obligado a presentar el relevamiento de Agentes de Riesgos Laborales (RAR) a su Aseguradora de Riesgos de Trabajo (ART), a través del cual se informa a la misma el personal que se encuentra expuesto a algún agente de riesgo.

Resolución SRT 20/2018 SRT: Programa de Prevención Específico para Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES). Modificada por Res. SRT 48/2019.

En la provincia de Buenos Aires además de las leyes nacionales mencionadas anteriormente, existen normativas específicas que complementan y regulan la seguridad y salud ocupacional en el ámbito provincial. Algunas de estas normativas son:

Ley N° 10.149: Esta ley establece el régimen de seguridad e higiene en el trabajo en la provincia de Buenos Aires. Fue promulgada en 1983 y establece los principios y disposiciones generales para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores en la provincia.

Decreto N° 9.122/78: Este decreto reglamentario de la Ley N° 10.149 establece los requisitos específicos y las normas técnicas para la prevención de riesgos laborales en la provincia de Buenos Aires.

Resolución SRT N° 231/07: Esta resolución establece los requisitos y procedimientos para la habilitación de servicios de seguridad e higiene en el trabajo en la provincia de Buenos Aires. Establece los criterios y estándares que deben cumplir estos servicios para brindar asesoramiento y apoyo en materia de seguridad y salud ocupacional.

Resolución SRT N° 1.152/15: Esta resolución establece los criterios y requisitos para la implementación del Programa de Autogestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo (PASST) en la provincia de Buenos Aires. Este programa fomenta la participación de las empresas en la gestión de la seguridad y salud ocupacional.

Decreto 779/95 Anexo S: Establece las reglas y procedimientos para el transporte por carretera de mercancías que son consideradas peligrosas por presentar riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o para el medio ambiente.

11.2 Seguridad durante la construcción de la planta industrial

Durante la construcción de una obra, existen diversos riesgos asociados que pueden afectar la seguridad y la salud de los trabajadores. Algunos de los riesgos más comunes en una obra de construcción son los siguientes:

- **Riesgo de caídas desde altura:** Las caídas desde altura son una de las principales causas de lesiones graves y fatales en una obra. Puede ocurrir al trabajar en andamios, escaleras, plataformas elevadoras u otros lugares elevados. Es fundamental proporcionar y hacer uso adecuado de sistemas de protección contra caídas, como barandillas, redes de seguridad y arneses de protección. Estos dispositivos deben instalarse correctamente, mantenerse en buen estado y cumplir con la normativa vigente. Además, se debe capacitar a los trabajadores en prácticas seguras de trabajo en altura, incluyendo el uso correcto de los equipos de protección personal (EPP) y técnicas de ascenso y descenso seguras.
- **Riesgo de golpes y atrapamientos:** Este riesgo implica ser golpeado por objetos en movimiento, maquinaria o estructuras, así como quedar atrapado entre maquinaria, materiales o superficies. Se deben implementar medidas de control para prevenir los golpes y atrapamientos, como la colocación de señalización y advertencias en áreas peligrosas. Los trabajadores deben usar el EPP adecuado, como cascos, guantes y protectores auditivos. Además, es esencial establecer protocolos claros para el uso de maquinaria y herramientas, asegurándose de que los trabajadores estén capacitados en su uso seguro y un buen mantenimiento de los equipos.

- **Riesgo eléctrico:** El riesgo eléctrico está presente cuando se trabaja cerca de cables, sistemas eléctricos o equipos energizados, lo que puede provocar descargas eléctricas y quemaduras. Para minimizar el riesgo eléctrico, se deben contratar electricistas calificados para trabajar en instalaciones eléctricas. Además, los cables y conexiones eléctricas deben mantenerse en buen estado y se debe capacitar a los trabajadores en el manejo seguro de equipos eléctricos. Es importante utilizar el EPP adecuado, como guantes aislantes y herramientas aisladas, y seguir los procedimientos de bloqueo y etiquetado cuando sea necesario realizar trabajos en sistemas eléctricos.
- **Riesgo de incendio y explosiones:** Este riesgo se refiere a la posibilidad de que ocurran incendios o explosiones en la obra debido a la presencia de materiales inflamables, instalaciones eléctricas defectuosas o mal mantenidas, o prácticas de trabajo inseguras. Es esencial establecer áreas designadas y seguras para el almacenamiento de materiales inflamables, cumpliendo con las normas de seguridad contra incendios. Además, se deben proporcionar extintores de incendios adecuados y se debe capacitar a los trabajadores en su uso correcto. Se deben realizar inspecciones regulares de las instalaciones y equipos eléctricos para identificar y corregir posibles fallas que puedan causar incendios.
- **Riesgo de inhalación de sustancias tóxicas:** En una obra de construcción, puede haber exposición a sustancias químicas tóxicas, como vapores, gases, polvos o humos, que pueden provocar problemas respiratorios, intoxicaciones o enfermedades a largo plazo. Para minimizar este riesgo, se deben proporcionar equipos de protección respiratoria adecuados a los trabajadores cuando estén expuestos a sustancias tóxicas. Además, se debe garantizar una buena ventilación en áreas cerradas o confinadas para reducir la concentración de sustancias peligrosas. Los trabajadores deben recibir capacitación sobre los riesgos asociados con las sustancias utilizadas en la obra y las medidas de control apropiadas, como el manejo adecuado de productos químicos, el uso de EPP y la adopción de prácticas de trabajo seguras.
- **Riesgo de caída de objetos:** Existe el riesgo de que objetos pesados o herramientas caigan desde alturas elevadas, lo que puede causar lesiones graves o incluso fatales a los trabajadores o personas en el área de la obra. Para minimizar este riesgo, se deben establecer zonas de exclusión debajo de áreas de trabajo elevadas para evitar la presencia de personas no autorizadas. Se deben utilizar redes de seguridad o barreras físicas para prevenir la caída de objetos. Además, los trabajadores deben utilizar

cascos de seguridad y otros EPP necesarios para protegerse de posibles impactos. También se deben implementar prácticas seguras de almacenamiento y manipulación de objetos en la obra, asegurándose de que los materiales estén correctamente asegurados y almacenados en áreas designadas.

- **Riesgo ergonómico:** El riesgo ergonómico se refiere a las lesiones o trastornos musculoesqueléticos causados por malas posturas, movimientos repetitivos, levantamiento de cargas pesadas y condiciones de trabajo incómodas. Para mitigar este riesgo, se deben proporcionar capacitaciones sobre ergonomía y levantamiento seguro de cargas a los trabajadores. Además, es importante diseñar estaciones de trabajo ergonómicas, proporcionar herramientas y equipos adecuados, y promover la rotación de tareas para reducir la exposición continua a movimientos repetitivos.
- **Riesgo de excavación:** Este riesgo se produce durante las actividades de excavación, donde hay peligro de derrumbes, colapsos de zanjas o desprendimientos de tierra. Es esencial realizar una evaluación y diseño adecuados de las excavaciones, incluyendo la implementación de sistemas de protección como entibado, apuntalamiento o taludes de seguridad. Se deben proporcionar equipos de protección personal como cascos, chalecos reflectantes y calzado de seguridad. Además, se debe capacitar a los trabajadores en las prácticas seguras de excavación y establecer protocolos de respuesta en caso de emergencia.
- **Riesgo en el manejo de maquinaria:** Este riesgo implica la operación de maquinaria pesada o herramientas eléctricas que pueden causar lesiones graves o fatales si se utilizan incorrectamente o si los operadores no tienen la capacitación adecuada. Es fundamental proporcionar capacitación y certificación a los operadores de maquinaria para garantizar su competencia en su manejo seguro. Se deben establecer protocolos de seguridad y mantenimiento regular de la maquinaria. Además, se debe proporcionar equipo de protección personal específico para cada máquina, como cascos, guantes y protecciones auditivas.
- **Riesgo en soldadura y corte:** Durante las actividades de soldadura y corte, se generan chispas, humos y radiaciones que pueden causar quemaduras, lesiones o enfermedades respiratorias. Para minimizar estos riesgos, se deben utilizar equipos de protección personal como cascos de soldadura, guantes resistentes al calor, gafas de seguridad y respiradores. También es importante garantizar una buena ventilación en

el área de trabajo y utilizar cortinas o barreras de protección para evitar la exposición de otras personas a las chispas o radiaciones.

- **Riesgo en espacios confinados:** Los espacios confinados son áreas con acceso limitado y ventilación deficiente, lo que puede dar lugar a peligros como la falta de oxígeno, acumulación de gases tóxicos o riesgo de asfixia. Es necesario realizar una evaluación exhaustiva de los espacios confinados antes de ingresar a ellos, incluyendo pruebas de gases y asegurarse de que haya suficiente oxígeno presente. Se debe utilizar equipo de protección personal apropiado, como arneses, líneas de vida y detectores de gases. Además, se deben establecer procedimientos de entrada y salida seguros, y contar con un equipo de rescate capacitado en caso de emergencia.

11.3 Riesgos durante la operación de la planta industrial

Como nuestra empresa es una planta química, existen varios riesgos asociados a las operaciones y actividades. A continuación, se presentan algunas descripciones de los riesgos más comunes que podemos tener:

- ***Riesgos de seguridad:*** Nuestra empresa maneja sustancias peligrosas y productos químicos corrosivos, inflamables y tóxicos. Por lo tanto, existe el riesgo de incendios, explosiones, fugas de productos químicos y liberación de sustancias peligrosas que pueden causar lesiones graves, enfermedades o incluso la muerte de los trabajadores y la comunidad circundante.
- ***Riesgo de explosión por equipo sometidos a presión:*** Si los equipos sometidos a presión no se mantienen adecuadamente o si se excede la presión de diseño, existe el riesgo de explosión. Esto puede ocurrir debido a fallas en los componentes del equipo, fugas, corrosión, mal funcionamiento de las válvulas de seguridad o errores humanos.
- ***Riesgo de fugas:*** Los equipos sometidos a presión pueden sufrir fugas si los sellos, juntas o conexiones no están en buen estado o si se someten a una presión excesiva. Las fugas pueden resultar en la liberación de sustancias peligrosas o tóxicas, lo que representa un riesgo para la salud de los trabajadores y el medio ambiente circundante.
- ***Riesgo de proyección de fragmentos:*** En caso de una falla catastrófica de un equipo sometido a presión, puede haber proyección de fragmentos metálicos a alta velocidad.

Estos fragmentos pueden causar lesiones graves o incluso la muerte a los trabajadores cercanos.

- **Riesgo de quemaduras:** Los equipos sometidos a presión pueden contener sustancias calientes o a alta temperatura. Si se produce una falla en el equipo o si hay una fuga, los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos de quemaduras graves.
- **Riesgo de reacciones químicas incontroladas:** Si no se controlan adecuadamente los parámetros de temperatura y presión, puede haber reacciones químicas incontroladas que resulten en explosiones o liberación de sustancias peligrosas.
- **Riesgos de salud ocupacional:** Los trabajadores de la industria química están expuestos a diversas sustancias químicas que pueden representar riesgos para la salud a corto y largo plazo. Esto incluye la inhalación de vapores tóxicos, el contacto con sustancias corrosivas o irritantes, y la posibilidad de desarrollar enfermedades ocupacionales como dermatitis, cáncer o enfermedades respiratorias.
- **Riesgos de cumplimiento normativo:** La industria química está sujeta a una amplia gama de regulaciones y normas de seguridad, tanto a nivel local como internacional. El incumplimiento de estas regulaciones puede resultar en sanciones legales, multas significativas y daños a la reputación de la empresa. Por ejemplo:
 - Señalética: Las sustancias químicas deben estar adecuadamente etiquetadas con información sobre sus propiedades y riesgos. Además, las empresas deben proporcionar información clara a los trabajadores y clientes sobre los peligros asociados con estas sustancias. En Argentina, el etiquetado de productos químicos está regulado por la norma SGA o GHS (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos), que está diseñada para estandarizar la clasificación de peligros químicos y proporcionar información clara y consistente en las etiquetas de los productos químicos en todo el mundo.
 - Tableros Eléctricos: En zonas peligrosas o explosivas, es fundamental utilizar equipos eléctricos especialmente diseñados y certificados para operar de manera segura en tales entornos. Estos equipos deben cumplir con estándares de seguridad específicos y tener certificaciones apropiadas, como la marca "Ex" que indica que cumplen con normas para entornos explosivos. La certificación "Ex" es un requisito para los equipos eléctricos utilizados en zonas peligrosas. La certificación puede ser emitida por organismos nacionales o internacionales autorizados, siguiendo los estándares ATEX e IECEx, entre otros. Las empresas

que fabrican y venden equipos para zonas peligrosas en Argentina deben asegurarse de que estos equipos cuenten con la certificación "Ex" adecuada.

- Puesta a tierra: En Argentina la puesta a tierra está regulada por normativas y estándares nacionales e internacionales. La normativa técnica para equipos de puesta a tierra en Argentina se encuentra principalmente en la Resolución N° 900/15 de la Secretaría de Energía del Ministerio de Energía y Minería, donde establece los parámetros técnicos para el diseño y construcción de sistemas de puesta a tierra, como la resistencia de puesta a tierra permitida, la distribución de electrodos y las características de los conductores.
- **Riesgos de accidentes laborales:** Las instalaciones industriales pueden presentar riesgos inherentes, como caídas, golpes, atrapamientos y lesiones relacionadas con la maquinaria y equipos pesados utilizados en los procesos químicos.
- **Riesgos de transporte:** El transporte de productos químicos peligrosos conlleva riesgos adicionales, especialmente en términos de accidentes de tráfico y derrames durante el transporte.
- **Riesgos de almacenamiento:** El almacenamiento inadecuado de productos químicos puede generar riesgos como la incompatibilidad entre sustancias, derrames, fugas o deterioro de los envases. Un manejo adecuado del almacenamiento, incluyendo el etiquetado claro, la segregación de sustancias incompatibles y la gestión de inventarios, puede minimizar estos riesgos.
- **Riesgos de explosiones por polvo:** Algunas sustancias químicas y productos en forma de polvo pueden ser explosivos si se encuentran en concentraciones adecuadas en el aire y son expuestas a una fuente de ignición. Existen cinco condiciones necesarias para que ocurra una explosión de polvo, que se conocen como el “pentágono de explosión” y se refieren a la presencia de polvo combustible, oxidantes, fuentes de ignición, concentración de polvo mezclada con aire dentro del rango de la explosión y confinamiento.



Ilustración 11.3: Pentágono de fuego para polvo. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Explosi%C3%B3n_de_polvo

- **Riesgos de contaminación del suministro de agua:** Las empresas químicas deben tener precauciones para evitar la contaminación del suministro de agua local. Las fugas o derrames pueden afectar las fuentes de agua potable, los cuerpos de agua cercanos o los acuíferos subterráneos, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.
- **Riesgos de corrosión:** Los productos químicos corrosivos pueden causar daños en los materiales, equipos y estructuras. La exposición a sustancias corrosivas puede generar riesgos de seguridad y también afectar la integridad de las instalaciones.
- **Riesgos eléctricos:** Se utiliza una amplia gama de equipos eléctricos y sistemas de control. Los riesgos eléctricos incluyen descargas eléctricas, cortocircuitos, incendios eléctricos y lesiones por contacto con partes energizadas.

11.3.1 Características de las sustancias químicas involucradas en la operación

Para reducir los riesgos asociados con la producción de las sustancias y el contacto del personal con ellas durante una operación, es fundamental caracterizar con precisión las sustancias en cuestión. A nivel nacional, la Resolución 295/03 de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo determina las Concentraciones Máximas Permisibles (CMP), que se refieren a concentraciones de sustancias en suspensión en el aire y representan condiciones por debajo de las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores pueden exponerse repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos. Las concentraciones máximas permisibles están basadas en la mejor información disponible de la experiencia industrial, de estudios experimentales, en humanos y animales y cuando es posible por la combinación de los tres. La base en la cual estos valores están establecidos puede diferir

de una sustancia a otra; la protección contra un daño a la salud puede ser un factor guía para algunas sustancias, mientras que una ausencia razonable de irritación, narcosis, molestias y otras formas de stress puede ser la base para otras.

Estas CMP están dirigidas para ser usadas en la práctica de la higiene industrial como guía o recomendación en el control de riesgos potenciales a la salud. Estas CMP no son una línea demarcatoria entre concentraciones seguras y peligrosas ni índices relativos de toxicidad, y no deberían ser usadas por ninguna persona no entrenada en la disciplina de la higiene industrial.

Se utilizan 3 diferentes tipos de concentraciones máximas permisibles que se definen del siguiente modo:

- Concentración máxima permisible ponderada en el tiempo (CMP): Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal, a la cual la mayoría de los trabajadores puede estar expuesta repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos.
- Concentración máxima permisible para cortos períodos de tiempo (CMP-CPT): Concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo y hasta 15 minutos, sin sufrir efectos adversos siempre que no se produzcan más de 4 de estas situaciones por día y estando separadas como mínimo en 60 minutos, no excediéndose la concentración máxima permisible ponderada en el tiempo.
- Concentración máxima permisible. Valor techo (c): Concentración no sobrepasable en ningún momento.

A continuación, se enumeran los valores de CMO y CMP-CPT de los compuestos involucrados en la producción de Ácido Tereftálico, tanto materias primas, inertizantes y producto final.

VALORES ACEPTADOS								
SUSTANCIA	N° CAS	CMP		CMP - CPT CMP - C		NOTACIONES	PM	EFEITOS CRÍTICOS
		VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD			
Acetato de n-butilo	123-86-4	150	ppm	200	ppm	-	116,16	Irritación
Ácido acético	64-19-7	10	ppm	15	ppm	-	60,00	Irritación
Ácido tereftálico	100-21-0	10	mg/m ³	-	-	-	166,13	Pulmón, aparato urinario
Cobalto, y compuestos inorgánicos, como Co	7440-48-4	0,02	mg/m ³	-	-	A3, BEI	58,93 variable	Asma, pulmón, SCV
Dióxido de carbono	124-38-9	5000	ppm	30000	ppm	-	44,01	Asfixia
Hidrógeno	1333-74-0			Asfixiante simple			1,01	Asfixia
Monóxido de carbono	630-08-0	25	ppm	-	-	BEI	28,01	Anoxia, SCV, SNC, reproducción
Nitrógeno	7727-37-9		Asfixiante simple				14,01	Asfixia
Xileno	1330-20-7; 95-47-6; 108-38-3; 106-42-3 (o-, m-, p- isómeros)	100	ppm	150	ppm	A4, BEI	106,16	Irritación

Tabla 11.2-1: Valores de concentraciones CMP y CMP-CPT de compuestos involucrados en el proceso. Fuente: ANEXO III CORRESPONDIENTE AL ARTICULO 61 DE LA REGLAMENTACION (Anexo sustituido por art. 4° de la Resolución N°295/2003 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social B.O. 21/11/2003)

11.3.2 Medidas de Ingeniería

Como puede verse, existen riesgos asociados con el manejo de algunas materias primas y compuestos involucrados en el proceso.

Transporte y almacenaje de materias primas:

El transporte de mercancías peligrosas solo puede ser realizado por vehículos y equipamientos (como por ejemplo cisternas y contenedores) cuyas características técnicas y estado de conservación garanticen seguridad compatible con los riesgos correspondientes a las mercancías transportadas.

Para un almacenaje adecuado vamos a separar en 4 grupos las materias primas para evitar incompatibilidades químicas.

- LCA: Líquidos Corrosivos Ácidos
- ST: Sólidos tóxicos
- GF: Gas y vapores inflamables

- GO: Gases Comburentes

Estos 4 grupos deben estar almacenados por separados según la hoja de seguridad de cada uno. (Anexo M).

- **p-xileno:** tiene propiedades explosivas (Punto de inflamación 27 °C a 1.013 hPa), y Reacciones fuertes con comburente y Ácidos. Se debe almacenar con los gases inflamables. Categoría GF.
- **Ácido Acético Glacial:** si bien es un líquido inflamable, no se puede almacenar en la categoría de GF, debido que el P-Xileno es incompatible con los ácidos. Por lo tanto, se debe almacenar en la categoría de LCA.
- **Oxígeno:** Gas no inflamable. El oxígeno acelera la combustión. Por lo tanto la estación de suministro de gas debe estar separados de materiales inflamables. Categoría GO.
- **Ácido Bromhídrico:** en disolución acuosa es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosivo. Categoría LCA.
- **n-butyl Acetato:** líquidos y vapores inflamables, incompatibles con agentes oxidantes fuertes, agentes extremadamente reductores y bases fuertes. Categoría GF.
- **Hidrógeno:** Gas extremadamente inflamable. Categoría GF.
- **Acetato de Cobalto:** sólido no combustible, material estable bajo condiciones ambientales normales durante su almacenamiento y manipulación. Posibilidad de reacciones peligrosas con oxígeno. Categoría ST.
- **Acetato de Manganeso:** sólido no combustible, reacciones peligrosas oxígeno, Bases y Ácidos. Categoría ST.

Por lo tanto, se debe almacenar de la siguiente manera:

Sector de almacenamiento			
LCA	ST	GF	GO
Ácido Acético Glacial	Acetato de Cobalto	p - xileno	Oxígeno
Ácido Bromhídrico	Acetato de Manganeso	n-butyl Acetato	
		Hidrógeno	

Tabla 11.3-1: Sector de almacenamiento de Materias Primas. Fuente: Elaboración propia.

Diques de contención:

El propósito fundamental del dique de contención es evitar la contaminación del subsuelo en caso de derrames o que se extienda el producto hacia otras áreas y tener la oportunidad de recuperarlo.

Todos los tanques de almacenamiento verticales y horizontales deben estar limitados por diques de contención, cuya construcción será de concreto, acero o mampostería, impermeabilizados, con recubrimiento resistente al producto químico y capaces de resistir la presión hidrostática ejercida por el líquido que llegarán a contener. El dique no debe tener ningún desagüe ni filtración.

La altura mínima del dique de contención será de 1,20 m y de 1,80 m como máximo sobre el nivel de piso terminado.

La capacidad volumétrica de los diques de contención será como mínimo de 1,20 veces el volumen del tanque de almacenamiento de mayor capacidad dentro de cada dique, más el volumen que ocupen otras construcciones, como son las cimentaciones de los propios tanques.

La distancia mínima del tanque de almacenamiento horizontal a los muros del dique de contención será de 1,0 m o la mitad del diámetro del tanque instalado, y a 4,00 m del edificio más cercano, ubicado dentro de la propiedad, a los límites de propiedad o en relación con otro tanque; y por ningún motivo se permite que los diques de contención hagan la función de muro que limite la propiedad de las instalaciones

Dentro de los diques de contención no deberá existir equipo eléctrico o materiales incompatibles. Asimismo, las válvulas de entrada y salida de productos de los tanques de almacenamiento se deben localizar fuera del dique de contención y ningún material combustible, contenedor o tanque portátil (de aire, extintores, etc.) deberá encontrarse en el interior del dique de contención. Todo tanque de almacenamiento debe tener como mínimo un frente de ataque, es decir, debe estar localizado adecuadamente para permitir el fácil acceso para que en caso de siniestro se faciliten las operaciones de contingencia. Todos los tanques deberán contar con accesos, para lo cual se requerirá la instalación de

plataformas, escaleras, barandales y pasarelas. Para el acceso de equipo portátil para mantenimiento, se deberá contar con rampas o escaleras.

El agua pluvial debe evacuarse del dique de contención por medio de una válvula situada en la parte más baja y por fuera del dique. Debe existir una inclinación uniforme del piso del dique, de por lo menos el 1% de pendiente, la válvula normalmente permanecerá cerrada y debe ser accesible en cualquier circunstancia.



Ilustración 11.3- 1: Dique de contención en terminales de almacenamiento. Fuente: <https://www.vitucci.com.ar/antecedentes.html>

Válvulas PSV (Pressure Safety Valve).

Si bien en las instalaciones se va a contar con lazos de control automático para regular la presión en los quipos, estos pueden que no sea suficiente o presenten alguna falla. Para eso se va a instalar válvulas PSV en los equipos sometido a presión.

Las válvulas PSV, también conocidas como válvulas de seguridad de presión, son dispositivos de seguridad utilizados en sistemas y equipos donde existe la posibilidad de una acumulación peligrosa de presión. Estas válvulas se diseñan para aliviar automáticamente la presión excesiva y proteger el sistema o equipo contra daños o rupturas.

Las válvulas PSV funcionan de la siguiente manera:

Punto de ajuste: La válvula PSV tiene un punto de ajuste de presión preestablecido. Cuando la presión en el sistema o equipo alcanza este punto de ajuste, la válvula se activa.

Alivio de presión: Cuando la válvula PSV se activa, se abre para liberar una cantidad controlada de fluido (gas o líquido) desde el sistema hacia una zona de menor presión. Esto permite que la presión en el sistema disminuya y se mantenga dentro de límites seguros.

Cierre: Una vez que la presión ha sido aliviada y ha vuelto a un nivel seguro, la válvula PSV se cierra para detener el flujo de fluido.

Tipos de válvulas PSV:

- Válvulas de resorte (spring-loaded): Son las más comunes y utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones industriales. Estas válvulas utilizan un resorte para mantener la presión de ajuste y se abren en función de la presión ejercida sobre el resorte.
- Válvulas de peso (weight-loaded): Utilizan un peso ajustable para mantener la presión de ajuste y se abren cuando la presión supera la fuerza ejercida por el peso.
- Válvulas pilotadas (pilot-operated): Estas válvulas utilizan la presión del fluido en el sistema para controlar la apertura y cierre de la válvula principal. Son comúnmente utilizadas en sistemas de alta presión.

La válvula PSV más utilizada en la industria es la válvula de resorte (spring-loaded valve). Estas válvulas son ampliamente utilizadas debido a su simplicidad, confiabilidad y capacidad para controlar y aliviar la presión en una variedad de aplicaciones industriales.

Las válvulas de resorte funcionan mediante la utilización de un resorte que ejerce una fuerza sobre un disco o tapón que cierra la válvula. Cuando la presión en el sistema alcanza el punto de ajuste preestablecido, el resorte se comprime y la válvula se abre para liberar el exceso de presión. Una vez que la presión ha sido aliviada y ha vuelto a un nivel seguro, el resorte vuelve a su posición original y cierra la válvula. Para esto se debe calibrar la válvula. La calibración de una válvula PSV es un proceso crítico para asegurar su correcto funcionamiento y para cumplir con los estándares de seguridad. El proceso de calibración implica determinar el punto exacto de presión en el cual la válvula debe abrirse y empezar a liberar el exceso de presión. Aquí hay algunos aspectos a considerar en relación con la calibración de una válvula PSV:

- La presión de apertura, también conocida como "set pressure" o "presión de tarado", es la presión a la cual se espera que la válvula comience a abrirse y liberar el exceso de presión. Esta presión se determina según los cálculos de ingeniería, regulaciones y estándares aplicables.
- La presión de cierre, o "blowdown", es la diferencia entre la presión de apertura y la presión en la cual la válvula vuelve a cerrarse después de que la presión disminuya. Esto evita que la válvula se abra y cierre repetidamente debido a pequeñas fluctuaciones de presión.

La válvula PSV debe ser ajustada y verificada por personal calificado utilizando equipos y procedimientos adecuados. La calibración se realiza generalmente en un banco de pruebas que simula las condiciones reales de operación.

Es esencial mantener registros detallados de la calibración de cada válvula PSV, incluyendo la presión de apertura, la presión de cierre, la fecha de calibración y los resultados de las pruebas.

La frecuencia de calibración de las válvulas PSV deben ser calibradas regularmente cada 1 o 2 años.

Estas válvulas de resorte son comunes en diversas industrias, como la industria química, petroquímica, de procesamiento de alimentos, energética, farmacéutica y muchas otras.

Se utilizan para proteger tanques de almacenamiento, reactores, intercambiadores de calor, calderas y otros equipos que pueden estar sujetos a aumentos de presión peligrosos.

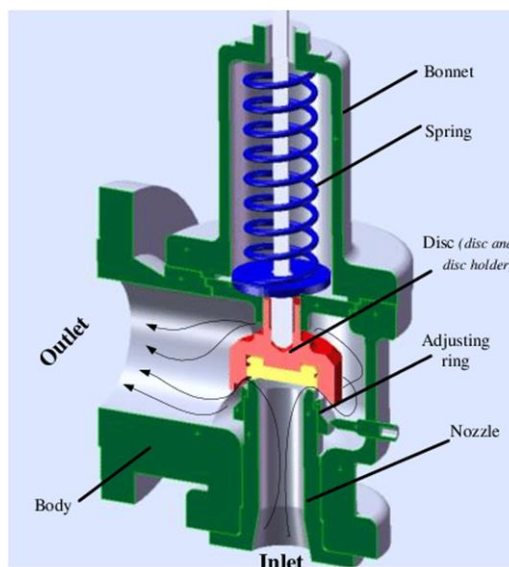


Ilustración 11.3-2: Diagrama de PSV a resorte. Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Spring-loaded-PSV-model-A-spring-loaded-pressure-safety-valve-is-a-conventional-pressure_fig1_267611798

Válvula de vacío

Las válvulas de vacío, también conocidas como válvulas de alivio de vacío o válvulas de rompimiento de vacío, son dispositivos diseñados para proteger tanques, recipientes y sistemas cerrados contra los efectos del vacío excesivo. Estas válvulas permiten que el aire entre al interior del tanque cuando la presión interna cae por debajo de cierto nivel, evitando la formación de un vacío que podría causar deformaciones, implosiones, fugas o problemas operativos. A continuación, se presentan detalles clave sobre las válvulas de vacío:

- Las válvulas de vacío operan en sentido contrario a las válvulas de alivio de presión. En lugar de liberar presión, permiten la entrada de aire para evitar el colapso del recipiente debido al vacío.
- Estas válvulas permanecen cerradas mientras la presión interna es adecuada. Cuando la presión cae por debajo de un umbral seguro debido a una extracción de líquidos, cambio de temperatura u otros factores, la válvula se abre y permite que el aire ambiente ingrese al recipiente.



Ilustración 11.3-3: Válvula de vacío. Fuente: <https://www.inoxpa.mx/productos/valvulas-y-accesorios/valvulas-de-proceso/valvula-presion-vacio#accept>

Antorcha

El propósito de un antorcha es recolectar y transportar gases inflamables que se descargan de varias unidades de proceso en una instalación industrial a un sistema de antorcha para una combustión y eliminación seguras. Las antorchas son típicamente tuberías de gran diámetro que están diseñadas para manejar grandes volúmenes de gas con altos valores caloríficos. El sistema vinculado a la antorcha recolecta gases de múltiples fuentes, como venteos de proceso, válvulas de alivio y sistemas de purga de emergencia, y los transporta a esta, que está diseñada para quemar y eliminar los gases de manera segura.

Una antorcha también sirve como un medio para controlar el flujo y la presión de los gases, asegurando que los gases se suministren al sistema de la antorcha a una velocidad y presión constantes. Esto es importante para mantener la operación segura y eficiente del mismo.

Además, puede incluir varios sistemas de instrumentación y control, como medidores de flujo, sensores de presión y sensores de temperatura, para monitorear el flujo y las propiedades de los gases y proporcionar retroalimentación al sistema de control del proceso. Registrando así los VOCs emitidos por el proceso.

En general, la antorcha desempeña un papel fundamental en la eliminación segura y eficaz de gases inflamables en una instalación industrial, ante los peligros potenciales de las liberaciones incontroladas de gases inflamables.

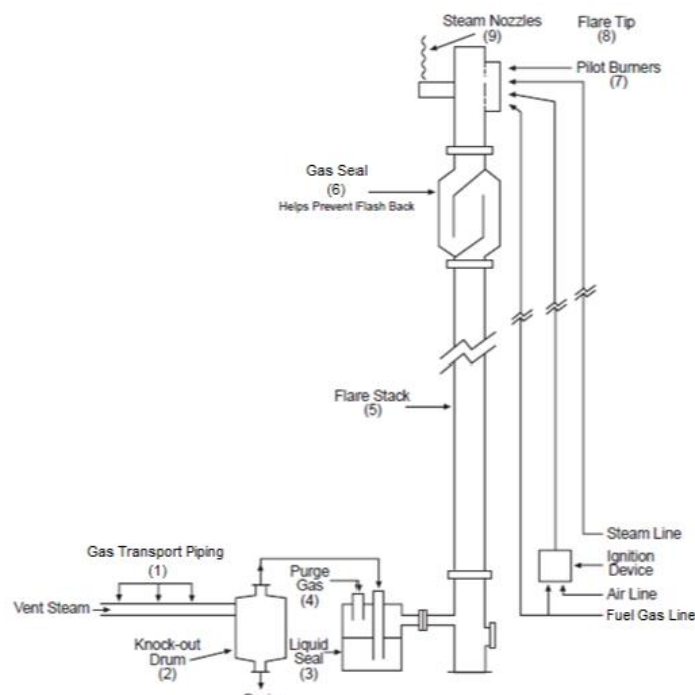


Ilustración 11.3-4: Sistema de antorcha asistido por vapor. Fuente: VOC Controls. Environmental Protection Agency

Colectores de polvos

Los colectores de polvo industriales, también conocidos como sistemas de recolección de polvo, son equipos diseñados para capturar y eliminar partículas sólidas suspendidas en el aire en entornos industriales. El funcionamiento de un colector de polvo industrial se basa en un proceso de captura, filtración y separación de partículas. Aquí se explica el funcionamiento general de estos sistemas:

Captura del Polvo:

El proceso comienza con la captura de las partículas de polvo en el aire. Esto se logra mediante la ubicación estratégica de entradas de aire en las áreas donde se generan las partículas, como descarga y despacho del producto.

Los sistemas de captura van a incluir campanas de extracción, conductos de aspiración y otros dispositivos que capturan el aire contaminado junto con las partículas en suspensión.

Transporte del Aire Contaminado:

Una vez capturado, el aire contaminado junto con las partículas es transportado a través de conductos hacia el colector de polvo.

Filtración y Separación:

El aire contaminado entra en el colector de polvo y pasa a través de un sistema de filtración. Este sistema generalmente será de tipo filtros de manga diseñados para atrapar las partículas sólidas.

Las partículas de polvo más grandes y pesadas se separan del aire debido a la reducción de la velocidad en el sistema de filtración y caen en la parte inferior del colector, formando una capa de residuos llamada "cake" o "torta".

Eliminación de Partículas Capturadas:

Las partículas capturadas se acumulan en el medio filtrante a medida que el sistema opera. Con el tiempo, el nivel de acumulación puede afectar la eficiencia del sistema. Por lo tanto, se debe realizar una limpieza periódica del medio filtrante para mantener el rendimiento del colector.

La limpieza puede realizarse mediante diferentes métodos, como la vibración de las bolsas, la inyección de aire con nitrógeno, o el uso de un sistema de golpeo mecánico para desalojar las partículas atrapadas.

Descarga del Aire Limpio:

Después de pasar por el proceso de filtración y separación, el aire limpio y libre de partículas es expulsado del colector de polvo al ambiente exterior.



Ilustración 11.3-5: Colector de polvo. Fuente: <https://www.airedinamica.com/blog/colectores-polvo-industriales/>

11.3.3 EPP requeridos

En la industria química, se recomienda utilizar los siguiente Equipos de Protección Personal (EPP) para garantizar la seguridad de los trabajadores.

- Ropa de protección: Se deben usar trajes o monos de protección que cubran todo el cuerpo y estén hechos de materiales resistentes a productos químicos. Estos trajes pueden incluir overoles, mamelucos o batas. Además, se pueden utilizar delantales de protección química para proteger áreas específicas del cuerpo.
- Guantes: Los guantes de protección química son esenciales para proteger las manos de los productos químicos agresivos. Se deben seleccionar guantes resistentes a productos químicos específicos y que cumplan con las normativas y recomendaciones de seguridad. Los materiales comunes utilizados son el nitrilo, el neopreno o el caucho butilo.
- Gafas de seguridad: Las gafas de seguridad o las gafas protectoras son necesarias para proteger los ojos de salpicaduras químicas, aerosoles y partículas en suspensión. Las gafas deben ajustarse correctamente y tener lentes resistentes a productos químicos y a impactos. Además, en casos específicos, se pueden requerir gafas de seguridad selladas para proporcionar una protección adicional.
- Máscaras o respiradores: Los respiradores o máscaras de protección se utilizan para proteger las vías respiratorias de los vapores, gases o aerosoles químicos dañinos. La elección del respirador dependerá del tipo de contaminante y su concentración en el ambiente de trabajo. Es importante seguir las directrices y regulaciones específicas para el uso adecuado de los respiradores.
- Calzado de seguridad: Se deben usar zapatos o botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante para proteger los pies de objetos pesados, derrames de productos químicos y otros riesgos asociados. Los materiales resistentes a productos químicos, como el caucho o el poliuretano, son ideales para el calzado de seguridad en la industria química.
- Protección auditiva: En algunos casos, se pueden requerir protectores auditivos, como tapones para los oídos o protectores tipo auriculares, para proteger contra el ruido excesivo en áreas de la planta química donde los niveles de ruido superen los límites seguros.



Ilustración 11.3-3: Elementos de protección personal requeridos. Fuente: <https://iutsi.wordpress.com/equipos-de-proteccion-personal/>

11.4 Matriz de riesgo

Una matriz de riesgo es una herramienta utilizada en la gestión de riesgos para evaluar y visualizar los riesgos asociados a un proyecto, actividad o situación en particular. Consiste en una tabla o matriz que representa la combinación de la probabilidad de que ocurra un riesgo y el impacto que tendría en caso de que ocurra.

La matriz de riesgo proporciona una forma estructurada de identificar y clasificar los riesgos en función de su probabilidad e impacto.

La probabilidad se refiere a la posibilidad de que ocurra un riesgo, mientras que el impacto se refiere a las consecuencias o el grado de daño que podría causar si se materializa.

La matriz se divide en diferentes zonas o celdas, que suelen ser etiquetadas como baja, media y alta en ambos ejes. Cada riesgo identificado se evalúa y se coloca en la celda correspondiente de la matriz en función de su probabilidad e impacto estimados.

La probabilidad se refiere a la frecuencia con que se puede dar un evento adverso y el impacto es la repercusión que tendría este en el rendimiento de la empresa.

Esto permite visualizar de manera rápida y clara los riesgos más significativos, aquellos que tienen una alta probabilidad de ocurrencia y un alto impacto en caso de que sucedan.

La matriz de riesgo es una herramienta útil para priorizar los riesgos y tomar decisiones informadas sobre cómo gestionarlos. Ayuda a focalizar los esfuerzos en los riesgos más críticos y a desarrollar estrategias adecuadas de mitigación, prevención o respuesta a cada riesgo identificado.

En nuestro caso vamos a clasificar el riesgo en 4 categorías:

1. **Riesgo Alto:** requiere una atención inmediata y un protocolo riguroso de prevención.
2. **Riesgo Tolerable:** es un riesgo latente que requiere considerable atención.
3. **Riesgo Aceptable:** señala un parámetro más equilibrado que debe tomarse en consideración, aunque en menor medida.
4. **Riesgo Bajo:** este no significa un inconveniente mayor para el desarrollo del proyecto.

Alto
Tolerable
Aceptable
Bajo

Probabilidad	Impacto				
	Mínimo	Moderado	Serio	Elevado	Grave
Frecuente	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Alto	Alto
Recurrente	Bajo	Aceptable	Tolerable	Alto	Alto
Posible	Bajo	Aceptable	Aceptable	Tolerable	Alto
Inusual	Bajo	Bajo	Aceptable	Tolerable	Alto
Remota	Bajo	Bajo	Bajo	Aceptable	Tolerable

Tabla 11.4-1: Escala de probabilidad e impacto de un evento. Fuente: Elaboración propia.

Evento	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo
Fuga de productos químicos	Posible	Moderado	Aceptable
Incendios y explosión	Remota	Grave	Tolerable
Liberación de sustancia peligrosas al ambiente	Recurrente	Serio	Tolerable
Falla catastrófica para equipos sometidos a presión	Remota	Grave	Tolerable
Quemaduras por alta temperatura	Remota	Elevado	Aceptable
Reacciones químicas incontroladas	Remota	Elevado	Aceptable
Riesgo por exposición a sustancias químicas	Inusual	Serio	Aceptable
Accidentes laborales	Posible	Moderado	Aceptable
Accidente por transporte de carga	Posible	Serio	Aceptable
Almacenamiento inadecuado	Inusual	Moderado	Bajo
Explosión por polvos	Posible	Grave	Alto
Corrosión en estructura de soporte	Remota	Serio	Bajo
Falla en los sistemas de control	Remota	Serio	Bajo
Error humano	Inusual	Moderado	Bajo

Tabla 11.4-2: Matriz de riesgo por la operación del proceso. Fuente: Elaboración propia.

Ante los eventos antes mencionados, se tiene en primer instancia los siguientes métodos de prevención, control y mitigación.

- En caso de fugas o pérdidas de productos químicos, se debe tener en cuenta la construcción de diques de contención y un diseño seguro del sistema de drenajes de la planta.
- Incendio y explosión, contar en la planta con hidrantes y brigada de emergencia adecuados.
- Liberación de sustancias peligrosas al ambiente: CO, Ácido Acético, H₂ y HBr. Para los primeros gases / vapores se utiliza la antorcha para quemarlos y en caso del HBr sistema de filtro específicos para retener el ácido.
- Para efluentes líquidos contamos con una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Para los equipos sometidos a presión se diseñaron en base al manual *Manual de Recipientes a Presión Megyesy* y normativa vigente.
- Quemaduras por alta temperatura, las instalaciones constarán con aislamiento térmico adecuado. En la industria química, uno de los materiales de aislamiento térmico más comunes y ampliamente utilizados es la fibra de vidrio. La fibra de vidrio es apreciada por su capacidad para resistir altas temperaturas, su durabilidad y su resistencia a la

corrosión química. Además, tiene una buena capacidad de aislamiento térmico y es relativamente económica.

- Reacciones químicas incontroladas, al tener reacciones químicas exotérmicas como la hidrogenación, es necesario contar con un buen sistema de refrigeración del reactor.
- Riesgo por exposición a sustancias químicas, es fundamental que los operadores cuenten con los EPP (Elementos de protección personal) al estar en contacto con los productos químicos y en la parte del laboratorio uso adecuado de campanas de extracción.
- Accidentes laborales, es necesario que antes de realizar una tarea el personal involucrado tenga los EPP, capacitación, supervisión y utilice las herramientas de previsión de error.
- Accidente por transporte de carga, Trabajar únicamente con transportistas confiables y con experiencia en el transporte de productos químicos. Proporcionar capacitación adecuada a los conductores y operadores de carga sobre los riesgos asociados con los productos químicos transportados, así como las prácticas de manejo seguro. Verifica que los vehículos estén en buenas condiciones, con los sistemas de frenado, iluminación, neumáticos y dirección funcionando correctamente. Asegúrate de que los productos químicos estén debidamente embalados y etiquetados de acuerdo con las regulaciones aplicables. Establecer procedimientos de carga y descarga seguros. Establece una comunicación efectiva y una coordinación adecuada entre los conductores, los encargados de la planta y otros involucrados en el transporte de carga.
- Explosión por polvos, debido a una etapa de proceso es muy probable que se forme una atmósfera explosiva en la salida del secador rotatorio, para evitarlo se utiliza filtros mecánicos HEPA que retiene el particulado y una corriente de N_2 para inertizar.

11.5 Manejo de la emergencia

El manejo de emergencias es fundamental para garantizar la seguridad y la protección de las personas, los activos y el medio ambiente en caso de situaciones de emergencia, como incendios, derrames químicos, fugas, explosiones u otros eventos imprevistos. Aquí las pautas generales implementadas para el manejo de emergencias en nuestra planta:

- **Plan de emergencia:** Establecer un plan de emergencia detallado que aborde diferentes escenarios de emergencia y establezca los procedimientos de respuesta correspondientes. El plan debe incluir la identificación de los posibles riesgos, las rutas de evacuación, los puntos de reunión seguros, los procedimientos de notificación interna y externa, y las responsabilidades y roles de las personas involucradas.
- **Equipo de respuesta de emergencia:** Forma un equipo de respuesta de emergencia capacitado y entrenado que esté preparado para actuar rápidamente en caso de una situación de emergencia. Este equipo debe incluir personal designado y entrenado para asumir roles específicos, como líder de emergencia, coordinador de comunicaciones, líder de evacuación y primeros auxilios.
- **Comunicación y notificación:** Establece un sistema de comunicación claro y eficiente para notificar rápidamente a todo el personal sobre la situación de emergencia, las acciones a seguir y las actualizaciones relevantes. También es importante establecer canales de comunicación con los servicios de emergencia externos, como bomberos, servicios médicos y agencias reguladoras.
- **Entrenamiento y simulacros:** Proporciona capacitación regular a todo el personal sobre los procedimientos de emergencia y realiza simulacros de emergencia periódicos para practicar la respuesta en situaciones reales. Estos simulacros ayudarán a evaluar la efectividad del plan de emergencia, identificar áreas de mejora y familiarizar al personal con los procedimientos y las rutas de evacuación.
- **Control y mitigación de incidentes:** Toma medidas para controlar y mitigar la emergencia en curso. Esto puede incluir el uso de sistemas de extinción de incendios, equipos de contención de derrames, evacuación de áreas afectadas, cierre de válvulas o interruptores de energía, y aplicación de medidas de control de riesgos adicionales.
- **Evaluación y revisión:** Realiza una evaluación exhaustiva de cada incidente de emergencia para identificar las causas raíz, analizar la respuesta y aprender lecciones importantes. Utiliza esta información para revisar y actualizar el plan de emergencia, así como para implementar medidas preventivas adicionales para evitar futuros incidentes.
- **Coordinación con autoridades externas:** Mantén una buena relación con las autoridades locales y los servicios de emergencia externos. Comunicarse con ellos de manera regular y coordinar ejercicios conjuntos, intercambios de información y capacitación para mejorar la respuesta a emergencias en la comunidad circundante.

Con estas pautas cumplimos con las normativas aplicable en Buenos Aires, Resolución OPDS N° 253/2019, que establece los lineamientos para la elaboración, implementación y evaluación de los planes de emergencia en establecimientos industriales.

11.5.1 Seguridad contra incendios

La seguridad contra incendios es fundamental en cualquier entorno, especialmente en la industria química donde hay materiales inflamables y peligrosos.

A continuación, se mencionan medidas adoptadas en nuestra empresa:

- 1. Plan de emergencia contra incendios:** Desarrollar un plan de emergencia detallado que incluya procedimientos claros y específicos para prevenir, detectar, controlar y extinguir incendios en la planta química. Este plan debe ser comunicado a todo el personal y debe incluir rutas de evacuación, puntos de reunión, designación de responsabilidades y contacto con los servicios de emergencia.
- 2. Sistemas de detección de incendios:** Instalar sistemas de detección de incendios, como detectores de humo, detectores de calor y sistemas de alarma, en áreas clave de la planta química. Estos sistemas pueden alertar rápidamente al personal sobre la presencia de un incendio y permitir una respuesta inmediata.

Existen diferentes tipos de sistemas de detección de incendios, que pueden incluir una combinación de varios componentes para garantizar una detección confiable y precisa. Algunos de los componentes comunes de estos sistemas son:

- Detectores de humo: Son dispositivos que detectan la presencia de partículas de humo en el aire. Pueden utilizar diferentes tecnologías, como la detección de partículas, la detección de luz dispersada o la detección de temperatura.
- Detectores de calor: Estos detectores monitorizan el aumento de temperatura en un área determinada. Pueden utilizar sensores de temperatura fija o sensores termovelocimétricos que miden el aumento de temperatura en un período de tiempo determinado.
- Detectores de llama: Estos detectores responden a las señales ópticas emitidas por las llamas. Pueden utilizar sensores que detectan la radiación infrarroja, ultravioleta o de espectro visible generada por el fuego.

- Centrales de control: Son el cerebro del sistema de detección de incendios. Reciben y procesan las señales de los detectores y activan las alarmas correspondientes. También pueden estar conectadas a sistemas de notificación externos, como servicios de emergencia o sistemas de comunicación internos.
 - Alarmas: Una vez que se detecta un incendio, se activan las alarmas audibles y visuales para alertar a las personas en el edificio sobre la emergencia. Estas alarmas pueden ser sirenas, luces estroboscópicas o mensajes de voz grabados.
3. **Sistemas de extinción de incendios**: Implementar sistemas de extinción de incendios adecuados para la industria química, como sistemas de rociadores automáticos, extintores de incendios, sistemas de supresión de agentes químicos y sistemas de espuma.

Para el Acetato de n-butil, Ácido Acético glacial, Ácido Acético, Ácido Tereftálico y p-xileno la MSDS recomienda:

- Utilizar: agua pulverizada, polvo extinguidor seco, polvo BC, dióxido de carbono (CO_2), espuma resistente al alcohol.
- Medios de extinción no apropiados: chorro de agua

Para Acetato de Cobalto y Acetato de Manganeso: agua pulverizada, polvo extinguidor seco y polvo ABC.

Los métodos de extinción de incendios a implementar en nuestra planta química serán:

Matafuegos manuales que contienen agentes extintores, como polvo químico seco ABC, agua, espuma o dióxido de carbono (CO_2). El extintor de agua se utiliza para materiales combustibles sólidos como madera, papel, tela y plástico. No se deben utilizar en incendios que involucren líquidos inflamables o equipos eléctricos. Por lo tanto estos serán distribuidos en edificio en oficinas.

Extintor de polvo químico seco. estos extintores contienen un polvo químico, como bicarbonato de sodio o bicarbonato de potasio, que actúa sofocando el fuego y eliminando el oxígeno. Son adecuados para apagar fuegos de líquidos inflamables, gases y materiales sólidos. Estos serán distribuidos por planta, almacenamiento, laboratorio y taller mecánicos.

Extintor de dióxido de carbono (CO₂): Este tipo de extintor utiliza dióxido de carbono en estado gaseoso para extinguir el fuego. El CO₂ elimina el oxígeno y enfría la fuente de calor. Son eficaces para apagar incendios de clase B y C, como los que involucran líquidos inflamables y equipos eléctricos. Estos serán distribuidos en sala de control.



Ilustración 11.4-1: Principales tipos de extintores, usos y codificación. Fuente: <https://atpextintores.com.mx/wp-content/uploads/2019/12/clasificacin-de-extintores-segn-el-tipo-de-fuego-que-combaten.jpg>

Sistemas de rociadores automáticos: También conocidos como sistemas de rociadores de agua, estos sistemas consisten en una red de tuberías conectadas a una fuente de agua y están equipados con rociadores que se activan automáticamente cuando detectan calor o fuego. Los rociadores descargan agua sobre el área afectada para controlar y extinguir el incendio. Se instalarán en componentes claves de la planta para garantizar la seguridad del personal.

Sistemas de espuma: Los sistemas de espuma generan y descargan una capa de espuma sobre el fuego, lo que ayuda a sofocar las llamas y prevenir su propagación. Estos sistemas se utilizan en áreas donde hay líquidos inflamables. Los sistemas de espuma utilizan una mezcla de agua y un concentrado de espuma de baja expansión para extinguir incendios en edificios. La bomba contra incendios distribuye el agua y la mezcla de espuma a través del sistema de tuberías y descarga el spray de espuma a través de los rociadores de espuma. Los sistemas de espuma están conectados a un suministro de agua a través de una válvula que se abre mediante el funcionamiento de un sistema de detección de humo o calor.

La espuma se inyecta en la tubería, después de la bomba contra incendios, desde un tanque de espuma en la cámara para permitir que se mezcle con el agua.

Sistema de hidrantes: Consiste en una red de tuberías de agua conectadas a hidrantes, que son puntos de conexión para la descarga de agua en caso de incendio. Los hidrantes proporcionan un suministro de agua accesible y de alta presión para los bomberos y otros equipos de respuesta ante incendios. A continuación, se describen los elementos clave de un sistema de hidrantes. Se denomina hidrante a las tomas de agua ubicadas en puntos estratégicos a lo largo de una red de tuberías. Los hidrantes se diseñan para ser visibles y accesibles, generalmente se encuentran en postes de color rojo con válvulas y conexiones para las mangueras de los bomberos. El sistema de hidrantes incluye una red de tuberías interconectadas que transporta el agua desde la fuente de suministro, como una red de distribución de agua municipal o un tanque de almacenamiento, hasta los hidrantes. Estas tuberías se instalan en el subsuelo y su tamaño y capacidad se dimensionan de acuerdo con la demanda de agua necesaria en caso de un incendio.

Demanda de agua: Según las normas NFPA (National Fire Protection Association) proponen un caudal mínimo de agua de extinción de 4 – 20 litros/min/m² (expresado por m² del área de la superficie proyectada) y la red de agua deberá tener varias tomas para incendios que aseguren de forma inmediata y continua el caudal de agua requerido durante una hora. Para nuestros cálculos se va a considerar la zona de producción como área proyectada debido a las condiciones operativas de materiales inflamables a altas temperaturas y presión.

$$\text{Área: } 4040 \text{ m}^2$$

$$\text{Tiempo: } 60 \text{ minutos}$$

$$\text{Flujo medio: } 10 \frac{l}{\text{min. m}^2}$$

$$V_{\text{agua red de incendio}} = 10 \frac{l}{\text{min. m}^2} 60 \text{ min } 4040 \text{ m}^2 = 2424 \text{ m}^3$$

Es decir, será necesario dos reservorios de agua de 1300 m³ de cada uno, con un caudal total de: 2424 m³/h o 8886 GPM y presión de 10 Bar (los monitores e hidrantes requieren unas presiones de operación del orden de 8 a 10 bar).

Teniendo en cuenta estos datos se elige la bomba split case. Una bomba para incendios de tipo "split case" es un tipo de bomba centrífuga utilizada específicamente para sistemas de protección contra incendios. Se le llama "split case" (en inglés, "partida en carcasa") porque su carcasa está dividida en dos secciones.

Estas bombas son comúnmente utilizadas en sistemas de rociadores contra incendios, sistemas de supresión de incendios y sistemas de abastecimiento de agua para bomberos. Proporcionan un flujo constante y confiable de agua para controlar y extinguir incendios de manera efectiva.

Estas bombas están diseñadas para operar con presiones de 2.75 bar hasta 27 bar y caudales desde 150 a 5000 GPM (568 a 18927 l/min). Por lo tanto, es necesario contar con dos bombas para alcanzar los 8886 GPM. En nuestra instalación se contarán con 3 bombas, dos operativas y una de backup.

Como rutina se debe tener las siguientes tareas con el objetivo de asegurar la correcta respuesta del sistema ante un evento de incendio.

Mantenimiento y prueba: Los sistemas de hidrantes requieren mantenimiento regular y pruebas para garantizar su funcionamiento adecuado. Esto incluye inspecciones visuales, pruebas de presión, lubricación de las válvulas y reparación de cualquier componente defectuoso. Además, es esencial mantener las áreas alrededor de los hidrantes libres de obstáculos para un acceso rápido y seguro en caso de emergencia.

Almacenamiento seguro de materiales: Almacena los materiales químicos inflamables y peligrosos de acuerdo con las normativas y regulaciones aplicables. Utiliza armarios o áreas designadas para el almacenamiento, asegurando que estén adecuadamente ventilados, etiquetados y separados de otros materiales incompatibles. Mantener los pasillos y áreas de almacenamiento libres de obstrucciones.

Control de fuentes de ignición: Minimiza las fuentes de ignición en la planta. Esto incluye mantener un control adecuado sobre el uso de llamas abiertas, equipos eléctricos adecuadamente protegidos y a prueba de explosiones, y evitar el uso de herramientas y equipos que puedan generar chispas o calor.

Capacitación y entrenamiento: Proporciona capacitación regular a todo el personal sobre las prácticas de seguridad contra incendios, incluyendo el uso correcto de equipos de extinción, la identificación de riesgos y los procedimientos de evacuación. También es importante realizar simulacros de incendio periódicos para practicar las acciones de emergencia y evaluar la eficacia del plan de emergencia.

Mantenimiento preventivo: Realiza un mantenimiento regular de los sistemas de detección y extinción de incendios, así como de los equipos y sistemas eléctricos en la planta. Esto incluye inspecciones periódicas, pruebas de funcionamiento y reemplazo o reparación de cualquier equipo defectuoso o desgastado.

11.6 Normas

Existen varias normas internacionales aplicables a la industria química que establecen estándares de seguridad y buenas prácticas. Algunas de las normas más relevantes son:

- **Normas ISO (Organización Internacional de Normalización):**

ISO 45001: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental.

ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad.

ISO 31000: Gestión de riesgos.

- **Normas NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios):**

NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.

NFPA 45: Código de Laboratorios de Investigación y Educación.

NFPA 70: Código Eléctrico Nacional (NEC).

- **Normas OSHA (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional):**

OSHA 1910.119: Norma de Procesos Peligrosos (Estados Unidos).

OSHA 1910.120: Norma de Respuesta a Emergencias (Estados Unidos).

- **Normas IECEx (Esquema de Certificación para Equipos de Exposición a Explosiones):**

Establece los requisitos para la certificación de equipos utilizados en atmósferas explosivas.

- **Normas GHS (Sistema Globalmente Armonizado):**

Establece un sistema de clasificación y etiquetado de productos químicos a nivel mundial, proporcionando información sobre los peligros asociados y medidas de seguridad. Los pictogramas se muestran a continuación, con la correspondiente clasificación al riesgo asociado a la sustancia. Todo contenedor de un producto debe tener la completa señalización según establece el etiquetado el SGA. Palabra de aviso; Símbolos; Nombre del producto; Indicación de Riesgo; Indicaciones de precaución e Información del proveedor

RIESGO QUÍMICO FÍSICO	RIESGO PARA SALUD	RIESGO AMBIENTAL
Explosivo Explosivos, autoreactivos, peróxidos orgánicos	Corrosivo Corrosión cutánea; serio daño ocular	Ambiental Toxicidad acuática
Inflamable Gases, líquidos y sólidos inflamables, autoreactivos, pirofóricos, calentamiento espontáneo	Toxicidad severa Toxicidad aguda (severa)	
Oxidante Gases, líquidos y sólidos oxidantes	Toxicidad aguda Irritante, sensibilizador dermal, toxicidad aguda (dañina)	
Presión de gas Gases comprimidos	Peligro para la salud Cancerígenos, sensibilizadores respiratorios, toxicidad reproductiva, órgano blanco, mutágenos de células germinales	
Corrosivo Corrosivo para metales		

Ilustración 11.5-1: Pictogramas establecidos por el SGA. Fuente: Google.

11.7 Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

En vista de los riesgos descriptos a lo largo de este capítulo, es evidente la necesidad de la implementación de un sistema de gestión de seguridad, tal como dicta la normativa vigente, ISO 14000 e ISO 45000. La gestión de seguridad implica una serie de acciones y prácticas que se llevan a cabo de manera sistemática y proactiva. Algunas de las principales áreas de enfoque en la gestión de seguridad incluyen:

Identificación de riesgos: Se realiza una evaluación exhaustiva de los riesgos presentes en el lugar de trabajo, considerando tanto los riesgos físicos como los riesgos de procesos o productos químicos. Esto implica identificar los posibles peligros y las situaciones o condiciones que podrían provocar accidentes o lesiones.



Ilustración 11.7-1: Señalización de seguridad. Fuente: <https://www.seguridadencarteles.com.ar/>

Evaluación de riesgos: Se analiza la magnitud y probabilidad de los riesgos identificados para determinar su nivel de riesgo. Esto implica considerar factores como la gravedad de las consecuencias, la exposición potencial y la frecuencia esperada de ocurrencia.

Implementación de controles: Se desarrollan e implementan medidas de control adecuadas para minimizar o eliminar los riesgos identificados. Esto puede incluir la implementación de medidas de ingeniería, como sistemas de ventilación, barreras de seguridad y equipos de protección personal, así como la implementación de procedimientos de trabajo seguros y la capacitación adecuada del personal.

Monitoreo y seguimiento: Se lleva a cabo un monitoreo continuo de los controles implementados para asegurarse de que se estén aplicando de manera efectiva y que sigan siendo relevantes y adecuados. También se realizan inspecciones regulares, revisiones de

seguridad y análisis de incidentes para identificar áreas de mejora y corregir posibles deficiencias.

Capacitación y concientización: Se proporciona capacitación y concientización adecuadas a todos los empleados sobre los riesgos existentes, los procedimientos de seguridad, el uso correcto de equipos de protección personal y cualquier otro aspecto relevante para la seguridad en el trabajo. Esto ayuda a promover una cultura de seguridad en toda la organización.

Mejora continua: Se fomenta la mejora continua en la gestión de seguridad a través de la revisión regular de los procesos, la recopilación y análisis de datos de seguridad, la retroalimentación de los empleados y la implementación de acciones correctivas y preventivas.

La gestión de seguridad es un enfoque integral que abarca todos los aspectos relacionados con la seguridad en el trabajo, desde la identificación de riesgos hasta la implementación de medidas de control y la mejora continua. Es un elemento fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y proteger la salud y el bienestar de los empleados.