



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL
FACULTAD
REGIONAL
DELTA

PROCESO PRODUCTIVO DE FOSFATO DIAMÓNICO

SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

Antúñez Rosell, Candela
Guerra, Maya
Magalú, Iara Belén
Pelloli, María del Pilar



Índice

11.1 Normativa	3
11.2 Construcción de la planta industrial	4
11.3 Operación de la planta industrial.....	6
11.3.1 Permisos de trabajo	8
11.3.2 Características de las sustancias químicas asociadas al proceso productivo	10
11.3.3 Medidas de ingeniería para la seguridad de procesos	10
11.3.3.1 Cuellos de cisne en tanques de ácido	11
11.3.3.2 Diques de contención	11
11.3.3.3 Filtro de partículas	12
11.3.3.4 Pressure Safety Valve (PSV)	13
11.3.3.5 Transporte, almacenamiento y manipulación de materias primas	14
11.3.3.6 Ciclón para partículas finas de producto	15
11.3.3.7 Sensores de concentración de amoníaco a la salida del Scrubber SC-01	16
11.3.3.7 Medidas de seguridad en zona de envasado de producto terminado	16
11.3.4 Elementos de Protección Personal (EPP)	16
11.4 Matriz de Riesgo	17
11.5 Respuesta a la emergencia	19
11.5.1 Seguridad contra incendios.....	20
11.5.2 Emisión de amoníaco	22
11.5.3 Derrame de ácido fosfórico	22
11.6 Normas.....	23
11.6.1 Normas ISO (Organización Internacional de Estandarización)	23
11.6.2 GHS (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos)	23
11.6.3 Normas NFPA (National Fire Protection Association).....	24
11.7 Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.....	24

Seguridad y Salud Ocupacional

La seguridad y salud ocupacional se centra en garantizar el bienestar integral de los trabajadores, abarcando lo que respecta a su salud física, mental y social. Este enfoque permite prevenir accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como también promover condiciones de trabajo seguras y saludables.

Según la **Organización Mundial de la Salud**: *“La Salud Ocupacional es una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los/as trabajadores/as mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. Además, procura generar y promover el trabajo seguro y sano, así como buenos ambientes y organizaciones de trabajo realzando el bienestar físico, mental y social de los/as trabajadores/as y respaldar el perfeccionamiento y el mantenimiento de su capacidad de trabajo. A la vez que busca habilitar a los/as trabajadores/as para que lleven vidas social y económicamente productivas y contribuyan efectivamente al desarrollo sostenible, la salud ocupacional permite su enriquecimiento humano y profesional en el trabajo”.*

Para ello, se llevan a cabo las siguientes acciones:

- Identificación y evaluación de riesgos para identificar los peligros potenciales en el ambiente de trabajo, como productos químicos peligrosos, maquinaria sin protección, condiciones de trabajo extremas, etc. Esta evaluación ayuda a determinar qué medidas preventivas son necesarias.
- Implementación y aplicación de medidas preventivas y de control para reducir o eliminar riesgos laborales y prevenir accidentes en el ámbito laboral. Esto incluye: capacitación adecuada en seguridad para los trabajadores, implementación de procedimientos seguros de trabajo, instalación de barreras físicas o protecciones en maquinaria, señalización clara de áreas de peligro, modificación de equipos o procesos de trabajo para que sean más seguros, implementación de sistemas de ventilación adecuados para reducir la exposición a sustancias peligrosas, y la introducción de medidas ergonómicas para prevenir lesiones musculoesqueléticas.
- Promover la salud física y mental de los trabajadores. Esto puede incluir programas de bienestar en el lugar de trabajo, exámenes médicos periódicos para detectar posibles problemas de salud relacionados con el trabajo, y la promoción de estilos de vida saludables.
- Asegurar el cumplimiento de las leyes y regulaciones relacionadas con la salud y seguridad ocupacional. Esto puede implicar la realización de inspecciones regulares por parte de las autoridades competentes, la investigación de accidentes laborales para prevenir su repetición, y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento de las normativas.

La seguridad y salud ocupacional en el trabajo ofrece beneficios tanto para los trabajadores como para las organizaciones. Primero, protege la vida y la salud de los trabajadores al reducir la probabilidad de lesiones, enfermedades y muertes laborales, lo que promueve un entorno laboral seguro, saludable y positivo, aumentando así la satisfacción y la moral de los empleados. Adicionalmente, reduce los costos asociados con accidentes y enfermedades laborales.

Además, fomenta la productividad al disminuir el ausentismo por lesiones y enfermedades, lo que se traduce en una mayor eficiencia laboral. Asimismo, una cultura firme en seguridad y salud ocupacional

puede elevar la reputación de la empresa, tanto entre los empleados como en la comunidad y el mercado en general.

11.1 Normativa

En Argentina, se establecen las siguientes normativas para regular la seguridad y salud ocupacional:

Ley 19.587 “Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo”

Esta ley establece las normas básicas de seguridad e higiene en el trabajo en Argentina. Fue promulgada en 1972 y establece las responsabilidades del empleador, los trabajadores y el Estado en materia de prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales. La Ley 19.587 en Argentina ha dado lugar a varios decretos que la complementan y reglamentan:

- **Decreto 351/79:** Reglamenta la Ley 19.587 y establece las condiciones mínimas que deben cumplirse para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.
- **Decreto 1338/96:** Establece los requisitos para la habilitación de los servicios de medicina del trabajo, que son responsables de la vigilancia de la salud de los trabajadores.

Ley 24.557 “Ley sobre Riesgos del Trabajo”

Esta ley establece el sistema de riesgos del trabajo en Argentina, que incluye la prevención de accidentes y enfermedades laborales, la cobertura de los trabajadores en caso de accidente y la responsabilidad empresarial en materia de seguridad laboral.

- **Decreto 658/96:** Aprueba el Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6°, inciso 2, de la Ley N° 24.557.

Ley 26.773

Esta ley fue promulgada en 2012 y establece el régimen de ordenamiento de la reparación de los daños derivados de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Resolución SRT N° 299/11 “Provisión de elementos de protección personal”

Procura la provisión de elementos de protección personal confiables a los trabajadores. La Resolución 299/11 determina que los elementos de protección personal suministrados por los empleadores a los trabajadores deberán contar con la certificación emitida por aquellos Organismos que hayan sido reconocidos para la emisión de certificaciones de producto, por marca de conformidad o lote.

Resolución SRT N° 295/03

Especificaciones técnicas sobre ergonomía y levantamiento manual de cargas, y sobre radiaciones. Esta resolución establece los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo para las diferentes actividades laborales. Esta resolución es de suma importancia, ya que tiene como objetivo principal proteger la integridad física y mental de los trabajadores en sus lugares de trabajo.

Decreto 831/93

Tiene como objetivo reglamentar la Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24.051, estableciendo las pautas y procedimientos para la correcta gestión, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos en el país. En el caso de la producción de Fosfato Diamónico se debe monitorear y controlar las emisiones gaseosas a la atmósfera en lo que respecta a niveles de amoníaco. Según la Tabla 10 de Niveles Guía de Calidad del Aire Ambiental:

Constituyente Peligroso	#CAS	Concentración [mg/m ³]	Período de promedio [min.]
Amoníaco	7664-41-7	1,5	30

Tabla 1: Tabla 10 del Decreto 831/93 – Niveles Guía de Calidad del Aire Ambiental.

11.2 Construcción de la planta industrial

Durante la construcción de la planta productiva se pueden presentar numerosos riesgos que pueden afectar la seguridad y la salud de los trabajadores involucrados. Los riesgos que se dan de manera más frecuente en una obra de construcción son los siguientes:

Riesgos asociados a la seguridad en el trabajo

- **Caídas al mismo nivel:** Son aquellas que se producen en el mismo nivel en el que se encuentra la persona. Es decir, que se trata de las caídas producidas en lugares de paso o superficies de trabajo, así como las caídas sobre o contra objetos. Entre los factores que pueden contribuir a las caídas al mismo nivel podemos encontrar el estado de los pisos, presencia de objetos y materiales, orden y limpieza, nivel de iluminación, entre otros. Para prevenir este tipo de accidentes, es fundamental concientizar al personal de los riesgos derivados de la superficie de tránsito y de trabajo, delimitar en forma visible los pasillos y zonas de circulación peatonal y vehicular dentro del predio, asegurar orden y limpieza de las superficies de tránsito para caminar y trabajar, proveer una iluminación adecuada en las vías de circulación y puestos de trabajo, proveer al personal de indumentaria y calzado adecuados para realizar el trabajo (por ejemplo, calzado de seguridad con puntera reforzada en la manipulación de materiales, botas impermeables en espacios inundados, etc.).
- **Caídas a distinto nivel:** Se produce cuando una persona pierde el equilibrio, existiendo una diferencia de altura entre dos puntos, considerando como punto de partida el plano horizontal de referencia donde se encuentra el individuo. Puede ocurrir al realizar trabajos en techados, cubiertas, andamios, plataformas elevadoras, zanjas u otros lugares elevados. Para prevenir este tipo de accidentes, es vital proporcionar y hacer uso de aquellas medidas de protección contra caídas, como barandillas de protección, redes de seguridad y arneses de protección. Estos elementos de seguridad deben ser instalados correctamente, cumpliendo con la normativa vigente y se les deben realizar los mantenimientos correspondientes para asegurar que se encuentran en estado óptimo para su uso. Además de brindar a los empleados los elementos de protección personal (EPP) adecuados, es importante capacitar al personal para ejecutar trabajos en altura de manera segura.
- **Caída de objetos:** En obras en construcción siempre existe el riesgo de que objetos diversos que no se están manipulando caigan o se desprendan de alturas elevadas, pudiendo causar lesiones graves o mortales a los trabajadores. Para mitigar este riesgo, es importante utilizar redes de seguridad o barreras físicas en las áreas donde se realizarán trabajos de carga y descarga de material, como así también trabajos que impliquen cargas suspendidas. Además, los trabajadores deben utilizar cascos de seguridad y demás EPP necesarios para minimizar o prevenir consecuencias de posibles impactos. También es fundamental mantener el orden y limpieza del área de trabajo, almacenando de manera correcta los materiales y elementos a utilizar.
- **Golpes y atrapamiento por o entre objetos:** Se produce cuando una persona o una parte de su cuerpo queda atrapado por el mecanismo móvil de una máquina, equipo, herramienta o entre objetos, así como también ser golpeado por objetos en movimiento, maquinaria o estructuras. Se debe proveer a los trabajadores de los Elementos de Protección Personal (EPP) que correspondan, de acuerdo con el riesgo al que este se encuentra expuesto. Además, es importante concientizar al personal sobre el procedimiento de trabajo seguro para el uso de máquinas, equipos y herramientas y controlar que las mismas cuenten con un dispositivo de seguridad o resguardos en sus transmisiones, ejes y mecanismos móviles.
- **Proyección de partículas:** Se pueden presentar lesiones de gravedad a causa de piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas durante el uso de herramientas

tipo radial, sierra circular o durante las operaciones de corte y soldadura. Para minimizar estos accidentes es de vital importancia el uso de los EPP como cascos, protección ocular (lentes de seguridad o máscara de soldar), guantes térmicos y delantales. También es importante garantizar que el área de trabajo se encuentre bien ventilada y utilizar pantallas o barreras de protección entre el trabajador y la pieza o herramienta a utilizar para detener posibles proyecciones.

- **Atropellos** por circulación de vehículos. Para prevenir este tipo de accidentes es esencial proveer a los trabajadores de indumentaria reflectiva y delimitar correctamente las sendas peatonales para la circulación.
- **Riesgo de incendio y explosión** debido a la presencia de materiales inflamables, instalaciones eléctricas defectuosas o deterioradas por falta de mantenimiento, o prácticas de trabajo inseguras. Se deben establecer las áreas destinadas al almacenamiento seguro de materiales inflamables, abastecer las áreas de trabajo con extintores de incendio adecuados y capacitar a los trabajadores para su correcta manipulación. Es importante garantizar el mantenimiento y recarga de los extintores de incendio, como así también inspeccionar regularmente las instalaciones y equipos eléctricos para identificar posibles fallas que puedan provocar incendios.
- **Riesgo eléctrico:** Es el riesgo originado por el contacto, directo o indirecto, con la corriente eléctrica, por cables en mal estado como indirecto por un mal aislamiento o mantenimiento del equipo. Los daños pueden ser tanto de índole personal/físico como materiales y/o interrupciones de los procesos. La gravedad de las consecuencias dependerá del grado de intensidad y tiempo de exposición a esa energía. Se debe contratar personal calificado para el mantenimiento y la intervención de las instalaciones eléctricas. No obstante, el personal debe ser capacitado en el manejo seguro de equipos eléctricos. También es importante mantener el cableado y las conexiones eléctricas en buen estado y proveer a los trabajadores con los EPP adecuados. Además, es fundamental desenergizar correctamente los equipos a intervenir e identificar los bloqueos realizados en campo.
- **Riesgos de espacios confinados:** Los espacios confinados son recintos con aberturas limitadas de entrada y salida, en donde existe la posibilidad de acumulación de gases y/o vapores tóxicos, inertes, asfixiantes, inflamables u otros. Además, la presencia de oxígeno en el aire puede ser deficiente u enriquecida. No están preparados para que los trabajadores permanezcan largas jornadas de trabajo en forma continua. Previo al ingreso a un espacio confinado para desarrollar actividades se debe evaluar en detalle, realizando pruebas de gases y asegurándose de que haya suficiente cantidad de oxígeno. Se debe proveer al personal de los EPP adecuados, como arneses, líneas de vida y detectores de gases. Además, el personal que ingresa a un espacio confinado debe acompañarse del personal de rescate capacitado en caso de emergencia.

Riesgos físicos

- **Ruidos**, causados por la circulación de vehículos, demoliciones, o debidos al uso de maquinaria y herramientas, como martillos neumáticos, radiales o compresores. Una exposición prolongada puede provocar pérdida de audición, por ello es esencial el uso de protección auditiva.
- **Calor y frío**, debido a ambientes exteriores y/o situaciones climáticas. En condiciones climáticas con temperaturas muy altas, es importante limitar el tiempo de exposición al calor, organizar rotaciones, planificar las tareas más dificultosas en las horas de menor intensidad calórica, hidratarse adecuadamente y en forma continua, utilizar la indumentaria de trabajo y los EPP adecuados, protegerse la piel utilizando protector solar, protección visual, cascos o

gorras. En condiciones climáticas con temperaturas muy bajas, es importante intentar reducir el número de horas de trabajo a baja temperatura, alternando otras actividades en el interior, realizar pausas laborales para relajar los músculos e ingerir alimentos en áreas de descanso establecidas y protegidas del frío y utilizar siempre la indumentaria y los EPP adecuados.

- **Vibraciones**, causadas por utilización de herramientas como martillo neumático, bombas de hormigón, carretillas elevadoras. Este tipo de riesgo puede ocasionar diversas problemáticas de columna, problemas en articulaciones en manos, brazos y piernas. Para minimizar este riesgo se debe limitar el tiempo de exposición a vibraciones o tomar descansos de 10 minutos por cada hora de trabajo en condiciones de vibración. Además, es conveniente realizar chequeos médicos anuales al personal para conocer el estado de afectación de las personas.

Riesgos ergonómicos

Los riesgos ergonómicos más comunes en las obras de construcción suelen estar relacionados con la manipulación manual de cargas (MMC), la adopción de posturas de trabajo forzadas, el uso de maquinaria y herramientas y la realización de tareas repetitivas. Para mitigar este riesgo, se deben diseñar estaciones de trabajo ergonómicas, proporcionar herramientas y equipos adecuados, promover la rotación de puestos de trabajo y cambio de tareas de los trabajadores, fomentar la realización de pausas de trabajo durante la jornada laboral que permitan recuperar tensiones y descansar y, además, capacitar al personal sobre la manipulación segura de cargas.

Riesgos químicos

En las obras se utilizan una gran cantidad de productos químicos como, por ejemplo, disolventes, desencofrantes, hormigón, cemento, yeso y pinturas. Además, el personal está expuesto a vapores, gases o polvos, que pueden provocar problemas respiratorios, intoxicaciones o enfermedades a largo plazo. Para mitigar este riesgo, se debe proveer al personal de los EPP adecuados, como guantes, protección visual y respiratoria. Además, debe garantizarse la correcta ventilación de las áreas cerradas para reducir la concentración de reactivos peligrosos. El personal debe ser capacitado sobre los riesgos asociados a las sustancias a manipular y las medidas de control apropiadas, por ejemplo, en caso de derrame.

Riesgos biológicos

Podemos definirlos como aquellos elementos a los que potencialmente se exponen los trabajadores en las obras de construcción, tales como bacterias, virus, insectos, arañas, plantas, reptiles y aves. Al realizarse la gran mayoría en entornos exteriores, los riesgos biológicos suponen un foco importante de riesgo laboral. Para minimizar este riesgo, se realizan fumigaciones, campañas de vacunación, etc.

Riesgos psicosociales

El hecho de que las jornadas sean largas, los trabajos complejos, la atención constante en determinados momentos de la ejecución de la obra o la presión por los plazos de entrega son factores determinantes para este tipo de riesgos laborales en la construcción. Para mitigar este riesgo, se debe fomentar la comunicación abierta y transparente entre los empleados y la dirección, involucrar a los empleados en la toma de decisiones que afecten su trabajo y condiciones laborales, controlar la carga laboral y facilitar la conciliación.

11.3 Operación de la planta industrial

El proceso de producción de Fosfato Diamónico se clasifica dentro de la categoría de plantas industriales químicas. La operación de este tipo de plantas industriales conlleva diversos riesgos para

la seguridad y la salud de los trabajadores y el entorno. Por este motivo, es fundamental comprender los cuáles son estos riesgos e implementar las medidas de seguridad necesarias para minimizar la posibilidad de accidentes. A continuación, se detallan algunos de los riesgos más comunes que podemos encontrar:

- **Riesgo químico:** Los trabajadores pueden estar expuestos a productos químicos tóxicos, corrosivos, inflamables o explosivos, lo que puede causar irritación, quemaduras, intoxicación aguda o crónica, e incluso la muerte. Sin las medidas de seguridad de procesos adecuadas o por falta del mantenimiento apropiado de los equipos, pueden producirse fugas o emisiones de gases o vapores peligrosos, o derrames de productos químicos peligrosos, lo que representaría un riesgo tanto para la salud de los trabajadores como para el medio ambiente. Es importante que el personal reciba una capacitación adecuada para el correcto accionar en caso de incidentes que involucren productos químicos. Además, todos los camiones, tanques y recipientes que contengan productos químicos deben estar identificados utilizando el etiquetado correspondiente al SGA (Sistema Globalmente Armonizado). De esta manera, se puede identificar la naturaleza de los peligros asociados al producto químico en cuestión y la categoría correspondiente al grado de dicho peligro.
- **Riesgo eléctrico:** Se produce por instalaciones eléctricas energizadas o bajo tensión. Esto genera afecciones críticas como el choque eléctrico, la electrocución, quemaduras por arco eléctrico y posibles caídas o golpes de las personas que se encuentren trabajando en las alturas. También, puede ocasionar incendios y explosiones con tan solo una chispa en un ambiente de área clasificada. Es fundamental el correcto mantenimiento de las instalaciones eléctricas y desenergizar cualquier instalación eléctrica a intervenir al momento de ejecutar cualquier tarea. Asimismo, resulta crucial implementar un sistema de puesta a tierra adecuado conforme a las normativas y estándares aplicables para proteger tanto al personal como a los equipos en una planta industrial. La puesta a tierra es un componente crítico para la seguridad y el funcionamiento eficiente de los sistemas energéticos.
- **Riesgo por equipos sometidos a presión:** Debe asegurarse el mantenimiento adecuado de los equipos sometidos a presión y controlar adecuadamente la presión de trabajo de los mismos, ya que no hacerlo incrementa potencialmente riesgos por explosión, que pueden derivar en riesgo de proyección de fragmentos metálicos.
Resulta fundamental realizar un monitoreo adecuado de los aparatos sometidos a presión. Para ello, se realizan inspecciones visuales regulares para observar corrosión, desgaste, fugas, deformaciones, estado de las juntas y soportes. Además, deben efectuarse ensayos no destructivos (NTD) lo que incluye: ensayos de ultrasonido, radiografía, partículas magnéticas y líquidos penetrantes.
- **Riesgos de accidentes laborales:** Asociados a caídas, golpes, atrapamientos y lesiones relacionadas maquinarias y equipos pesados utilizados en este tipo de procesos, como así también al manipuleo o inhalación de productos químicos peligrosos.
- **Riesgos de salud ocupacional:** En este tipo de industrias, los trabajadores se encuentran expuestos a múltiples sustancias químicas que pueden presentar un riesgo para la salud tanto en el corto como en el largo plazo, pudiendo tener contacto con algunos de estos químicos peligrosos como también la posibilidad de desarrollar enfermedades ocupacionales.
- **Riesgos de trabajo en altura:** El trabajo en altura es una de las principales causas de muerte y lesiones graves en el ámbito laboral. Es fundamental que toda intervención que deba hacerse en altura se practique de manera segura, utilizando los EPP correspondientes y andamios o plataformas elevadoras certificadas previamente.

- **Riesgo por izaje de cargas:** Esta es una operación con muchos factores de riesgo que se realiza para mover objetos grandes o pesados. Este tipo de operaciones puede provocar riesgos de caída de la carga, atrapamientos entre la carga y accesorios de izaje, golpeado contra objetos móviles o fijos, y daños a la propiedad. Por este motivo, es importante la inspección y verificación de los equipos para izaje, eslingas y ganchos, delimitar la zona correctamente para evitar la circulación de personas durante la operación y tener una buena comunicación entre el operador de la grúa y el equipo de trabajo en tierra.
- **Riesgo de espacios confinados:** Al ser recintos que no fueron diseñados para ser ocupados por trabajadores de forma regular. Estos espacios suelen tener entradas y salidas limitadas, ventilación insuficiente y pueden contener riesgos como falta de oxígeno, presencia de gases tóxicos o inflamables, y riesgo de atrapamiento. Por lo tanto, es importante seguir procedimientos de trabajo seguro específicos y contar con equipos de protección adecuados al realizar trabajos en espacios confinados.
- **Riesgo de emisiones de particulado:** Las emisiones de particulado representan un riesgo significativo para la salud pública y el medio ambiente. Es crucial implementar medidas de control y mitigación, incluyendo tecnologías de control de emisiones, prácticas operacionales adecuadas y cumplimiento de normativas para reducir estos riesgos y proteger tanto la salud humana como el entorno natural.

11.3.1 Permisos de trabajo

El permiso de trabajo es un proceso sistemático que se utiliza para autorizar el trabajo controlado en condiciones potencialmente peligrosas. Es imprescindible cumplimentar el permiso antes de realizar actividades críticas que se consideran de alto riesgo para la seguridad de los trabajadores y las instalaciones laborales. El sistema de permisos de trabajo es un elemento clave para verificar que se tomen todas las medidas necesarias para asegurar la integridad del personal.

En todo trabajo cubierto por un permiso de trabajo, es importante que el personal asociado a la tarea comprenda cuál es el trabajo que se realizará, los riesgos potenciales asociados al mismo y las precauciones y elementos de protección personal necesarias. Asimismo, el personal debe ser capacitado previamente para proceder en caso de emergencias. Si las condiciones previstas en el permiso de trabajo se modifican o se percibe que la tarea se está realizando de manera insegura, deberá detenerse la misma y analizar los riesgos nuevamente.

Los registros de permisos de trabajo se realizan por duplicado o triplicado (de acuerdo con el criterio seleccionado). El original queda en lugar visible en el sitio donde se lleva a cabo la tarea (Ejecutante) y las copias quedarán en poder de los involucrados correspondientes (Solicitante, Autorizante, Emisor). Las autoridades de los sitios que se vean afectados por los trabajos incluidos en el permiso de trabajo deben ser informadas formalmente del inicio y finalización de los trabajos que se realicen en dicha área. Esta comunicación se registrará en el permiso de trabajo. Los responsables del permiso de trabajo son:

- **Solicitante:** Es la persona que solicita el permiso para realizar un trabajo específico. Esta persona es responsable de identificar los riesgos asociados al trabajo, desarrollar un plan de trabajo seguro y asegurarse de que se tomen las medidas adecuadas para mitigar los riesgos. El solicitante también puede ser responsable de coordinar con otros departamentos o equipos para garantizar que el trabajo se realice de manera segura y eficiente.
- **Autorizante:** Es la persona que tiene la autoridad para aprobar o rechazar el permiso de trabajo. Esta persona revisa el plan de trabajo propuesto, evalúa los riesgos identificados y asegura que se hayan tomado las medidas adecuadas para mitigar los riesgos. También puede

ser responsable de establecer condiciones adicionales que deben cumplirse antes de que se pueda otorgar el permiso.

- **Emisor:** Es la persona o departamento responsable de emitir el permiso de trabajo una vez que ha sido aprobado por el autorizante. El emisor puede ser el mismo solicitante o una persona designada por el autorizante para emitir el permiso en su nombre. También puede ser responsable de mantener registros de todos los permisos emitidos y de garantizar que se cumplan las condiciones establecidas en el permiso.

Podemos encontrar diferentes tipos de permisos de trabajo:

- **Trabajo en frío-caliente:** Los PTF son aquellos cuya ejecución no precisa la utilización de llama abierta ni de equipos que produzcan chispas o generen calor en un área clasificada o que no impliquen riesgos específicos emergentes de tareas en Altura, Eléctricas, Espacios Confinados o Excavaciones. El PTC ampara los riesgos de todo trabajo que puede producir una fuente de ignición para materiales inflamables o combustibles presentes en la zona o en el entorno, debido al uso de llama abierta o la utilización, en zona clasificada, de herramientas o equipos que puedan producir chispa o generar calor.
- **Trabajo para espacios confinados:** Comprende tareas en el interior de tanques de almacenaje, piletas, bodegas, cámaras, excavaciones o espacios bajos en áreas con posible presencia de contaminantes o ausencia de oxígeno; o que sean recintos cerrados. También ampara el ingreso de personas a otros equipos tales como columnas, hornos, calderas, cisternas, drenajes. Las tareas comprendidas en este permiso de trabajo se gestionan de acuerdo con el procedimiento de entrada a espacios confinados establecido y en vigencia.
- **Trabajo eléctrico:** Aplicable a las tareas que involucren riesgo eléctrico, definidas en una guía particular de cada sitio, referida a Criterios de Aplicación de PT.
- **Trabajo en altura:** Aplicable a todas las tareas que impliquen riesgos de caídas por falta de protecciones físicas adecuadas (barandas, guarda pies, protecciones de accesos) o tareas extraordinarias en equipos, edificios o estructuras cuya diferencia de altura entre el plano de trabajo y los posibles planos donde caería la persona supere 2,00 m (s/Dec. 911/96).

En el caso de trabajos en caliente en áreas de proceso, es necesario verificar la ausencia de gases o vapores combustibles en el área donde se realizará el trabajo. Para garantizar esto, se debe efectuar una prueba de atmósfera en el sitio de trabajo antes de iniciar el trabajo en caliente, previa verificación de que el detector esté calibrado y funcionando. La persona que lleve a cabo esta prueba debe estar habilitada con las competencias correspondientes. El resultado de esta prueba, y de pruebas de atmósfera subsiguientes, debe registrarse en el PT.

Los bloqueos y etiquetados (ByE) y el aislamiento de energías deben realizarse con elementos seguros que impidan el accionamiento en forma inadvertida o errónea. Cada elemento de aislamiento debe estar identificado y solo debe implantarse y removerse bajo el control del Autorizante/Emisor, debiendo verificarse “in-situ” o por otra persona que tenga la formación suficiente y haya sido delegado formalmente para esa tarea. En general, y en especial en los casos complejos, debe realizarse un diagrama. Si se realiza más de un trabajo en la misma área, todas las planillas de Bloqueo y Etiquetado deben estar referenciadas entre sí.

La evaluación de riesgos debe considerarse como el mecanismo primario de control de los peligros en todos los procesos de aislamientos. Siempre se debe utilizar el aislamiento de mayor seguridad y efectividad y será determinado por la severidad de los riesgos. Se deberán probar todos los aislamientos y su eficacia, antes de iniciar la actividad programada.

11.3.2 Características de las sustancias químicas asociadas al proceso productivo

En Argentina, 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 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.

En la normativa, se especifican tres categorías de CMP:

- **CMP (Concentración máxima permisible ponderada en el tiempo):** Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas/día y una semana laboral de 40 horas, a la que se cree pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos.
- **CMP - CPT (Concentración máxima permisible para cortos períodos de tiempo):** 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.
- **CMP-C (Concentración Máxima Permisible - Valor Techo (c)):** Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento durante una exposición en el trabajo.

En la siguiente Tabla se detallan los valores de CMP y CMP-CPT de las sustancias peligrosas involucradas en la producción de Fosfato Diamónico:

VALORES ACEPTADOS								
SUSTANCIA	CAS	CMP		CMP-CPT CMP-C		NOTACIONES	PM	EFECTOS CRITICOS
		VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD			
Ácido fosfórico	7664-38-2	1	mg/m ³	-	3mg/m ³	--	98,00	Irritación
Amoníaco	7664-41-7	25	ppm	35	ppm	-	17,03	Irritación

Tabla 2: Valores de CMP y CMP-CPT de las sustancias peligrosas involucradas en la producción de DAP. Fuente: Tabla de Concentraciones Máximas Permisibles - 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).

11.3.3 Medidas de ingeniería para la seguridad de procesos

En este apartado se detallan las medidas de ingeniería tomadas para la seguridad de procesos en la planta. Estas medidas se enfocan en reducir o eliminar los riesgos inherentes a los procesos industriales y se basan en principios de diseño seguro, como la minimización de inventarios de sustancias peligrosas, la implementación de sistemas de control de procesos y la selección de equipos seguros y confiables. Algunas medidas comunes son sistemas de alivio de presión, de detección y extinción de incendios, y el diseño de instalaciones para contener y mitigar fugas o derrames.

11.3.3.1 Cuellos de cisne en tanques de ácido

Cuando los productos almacenados son poco o no volátiles, como el ácido fosfórico en el caso de producción de DAP, se decide colocar como dispositivo de venteo un cuello de cisne. Este dispositivo posee un diseño específico para permitir un escape controlado de gases o líquidos en caso de sobrepresión y dirigir cualquier liberación hacia arriba y lejos de la instalación y el personal, evitando posibles daños o lesiones.

El diseño del cuello de cisne incluye una tubería vertical que se extiende hacia arriba desde el tanque o equipo y luego se curva hacia abajo en forma de "U" invertida, antes de volver a subir verticalmente. Esta forma de "U" invertida ayuda a contener cualquier líquido o gas liberado, evitando que se escape directamente hacia el entorno. Además, el cuello de cisne a menudo está equipado con una válvula de seguridad que se abre automáticamente cuando la presión interna del tanque alcanza un nivel peligroso, permitiendo que el contenido se libere de manera controlada.



Imagen 1: Venteo cuello de cisne.

11.3.3.2 Diques de contención

Los diques de contención son una medida de control fundamental en la gestión de riesgos en procesos industriales que involucran líquidos peligrosos, contribuyendo a la protección del medio ambiente y a la seguridad de las personas. Estas estructuras están diseñadas para contener derrames o fugas de líquidos, principalmente en procesos industriales donde se manipulan sustancias peligrosas o contaminantes. Estos diques pueden ser temporales o permanentes, y su diseño varía dependiendo del volumen y tipo de líquido que se espera contener.

El objetivo principal de los diques de contención es prevenir y controlar derrames de líquidos peligrosos o contaminantes que puedan ocurrir durante las operaciones industriales. Al contener estos derrames, se evita la propagación del líquido hacia áreas no deseadas, como suelos, cuerpos de agua o sistemas de drenaje, lo que puede causar daños ambientales y poner en riesgo la salud de las personas. Además, es importante contar con un plan de gestión de derrames que incluya la capacitación del personal, la disponibilidad de equipos de contención y limpieza, y la evaluación de riesgos para minimizar los impactos ambientales y para la salud de las personas en caso de un accidente.

En general, el material más utilizado para la construcción de diques de contención suele ser el concreto, debido a su resistencia, durabilidad y capacidad para contener líquidos de forma efectiva. El concreto se utiliza para construir diques de contención permanentes, especialmente en áreas donde se manejan sustancias químicas peligrosas o contaminantes. Este tipo de concreto suele ser de alta resistencia y está diseñado para resistir la penetración de líquidos y productos químicos. También, se incorporan aditivos especiales para mejorar aún más su resistencia química y mecánica.



Imagen 2: Diques de contención en tanques de almacenamiento.

11.3.3.3 Filtro de partículas

El aire que ingresa al enfriador HX-01 pasa previamente por un filtro de partículas para garantizar la pureza del aire dentro del equipo. Este filtro está equipado con un indicador diferencial de presión que mide la diferencia de presión entre la entrada y la salida. Esta medida permite detectar la saturación del filtro con partículas, ya que a medida que esto sucede, la diferencia de presión tiende a aumentar.

El filtro de partículas es un dispositivo diseñado para capturar y retener partículas sólidas presentes en el aire, como polvo, humo, cenizas u otros contaminantes. Estos filtros son fundamentales para mantener la calidad del aire en el ambiente industrial y para cumplir con las regulaciones ambientales. Funcionan mediante la filtración mecánica, donde las partículas son atrapadas en un medio filtrante mientras el aire pasa a través del filtro. Los filtros de partículas pueden tener diferentes configuraciones y medios filtrantes según el tipo y tamaño de partículas que se desean capturar, y pueden ser parte de sistemas más complejos de control de emisiones en plantas industriales.

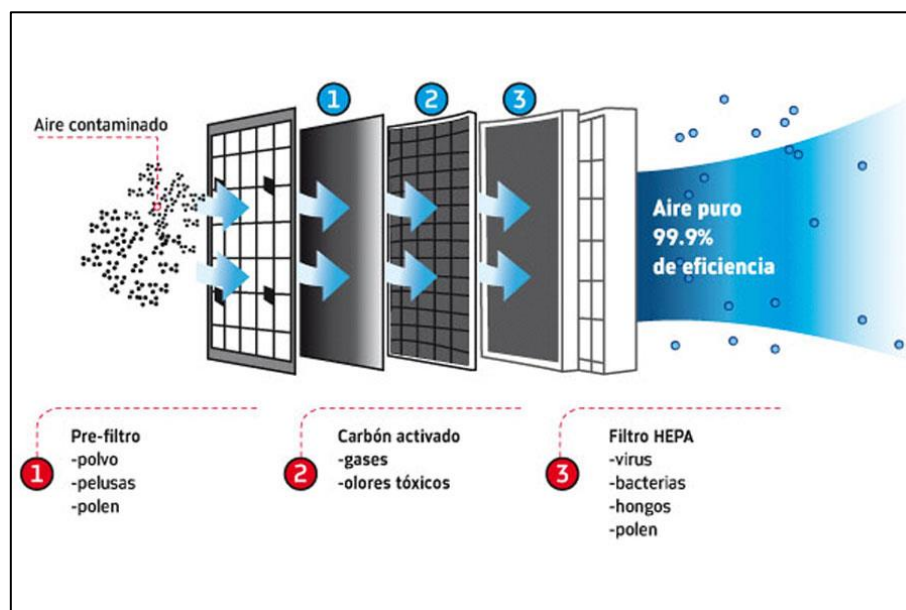


Imagen 3: Filtro de partículas para corriente de aire de proceso.

11.3.3.4 Pressure Safety Valve (PSV)

Las válvulas PSV son fundamentales para garantizar la seguridad en operaciones donde la presión es un factor crítico. Su principal función es proteger equipos y sistemas contra sobrepresiones peligrosas, que podrían resultar en daños a la instalación, lesiones al personal o impactos ambientales. Estas válvulas se activan automáticamente cuando la presión en el sistema sobrepasa el valor de setpoint. En este punto la válvula se produce la apertura de la válvula para liberar el exceso de presión, evitando que esta supere niveles críticos.

Las válvulas PSV están diseñadas para ser confiables y precisas, y deben cumplir con estándares y regulaciones específicas para garantizar su correcto funcionamiento. Para garantizar la seguridad en las operaciones industriales es crucial una adecuada selección y mantenimiento de estas válvulas.

Existen varios tipos de válvulas PSV que se utilizan en la industria para protección contra sobrepresiones. Algunos de los tipos comunes son:

- **Válvulas de resorte convencionales:** Son las más comunes y consisten en un resorte que mantiene la válvula cerrada. Cuando la presión alcanza un nivel predeterminado, el resorte se comprime y la válvula se abre para liberar la presión.
- **Válvulas de acción directa:** Funcionan sin un resorte y dependen directamente de la presión del fluido para mantenerse cerradas. Cuando la presión excede un cierto nivel, la válvula se abre automáticamente.
- **Válvulas pilotadas:** Utilizan un piloto para controlar la presión en la parte superior de la válvula principal. Cuando la presión en el piloto alcanza un nivel determinado, la válvula principal se abre para liberar la presión.
- **Válvulas de alivio de presión de vacío (VPRV):** Son válvulas que pueden aliviar tanto la presión como el vacío en un sistema. Se utilizan para evitar la sobre o bajo presión en sistemas cerrados.
- **Válvulas de seguridad de ruptura:** Son dispositivos que se rompen cuando la presión alcanza un nivel peligroso, liberando así la presión de forma controlada.

Se debe asegurar el correcto ajuste y verificación de las válvulas de seguridad de presión para garantizar su correcto funcionamiento. El proceso de calibración se realiza siguiendo un procedimiento estándar que asegura la precisión y la confiabilidad de las válvulas. La calibración de las válvulas PSV se realiza en un banco de pruebas de presión, que permite simular condiciones de presión y temperatura de operación.

El proceso de calibración comienza ajustando la presión en el banco de pruebas gradualmente hasta que la válvula se abra. La presión en la que la válvula se abre se registra como la presión de apertura. A continuación, se reduce gradualmente la presión hasta que la válvula se cierre, y se registra esta presión como la presión de cierre. Además, es importante verificar la capacidad de caudal de la válvula, asegurándose de que pueda manejar el flujo de fluido esperado en condiciones de emergencia. Si la válvula no cumple con los requisitos de apertura y cierre o de capacidad de caudal, se realizan ajustes y se repite el proceso de calibración.

Una vez completada la calibración, se documentan todos los datos obtenidos durante el proceso, incluyendo las presiones de apertura y cierre, así como cualquier ajuste realizado en la válvula. Esta documentación es crucial para mantener un registro de mantenimiento y garantizar la seguridad continua de los equipos e instalaciones industriales.

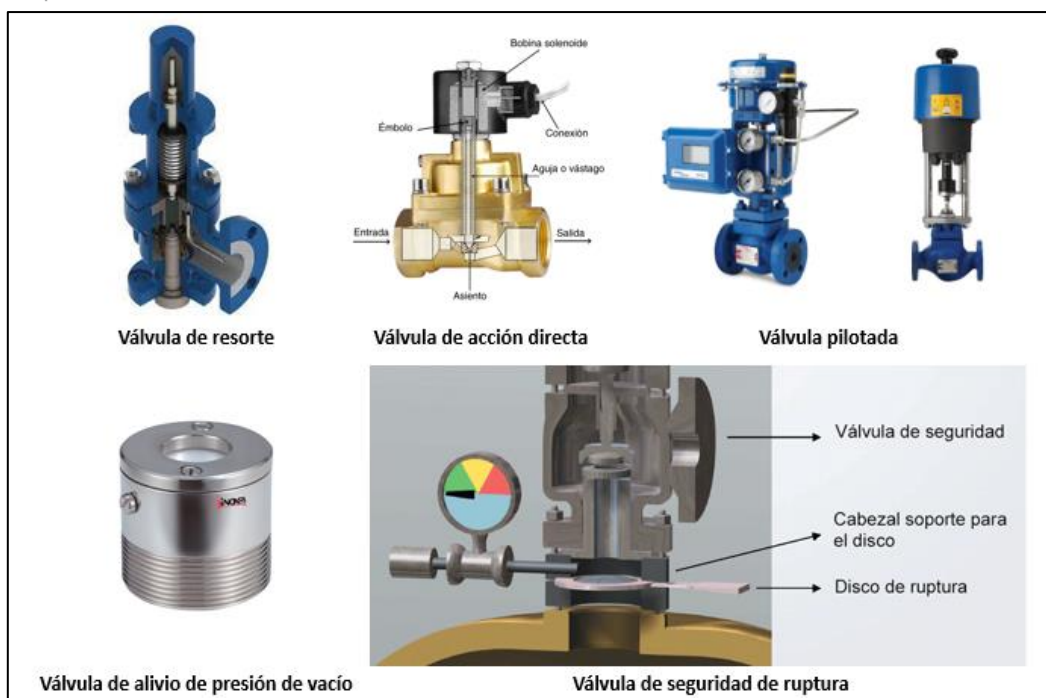


Imagen 4: Tipos de válvulas PSV.

11.3.3.5 Transporte, almacenamiento y manipulación de materias primas

El transporte de mercancías peligrosas debe realizarse exclusivamente con vehículos y equipos (como cisternas y contenedores) que cuenten con características técnicas y estado de conservación que aseguren una seguridad adecuada para los riesgos asociados a las mercancías transportadas.

En particular, el **amoníaco** se transporta y almacena presurizado para facilitar su manipulación. El envasado, almacenamiento y transporte se realiza mediante cilindros de acero (sin costura o soldados). Las condiciones de almacenamiento seguro para el amoníaco son las siguientes:

- Almacenar en lugares frescos, oscuros, secos y ventilados a lo largo del piso y techo.
- Proteger de la humedad.
- Depositar en recipientes que no sean de aluminio o acero galvanizado. Lejos de fuentes de calor e ignición (tuberías de vapor, radiadores, etc.). Separado de materiales incompatibles.
- Puede almacenarse bajo altas presiones, refrigerado a bajas presiones, o como amoníaco acuoso en tanques a baja presión. Para almacenamiento permanente los contenedores deben localizarse al menos a 16 metros de distancia de excavaciones o cualquier fuente de suministro de agua potable.
- Los equipos eléctricos y de iluminación deben ser a prueba de explosión.

Para la manipulación del amoníaco siempre debe utilizarse protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Manipule los elementos con guantes impermeables protectores de PVC, máscaras de seguridad y trajes de protección para amoniaco anhidro, Nivel 3 y 4 (nieblas y salpicaduras). Además, se debe conocer la ubicación del equipo para la atención de emergencias y leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto.

Para el caso del **ácido fosfórico al 85%**, este debe transportarse y almacenarse en contenedores de material resistente a la corrosión, como acero inoxidable o polietileno de alta densidad. Se debe asegurar que las cisternas se encuentren sellados herméticamente para evitar fugas durante el transporte. Las condiciones de almacenamiento seguro para el amoníaco son las siguientes:

- Almacenar en lugares ventilados, frescos y secos.
- Almacenar lejos de fuentes de calor e ignición.
- Separar de materiales incompatibles.

Además, es fundamental que tanto las cisternas como los tanques de almacenamiento de ambas materias primas se encuentren bien identificados y etiquetados bajo el sistema SGA, informando sobre los riesgos y precauciones de las sustancias.

Para la manipulación del ácido fosfórico es fundamental tomar medidas de seguridad rigurosas debido a su alta concentración y naturaleza corrosiva. Se requieren procedimientos específicos para garantizar la seguridad de los trabajadores y el entorno. Utilizar siempre el equipo de protección adecuado, lo que incluye guantes de goma, nitrilo o PVC, gafas de seguridad con protección lateral o una pantalla full fase para evitar salpicaduras, indumentaria resistente a productos químicos y, en áreas con poca ventilación, utilizar mascarillas o respiradores adecuados para evitar la inhalación de vapores. Además, debe asegurarse una ventilación adecuada en el área de almacenamiento del reactivo y capacitar adecuadamente al personal para minimizar los riesgos asociados con el manejo de este ácido altamente concentrado.

11.3.3.6 Ciclón para partículas finas de producto

Las partículas finas contribuyen a la contaminación del aire, lo que puede afectar la calidad del aire en áreas urbanas y rurales. Esta contaminación puede provocar neblina, reducir la visibilidad y afectar la salud de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Para evitarlo, se dispone de un sistema de separación mediante ciclón y filtro.

Cuando el aire con partículas sólidas ingresa al ciclón, se genera un movimiento giratorio en espiral dentro del cilindro. Esta rotación produce una fuerza centrífuga que hace que las partículas sólidas más pesadas se muevan hacia la pared interna del ciclón, mientras que el aire, al ser más liviano, tiende a moverse hacia el centro del cilindro. Las partículas sólidas, pierden velocidad y caen por gravedad hacia la parte inferior, donde son contenidas y recolectadas por un bolsón. Por otro lado, el aire más limpio y desprovisto de partículas sólidas continúa su ascenso hacia la parte superior.

La corriente de aire que egresa del ciclón pasa por un filtro HEPA previa a su descarga a la atmosfera. Los filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air o recogedor de partículas de alta eficiencia) son filtros mecánicos con una gran capacidad de filtrado de partículas pequeñas. Este tipo de filtro consta de una malla de fibras finas dispuestas de manera aleatoria, permitiendo la separación por medio de mecanismos de intercepción, impacto y difusión.

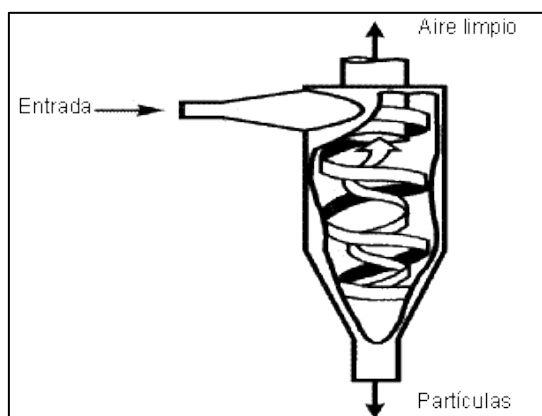


Imagen 5: Ciclón.

11.3.3.7 Sensores de concentración de amoníaco a la salida del Scrubber SC-01

Los sensores de concentración de amoníaco en la salida del Scrubber son esenciales para monitorear y controlar los niveles de amoníaco en los gases tratados. Estos sensores ayudan a garantizar que las emisiones cumplan con los estándares ambientales (Decreto 831/93) y de seguridad.

Este tipo de sensores permite realizar ajustes inmediatos en el proceso para mantener las concentraciones de amoníaco dentro de los límites permitidos, ya que realiza un monitoreo de las emisiones gaseosas en tiempo real.

11.3.3.7 Medidas de seguridad en zona de envasado de producto terminado

La zona de envasado de producto terminado posee riesgo de emisión de particulado. Para ello, deben implementarse medidas de seguridad adecuadas para proteger la salud de los trabajadores y minimizar el impacto ambiental. Algunas de las medidas tomadas son:

1. **Contención y control del polvo.** La zona de envasado se encuentra en un espacio cerrado para minimizar las emisiones de partículas al ambiente. Además, se instalará un sistema de extracción en la tolva de llenado.
2. **Equipos de protección personal (EPP).** Los trabajadores que desempeñen sus tareas en la zona de envasado deben contar con los EPP correspondientes para la protección contra partículas finas. Esto incluye mascarillas y respiradores, protección facial u ocular, guantes e indumentaria mangas largas.
3. **Procedimientos operativos.** Se debe capacitar al personal en procedimientos seguros de manejo y envasado de producto final, incluyendo el uso adecuado de los EPP y las técnicas para minimizar la generación de polvo. También es fundamental la implementación de procedimientos de limpieza regulares para la remoción del polvo acumulado en las superficies de trabajo y en el equipo de envasado, así como realizar un adecuado mantenimiento preventivo del equipo de envasado y de los sistemas de control de polvo para asegurar su correcto funcionamiento.
4. **Ventilación adecuada.** Será crucial asegurar una ventilación adecuada de la zona de envasado para disipar y remover el material particulado en el ambiente.

11.3.4 Elementos de Protección Personal (EPP)

Los Elementos de Protección Personal básicos para la circulación por la planta para garantizar la seguridad del personal son:

- **Indumentaria con protección en extremidades:** Para la industria química, es importante utilizar ropa adecuada que proteja contra posibles exposiciones a productos químicos y otros riesgos. Se recomienda usar ropa con mangas largas que esté hecha de materiales resistentes a productos químicos y que cumpla con las normativas de seguridad pertinentes.
- **Casco de seguridad:** Se debe utilizar en todo momento el casco de seguridad para proteger la parte superior de la cabeza del trabajador contra heridas que puedan producirse por la caída de objetos o materiales.
- **Protección ocular:** Las gafas de seguridad son un elemento crucial de protección personal en la industria, especialmente en entornos donde existen riesgos para los ojos, como la industria química. Estas gafas están diseñadas para proteger los ojos de salpicaduras químicas, partículas voladoras, impactos y radiación. Las gafas de seguridad se deben ajustar correctamente y deben cumplir con las normativas de seguridad. Generalmente, para la industria química, las lentes suelen estar hechas de policarbonato, que es resistente a impactos y productos químicos.
- **Semimascara respiratoria con filtros:** Se utilizan para proteger las vías respiratorias de posibles fugas de vapores. Dado que en la producción de DAP se utiliza amoníaco como

materia prima, es fundamental que todo el personal que circule por planta lleve consigo una semimascara respiratoria con filtros adecuados por posibles fugas de vapores amoniacales que puedan producirse. Esto sucede porque, aunque el amoníaco gaseoso es considerablemente más ligero que el aire, en caso de una fuga, tiende a elevarse y dispersarse rápidamente solo en un ambiente seco. Sin embargo, debido a su gran afinidad por el agua, reacciona de inmediato con la humedad del aire y puede quedarse cerca del suelo, lo que dificulta su dispersión en el ambiente. La inhalación de amoníaco irrita y quema el tracto respiratorio produciendo laringitis, dificultad para respirar, tos y dolor de pecho. En casos graves, produce edema pulmonar y neumonía, inclusive, puede ser fatal

- **Calzado de seguridad:** Se debe utilizar calzado de seguridad con puntera de acero reforzada y suela antideslizante para proteger los pies de diversos riesgos en el lugar de trabajo, como caídas de objetos pesados, aplastamientos, cortes, derrame de productos químicos y resbalones. Generalmente, se busca un calzado hecho de materiales que sean resistentes a una amplia gama de productos químicos, como el caucho de nitrilo, el PVC o el neopreno.
- **Protección auditiva:** Se utilizan protectores auditivos de copa, adheridos al casco de seguridad, o bien, tapones para los oídos, para proteger contra el ruido excesivo en determinados sectores de la planta y así prevenir la pérdida auditiva inducida por el ruido.
- **Guantes:** Son un elemento clave de protección personal en la industria química y en otros entornos donde hay riesgos para las manos. Estos guantes están diseñados para proteger las manos de lesiones causadas por productos químicos, cortes, abrasiones, quemaduras y otros riesgos laborales. Los guantes deben estar hechos de materiales resistentes a productos químicos, como el nitrilo, el neopreno, el PVC o el butilo, y deben cumplir con las normativas y recomendaciones de seguridad. Es importante seleccionar el material adecuado en función de los productos químicos con los que se trabajará.



Imagen 6: Elementos de Protección Personal (EPP) básicos requeridos.

11.4 Matriz de Riesgo

Una matriz de riesgo es una herramienta que se utiliza para identificar, evaluar y priorizar los riesgos laborales en un entorno de trabajo. Consiste en una tabla que vincula la probabilidad de ocurrencia de un riesgo con las consecuencias que tendría en caso de que ocurra. De esta manera, se pueden identificar los riesgos más críticos que requieren atención inmediata.

La matriz de riesgo suele tener una escala de colores o números para indicar el nivel de riesgo, desde bajo hasta alto o desde aceptable hasta inaceptable, lo que facilita la toma de decisiones para implementar medidas preventivas y de control. Cada uno de los riesgos identificados se evalúa y se coloca en la celda correspondiente de la matriz en función de su probabilidad de ocurrencia y consecuencias estimadas.

La probabilidad de ocurrencia se refiere a la frecuencia con la que puede ocurrir un evento adverso y las consecuencias representan el impacto que tendría dicho evento en el rendimiento de la empresa.

Clasificaremos el riesgo en cuatro categorías:

- **Riesgo Inaceptable:** Estos riesgos representan una amenaza inminente para la salud o seguridad y requieren acciones inmediatas para prevenir su aparición o mitigar su impacto.
- **Riesgo Mayor:** Estos riesgos requieren medidas de control inmediatas y efectivas, así como un monitoreo constante para minimizar su impacto en la salud o seguridad.
- **Riesgo Significativo:** Estos riesgos pueden requerir medidas de control más específicas y un monitoreo regular para prevenir su impacto.
- **Riesgo Aceptable:** Estos riesgos suelen ser manejables con medidas de control básicas y no representan una amenaza significativa para la salud o seguridad.

Inaceptable
Mayor
Significativo
Aceptable

Probabilidad	Consecuencia				
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
L 6	Significativo	Mayor	Mayor	Inaceptable	Inaceptable
L 5	Significativo	Significativo	Mayor	Mayor	Inaceptable
L 4	Aceptable	Significativo	Significativo	Mayor	Mayor
L 3	Aceptable	Aceptable	Significativo	Significativo	Mayor
L 2	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Significativo	Significativo
L 1	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Significativo

Tabla 3: Escala de probabilidad de ocurrencia y consecuencias de un evento.

Estimación de la Probabilidad

- **L1 – Rara vez:** Esta categoría incluye aquellas causas que se podría esperar que se produzcan a una frecuencia inferior a una vez por cada 10.000 años, pero mayor a una vez por cada 100.000 años. También incluye las causas que cabe esperar que se produzcan a una frecuencia inferior a una vez cada 100.000 años y aquellas que han ocurrido una vez en la industria.
- **L2 – Improbable:** Esta categoría incluye causas que se podría esperar que se produzcan con una frecuencia inferior a una vez cada 1.000 años, pero mayor a una vez por cada 10.000 años. También incluye aquellas causas que han pasado un par de veces en la industria.
- **L3 – Posible:** Esta categoría incluye causas que se podría esperar que se produzcan con una frecuencia inferior a una vez por cada 100 años, pero mayor a una vez por cada 1.000 años.
- **L4 – Esperable:** Esta categoría incluye causas que se podría esperar que se produzcan con una frecuencia inferior a una vez cada 10 años, pero mayor a una vez por cada 100 años. También incluye aquellas causas que podrían suceder una vez en la historia de una planta.

- **L5 – Frecuente:** Esta categoría incluye aquellas causas que se podría esperar que se produzcan con una frecuencia inferior a una vez por año, pero mayor a una vez cada 10 años. También incluye causas que han pasado al menos una vez en el proceso.
- **L6 – Muy Frecuente:** Esta categoría incluye causas que se podría esperar que se produzcan con una frecuencia de una vez por año o más y, también, aquellas causas que ocurren de forma rutinaria en el proceso.

Consecuencias

- **C1:** Múltiples efectos en la salud dentro de la unidad de proceso.
- **C2:** Múltiples efectos en la salud de empleados en todo el sitio.
- **C3:** Múltiples efectos en la salud de empleados en todo el sitio, y en el vecindario cercano dentro de 1,6 km a la redonda.
- **C4:** Múltiples efectos en la salud de empleados en todo el sitio, y en el vecindario dentro de los de 5,6 km a la redonda.
- **C5:** Múltiples efectos en la salud de empleados en todo el sitio, y en el vecindario más allá de los de 5,6 km a la redonda.

Evento	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
Emisión de amoníaco	L3	C4	Mayor
Derrame de ácido fosfórico	L3	C1	Aceptable
Falla en aparatos sometidos a presión	L1	C5	Significativo
Emisión de partículas solidas	L4	C3	Significativo
Quemaduras por alta temperatura	L2	C1	Aceptable
Corrosión en estructuras y equipos	L4	C3	Significativo
Falla en los sistemas de control	L4	C1	Aceptable
Obstrucción de cañerías de proceso	L4	C2	Significativo
Falla en el suministro neumático/eléctrico	L2	C1	Aceptable
Accidentes laborales	L3	C1	Aceptable
Error humano	L4	C2	Significativo

Tabla 4: Matriz de riesgo para la producción de Fosfato Diamónico.

Tanto la probabilidad de ocurrencia de los eventos descriptos en la Tabla ... como sus consecuencias en la salud, la seguridad y el medio ambiente contemplan las salvaguardas desarrolladas para minimizar los riesgos y los graves impactos en la seguridad y salud de las personas y el medio ambiente.

El evento que contempla posibles accidentes laborales incluye atrapamiento de manos, caída de altura, exposición a productos químicos, lesiones por izaje de cargas o posturas inadecuadas, entre otros.

El evento que contempla error humano incluye alineación incorrecta de válvulas, desviación de procedimientos estándares operativos, comunicación deficiente, falta de atención, manejo inadecuado de auto elevadores, entre otros.

11.5 Respuesta a la emergencia

La respuesta a la emergencia es crucial para garantizar la seguridad y el bienestar de las personas y el medio ambiente en caso de situaciones de emergencia, como pueden ser incendios, derrames químicos, emisiones gaseosas peligrosas, entre otros posibles eventos. Se establecen pautas para el

manejo de emergencias para asegurar una respuesta rápida y efectiva ante situaciones imprevistas. Entre ellas:

Plan de emergencia: Evaluar y establecer un plan de emergencia detallado que contemple diferentes posibles escenarios de emergencia. El plan incluirá la identificación de los riesgos, rutas de evacuación, puntos de reunión, procedimientos para la comunicación de la emergencia, quienes serán los responsables y qué roles cumplirá cada uno.

Comunicación y notificación: Es fundamental contar con una alarma que comunique de manera clara y rápida a todo el personal sobre la situación de la emergencia en cuestión y cuáles son los pasos a seguir. También deben establecerse canales de comunicación con servicios de emergencia externos (bomberos, servicio de ambulancias, etc.).

Brigada: Integrada por un grupo del personal especializado y entrenado para llevar a cabo tareas relacionadas con la seguridad y el rescate. Los brigadistas están capacitados para actuar en situaciones de emergencia, como incendios, accidentes industriales o de personal, o cualquier circunstancia que requiera una respuesta rápida y efectiva. La brigada recibe entrenamiento en manejo de equipos, técnicas de rescate, primeros auxilios, evaluación de riesgos y, en algunos casos, manejo de sustancias peligrosas.

Capacitación y simulacros: A pesar de contar con una brigada entrenada para una respuesta rápida ante emergencias, es importante que todo el personal sea capacitado y conozca los procedimientos de emergencia. Además, se realizan simulacros para evaluar la eficacia del plan de emergencia.

Investigación y seguimiento: Es fundamental realizar una investigación y seguimiento de los incidentes para identificar la causa raíz y de esta manera tomar medidas para la prevención de futuros incidentes.

11.5.1 Seguridad contra incendios

La seguridad contra incendios en establecimientos industriales es fundamental para proteger a los trabajadores, las instalaciones y los bienes.

Algunas de las medidas implementadas para la seguridad contra incendios en la planta son:

1. **Plan de emergencia contra incendios:** Elaborar un plan de emergencia contra incendios en establecimientos industriales es esencial para garantizar una respuesta rápida y efectiva en caso de un incidente. En este plan de emergencia se incluye la creación y comunicación de un plan de evacuación claro y práctico, y la definición de puntos de reunión seguros y bien señalizados donde los trabajadores deberán dirigirse en caso de evacuación. Es fundamental proporcionar formación regular sobre prevención de incendios, uso de equipos de extinción y procedimientos de evacuación al personal y fomentar una cultura de seguridad contra incendios, destacando la importancia de la prevención.
2. **Sistemas de detección y alarma:** Instalar sistemas de detección de incendios, como detectores de humo y calor para la detección temprana de incendios, y sistemas de alarma para alertar al personal y a los servicios de emergencia de manera rápida y eficiente.
3. **Equipos de extinción de incendios:** Implementar sistemas de extinción de incendios adecuados, como extintores portátiles, sistemas de rociadores automáticos, disponibilidad de hidrantes y mangueras en toda la instalación.
 - Extintores portátiles: Los extintores portátiles, o matafuegos manuales, son dispositivos esenciales para la lucha contra incendios en sus etapas iniciales. Estos contienen agentes extintores, como polvo químico seco ABC, espuma o dióxido de carbono. Existen distintos

tipos de extintores, se diferencian unos de otros en base a una serie de características como agente extintor contenido, sistemas de funcionamiento, eficacia, tiempo de descarga y alcance.

Extintores de Agua	Se utilizan para extinguir incendios de Clase A (materiales combustibles como madera, papel y tela). Estos extintores utilizan agua para enfriar el fuego y eliminar el calor. No deben utilizarse en incendios de Clase B (líquidos inflamables), Clase C (equipos eléctricos) ni Clase D (metales combustibles).
Extintores de Espuma	Se utilizan para extinguir incendios de Clase A y B (materiales combustibles y líquidos inflamables). Estos extintores cubren el fuego con una capa de espuma que aísla el combustible del oxígeno y enfría la superficie. No son adecuados para incendios de Clase C ni D.
Extintores de Dióxido de Carbono (CO₂)	Se utilizan para extinguir incendios de Clase B y C (líquidos inflamables y equipos eléctricos). Estos extintores descargan dióxido de carbono en forma de gas frío que desplaza el oxígeno y enfría el fuego. No son efectivos en incendios de Clase A, ya que el fuego puede reavivarse.
Extintores de Polvo Químico Seco	Existen dos tipos: ABC (multiuso para incendios de clases A, B y C) y BC (para incendios de clases B y C). El polvo químico contenido en estos extintores interrumpe la reacción química del fuego y forma una barrera entre el combustible y el oxígeno. Dejan residuos que pueden ser corrosivos y dañinos para equipos electrónicos.

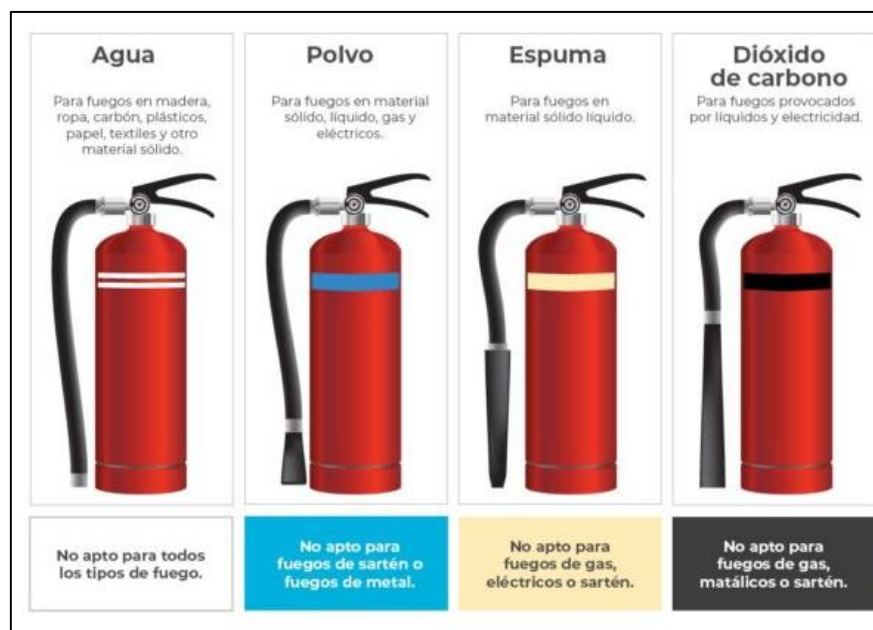


Imagen 7: Tipos de extintores y sus usos.

- **Sistemas hidrantes:** Un sistema de hidrantes es una infraestructura esencial de seguridad contra incendios diseñada para proporcionar un suministro de agua confiable y de alta presión para combatir incendios. Consiste en una red de tuberías que conecta una fuente de agua, como tanques de almacenamiento o la red pública, a hidrantes estratégicamente ubicados en el exterior e interior de las instalaciones. Estos hidrantes permiten a los bomberos o personal de emergencia acceder rápidamente al agua necesaria para

extinguir incendios. Los componentes clave del sistema incluyen las tuberías principales y secundarias, bombas de incendio para asegurar la presión adecuada, válvulas de control y aislamiento, y los propios hidrantes, que pueden ser de columna seca o húmeda según el clima. Regularmente se realizan inspecciones y mantenimientos para garantizar su funcionalidad.

11.5.2 Emisión de amoníaco

Es fundamental que todos los trabajadores estén familiarizados con el plan de respuesta de emergencia y reciban capacitación regular sobre cómo actuar en caso de una emisión de amoníaco u otras situaciones de emergencia.

Ante una emisión de amoníaco en una planta industrial, es crucial seguir un plan de respuesta de emergencia bien definido para proteger la seguridad de los trabajadores y del público, así como para minimizar los impactos en el medio ambiente. A continuación, se detallan acciones clave del plan de respuesta a la emergencia para una emisión de amoníaco:

1. **Activar la alarma:** Tan pronto como se detecte la emisión de amoníaco, se debe activar la alarma de emergencia para alertar a todo el personal de la planta y a las autoridades pertinentes.
2. **Evacuación:** Ordenar la evacuación inmediata de todas las áreas afectadas por la emisión de amoníaco. El personal deberá dirigirse al punto de encuentro seguro definido fuera de la planta.
3. **Aislar el área:** Intentar aislar el área afectada para evitar que el amoníaco se propague a otras partes de la planta o del entorno circundante. Esto puede incluir el cierre de válvulas, puertas y compuertas, así como el uso de barreras físicas si es posible.
4. **Notificar a las autoridades:** Notificar a las autoridades locales de respuesta a emergencias, como los bomberos y los servicios médicos de urgencia, para que brinden asistencia y coordinen la respuesta adecuada.
5. **Atención médica:** Proporcionar los primeros auxilios y la atención médica necesaria a cualquier persona que haya sido expuesta al amoníaco. Esto puede incluir el suministro de oxígeno, el lavado de los ojos y la piel afectada, y la evaluación de posibles efectos respiratorios.
6. **Control de la emisión:** Tomar medidas para detener o controlar la fuente de la emisión de amoníaco, como cerrar válvulas o detener el proceso que está generando la liberación.
7. **Ventilación:** Mejorar la ventilación en el área afectada para dispersar el amoníaco y reducir su concentración a niveles seguros. Esto puede implicar el uso de ventiladores o la apertura de puertas y ventanas si es seguro hacerlo.
8. **Investigación y seguimiento:** Una vez que la situación esté bajo control, se debe llevar a cabo una investigación exhaustiva para determinar la causa de la emisión de amoníaco y tomar medidas para prevenir futuros incidentes similares. Además, se debe realizar un seguimiento del estado de salud de las personas expuestas y del impacto ambiental.

11.5.3 Derrame de ácido fosfórico

Ante un derrame de ácido fosfórico, es fundamental seguir un plan de respuesta de emergencia bien estructurado para proteger la seguridad de los trabajadores, minimizar los impactos ambientales y prevenir lesiones. A continuación, se detallan acciones clave del plan de respuesta a la emergencia para un derrame de ácido fosfórico:

1. **Activar la alarma:** Tan pronto como se detecte el derrame de ácido fosfórico, se debe activar la alarma de emergencia para alertar a todo el personal de la planta y a las autoridades pertinentes.
2. **Evacuación:** Ordenar la evacuación inmediata de todas las áreas afectadas por el derrame. El personal deberá dirigirse al punto de encuentro seguro definido fuera de la planta.
3. **Aislar el área:** Intentar aislar el área afectada para evitar que el ácido fosfórico se propague a otras partes de la planta o del entorno circundante. Esto puede incluir el cierre de válvulas, puertas y compuertas, así como el uso de barreras físicas si es posible.
4. **Notificar a las autoridades:** Notificar a las autoridades locales de respuesta a emergencias, como los bomberos y los servicios médicos de urgencia, para que brinden asistencia y coordinen la respuesta adecuada.
5. **Atención médica:** Proporcionar los primeros auxilios y la atención médica necesaria a cualquier persona que haya estado expuesta al ácido fosfórico. Esto puede incluir el lavado de los ojos y la piel afectada con agua limpia durante al menos 15 minutos, y la evaluación de posibles efectos respiratorios.
6. **Control del derrame:** Tomar medidas para detener o controlar el derrame de ácido fosfórico, como usar materiales absorbentes adecuados, contenedores de contención o barreras para contener el líquido derramado y evitar que se extienda.
7. **Ventilación:** Mejorar la ventilación en el área afectada para dispersar los vapores del ácido fosfórico y reducir su concentración a niveles seguros. Esto puede implicar el uso de ventiladores o la apertura de puertas y ventanas si es seguro hacerlo.
8. **Limpieza y neutralización:** Una vez que se haya controlado el derrame, se debe proceder con la limpieza y neutralización del área afectada utilizando materiales absorbentes específicos y agentes neutralizantes adecuados para el ácido fosfórico.
9. **Investigación y seguimiento:** Se debe llevar a cabo una investigación para determinar la causa del derrame y tomar medidas para prevenir futuros incidentes similares. Además, se debe realizar un seguimiento del estado de salud de las personas expuestas y del impacto ambiental.

11.6 Normas

Existen normativas internacionales que se aplican a la industria química que proporcionan directrices y requisitos para garantizar la seguridad, la calidad y la sostenibilidad de esta. Es esencial que las empresas del sector químico cumplan con estas normativas para proteger a los trabajadores, al medio ambiente y a la comunidad en general. Algunas de las normativas más importantes son:

11.6.1 Normas ISO (Organización Internacional de Estandarización)

- **ISO 9001:** Sistemas de Gestión de Calidad.
- **ISO 14001:** Sistemas de Gestión Medioambiental.
- **ISO 50001:** Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo.

11.6.2 GHS (Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos)

Si bien el GHS no es una norma en sí mismo, este es un sistema integral de comunicación de peligros de alcance internacional, cuyo uso es obligatorio en el ámbito del trabajo. Este sistema unifica los criterios para identificarlos peligros asociados a las sustancias químicas y sus mezclas a través de la adopción de un etiquetado claro y uniforme, y fichas de seguridad estandarizadas.

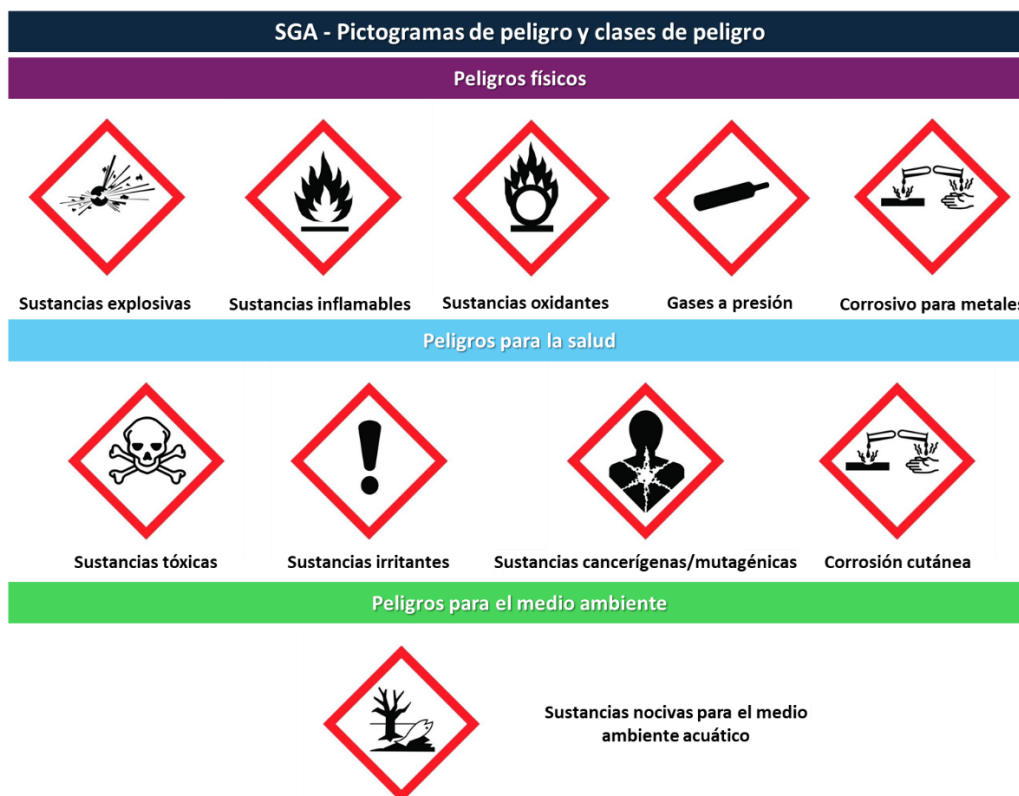


Imagen 8: Pictogramas establecidos por el SGA clasificados por los peligros que representan.

11.6.3 Normas NFPA (National Fire Protection Association)

- **NFPA 704:** Establece un sistema de etiquetado para identificar los riesgos de los materiales peligrosos. Es la norma estadounidense que explica el "diamante de materiales peligrosos" utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos.

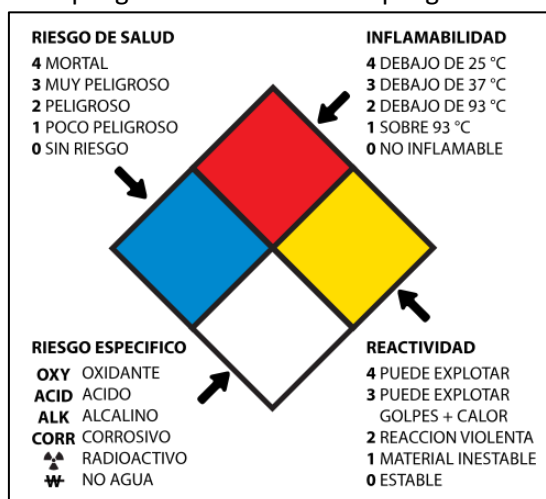


Imagen 9: Sistema Estándar para la Identificación de los Peligros.

11.7 Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

La Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo es un enfoque integral para garantizar que los trabajadores se encuentren protegidos contra los riesgos laborales y que se promueva un entorno laboral seguro y saludable. Consiste en una serie de acciones y medidas que se llevan a cabo en una organización para prevenir accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como para

promover el bienestar físico y mental de los trabajadores. Algunas de estas acciones y medidas incluyen:

- **Identificación de riesgos:** Se lleva a cabo una evaluación exhaustiva de los peligros potenciales en el sitio de trabajo, considerando aspectos como la exposición a productos químicos, riesgos ergonómicos, riesgos de incendio o explosión, entre otros.



Imagen 10: Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- **Control de riesgos:** Una vez identificados los riesgos se deben implementar las medidas para controlarlos. Esto puede incluir cambios en los procesos de trabajo, la instalación de equipos de protección o la mejora de las condiciones de trabajo.
- **Capacitación y formación:** Es fundamental proporcionar a los trabajadores la información y capacitación necesarias sobre los riesgos laborales específicos de su trabajo y cómo prevenirlos. Esto puede incluir capacitación en el uso adecuado de equipos de protección personal, procedimientos de emergencia, entre otros.
- **Equipos y protección:** Se debe suministrar a los trabajadores el equipo de protección personal necesario y asegurarse de que lo utilicen adecuadamente. Esto incluye elementos como cascos, protección ocular, guantes, calzado de seguridad, indumentaria apropiada, protección auditiva, arneses, entre otros.
- **Evaluación y seguimiento de la salud:** Es importante realizar exámenes periódicos para evaluar la salud de los trabajadores en relación con los riesgos laborales a los cuales se encuentran expuestos diariamente. Esto puede incluir pruebas de audición, pruebas de exposición de productos químicos, entre otros.
- **Comunicación y participación:** Implica fomentar la participación activa de los trabajadores en la identificación y control de riesgos, así como en la mejora continua de la salud y seguridad en el trabajo. Algunos ejemplos de aplicación son: la creación de comités de seguridad y salud en el trabajo y la realización de reuniones periódicas para discutir temas relacionados a la seguridad y salud en el trabajo.

- **Revisión y mejora continua:** Deben realizarse auditorías periódicas para evaluar la efectividad de las medidas de control y buscar oportunidades de mejora.



***Imagen 11:** El ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) o Ciclo de Deming.*

- **Cumplimiento legal:** Se debe cumplir con las normativas y regulaciones locales e internacionales en materia de seguridad y salud ocupacional.

Para llevar a cabo una gestión eficaz de la seguridad y salud en el trabajo, es importante que las organizaciones establezcan una política clara y definan roles y responsabilidades claros para la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. También es fundamental involucrar a los trabajadores en el proceso y asegurarse de que tengan acceso a la información y formación necesarias para proteger su salud y seguridad en el trabajo.