



Trabajo de fin de carrera titulado

**“Diseño de un procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco en una planta
cervecera industrial”**

Realizado por:

ALMEIDA VALENCIA CARLOS ENRIQUE

Director de Proyecto:

ING. ESTEBAN CARRERA MSc

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERIA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, marzo de 2021

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CARLOS ENRIQUE ALMEIDA VALECIA, con cédula de identidad # 171910553-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría que no ha sido previamente presentado por ningún grado a calificación profesional y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

C.I.: 171910553-6

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

“DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN EN CASO DE FUGA DE AMONÍACO EN UNA PLANTA CERVECERA INDUSTRIAL”

Realizado por:

ALMEIDA VALENCIA CARLOS ENRIQUE

Como requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERIA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por el profesor

ING. ESTEBAN CARRERA MSc.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Firmado electrónicamente por:
**ESTEBAN RODRIGO
CARRERA ALVAREZ**

Ing. Esteban Carrea MSc.

DIRECTOR

PROFESORES INFORMANTES

Después de revisar el trabajo presentado. Lo ha calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Aimee Vilaret'.

Ing. Aimee Vilaret MSc

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Pablo Davila'.

Ing. Pablo Davila MSc.

DEDICATORIA

A mi madre, por enseñarme que cada paso que damos es un logro. Por enseñarme que no debo bajar mis brazos nunca y que debo luchar por conseguir lo que quiero. Por mi vida, mis logros y tus enseñanzas,

GRACIAS MAMI LOLI.

Tu afecto, tu cariño y tu paciencia son los principales detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para los dos.

Te agradezco por ayudarme a encontrar mi lado firme de la vida. Fuiste, eres y serás mi motivación más grande para concluir todos mis proyectos.

Te lo agradezco muchísimo, Jenny.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirnos estar aquí y proveernos lo necesario para alcanzar nuestras metas.

A mi tutor y lectores por ser una guía incondicional y ser de gran aporte con sus conocimientos para este trabajo de fin de carrera.

A la Universidad Internacional SEK, por sus profesores, por su esfuerzo, pero sobre todo por formar profesionales íntegros.

Al personal de la empresa cervecera presto para brindar apoyo y colaboración para lograr el cumplimiento del objetivo de este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma me apoyaron en mi formación, en mis altibajos y en mis mayores logros, les entrego mi eterno agradecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo de fin de carrera tiene como objetivo lograr la generación del diseño de un procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco que incluya la preparación, la capacidad de respuesta del personal y las acciones correctivas a ser aplicadas ante una posible fuga de amoníaco en una planta cervecera industrial a través de la aplicación de la metodología HAZOP.

Los autores referidos en el desarrollo de este trabajo son: Freedman (2003), Diaz (2012), GUIAR (2021), entre otros. Este trabajo se calificó como tipo descriptivo, con un diseño en campo. Como técnica basada en recolección de datos se utilizó una entrevista, y además se utilizó una lista de chequeo la cual identifica las actividades realizadas por los operadores.

En conclusión, el diseño del plan tendrá como referencia a las medidas preventivas y al control de riesgos, estableciendo objetivos claros y estrategias para reducir y evitar cualquier hecho que podría ser causante de afecciones a la salud o al bienestar de los trabajadores en su ambiente laboral.

Palabras clave: Análisis de riesgo, HAZOP, Sistema, NH₃, Amoníaco.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1.....	11
INTRODUCCIÓN.....	11
El Problema de investigación.....	11
Planteamiento del problema.....	11
Diagnóstico del problema.....	11
Pronóstico.....	15
Control de pronóstico.....	15
Objetivo General.....	16
Objetivos específicos.....	16
Justificación.....	16
Marco Teórico.....	16
Estado actual del conocimiento del tema.....	17
Adopción de una perspectiva teórica.....	18
Hipótesis.....	18
Identificación y Caracterización de las Variables.....	18
Variables de proceso.....	18
Variables de sistemas eléctricos.....	19
Capítulo 2.....	21
MÉTODO.....	21
Método de evaluación de riesgos: Metodología HAZOP.....	21
Tipo de estudio.....	24
Modalidad de investigación.....	25
Método.....	25
Población y muestra.....	25
Selección de instrumentos de investigación.....	25
Capítulo 3.....	26
RESULTADOS.....	26
LEVANTAMIENTO DE DATOS E INFORMACIÓN.....	26
Brigadas de emergencia.....	26
Responsable del desarrollo e implementación del plan.....	26
Jefe de seguridad industrial/Responsable de seguridad física.....	26
Jefe de emergencia.....	27
Brigadas polifuncionales.....	27

Visitantes, proveedores y cualquier personal externo que ingrese a las instalaciones	30
Peligros Potenciales relacionados a una fuga de amoníaco	31
Peligros relacionados a la Salud:	31
Irritación/ corrosión cutánea.....	31
Peligros relacionados con el Medio ambiente:	31
Sistema Globalmente Armonizado.....	31
A quién está dirigido el SGA	32
Pictogramas de identificación	32
Consejos de prudencia.....	33
Listado de equipos de emergencia.....	34
Análisis de datos	36
Análisis de riesgos.....	39
Procesos peligrosos	39
Estrategia para control de riesgos.....	40
Presentación de la propuesta	40
Capítulo 4	42
DISCUSIÓN.....	42
Conclusiones	42
Recomendaciones	43
Capítulo 5	44
ANEXOS	44
ANEXO A.....	44
ANEXO B	45
ANEXO C	46
ANEXO D	47
- OBJETIVO	49
- ALCANCE	49
- DEFINICIONES.....	49
- RESPONSABILIDADES:	50
- ANTECEDENTES	53
<i>Sistemas de refrigeración</i>	<i>53</i>
- JUSTIFICACION	53
- BRIGADAS DE EMERGENCIA	54
<i>Responsable del desarrollo e implementación del plan</i>	<i>54</i>
<i>Responsables de la ejecución del plan de emergencia</i>	<i>54</i>

<i>Jefe de seguridad industrial/Responsable de seguridad física</i>	54
<i>Jefe de emergencia</i>	55
<i>Brigadas polifuncionales</i>	55
<i>Brigada de primeros auxilios</i>	57
<i>Brigada contra incendios y sustancias peligrosas</i>	57
<i>Brigada de evacuación</i>	58
<i>Trabajadores en general</i>	59
- PELIGROS POTENCIALES	60
<i>Incendio o Explosión:</i>	60
<i>Peligros a la salud:</i>	60
<i>Medio ambiente:</i>	60
- DESCRIPCION DE AMENAZAS PRESENTES EN EL AREA	60
<i>Evaluación de riesgos de atmósferas explosivas.</i>	60
<i>Amenazas Mayores:</i>	62
<i>Amenazas Menores:</i>	62
PLANO DEL ÁREA IDENTIFICANDO PRINCIPALES AMENAZAS MENCIONADAS	63
- ACTIVACION DE LA EMERGENCIA	64
<i>Detección</i>	64
<i>Alarma Preventiva (activada por el pullbox ubicada dentro del área.</i>	65
<i>Alarma General (activada por el pullbox ubicados fuera de las áreas, llamando a consola).</i>	65
- RECURSOS	66
LISTADO DE EQUIPOS DE EMERGENCIA	66
- PROTOCOLO DE ACTUACIÓN	68
FUGAS DE AMONÍACO	68
Medidas de actuación previas a un evento:	68
Medidas de actuación durante un evento:	69
Medidas de actuación posteriores a un evento:	70
Capítulo 6	71
BIBLIOGRAFÍA	71

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

El Problema de investigación.

El NH₃ o mejor conocido como amoníaco es posiblemente la tercera sustancia química más abundante producida en el planeta, debido a su uso frecuente en actividades agrícolas e industriales, tomando en cuenta esta información podemos presumir que esta sustancia podría estar implicada en una gran variedad de eventos toxicológicos masivos y afectar a personas en etapas productivas.

Los riesgos que se generan a causa de la manipulación o almacenamiento de productos químicos se representan en un nivel de riesgo alto según indican las leyes y norma nacionales e internacionales, las cuales se encuentran actualmente relacionadas a la identificación, manipulación y manejo de este tipo de sustancias denominadas como peligrosas, con las que varias empresas realizan labores utilizándolas como materias primas en procesos y subprocesos de producción. Contemplando que existen varios tipos de gases, tomaremos al amoníaco como un gas irritante y corrosivo causando por ejemplo las siguientes afectaciones:

- 50 ppm, Irritaciones leves en ojos, nariz y garganta. Suponiendo que nos exponemos a esta dosis por el transcurso de 2 horas.
- 250 ppm, irritación de ojos y tracto respiratorio. Suponiendo que nos exponemos a esta dosis por el transcurso de 30 a 60 minutos.
- 700 ppm, irritación inmediata de ojos y garganta. A este nivel de exposición las consecuencias se empiezan a presentar de manera inmediata.
- >1500 ppm, en estos niveles de exposición ya podemos encontrarnos con edemas pulmonares, tos o laringoespasma.
- 2500-4500 ppm, este nivel de exposición es fatal a tan solo 30 minutos de exposición.
- 5000-10000 ppm, fatal en un rango muy corto de tiempo ya que se obstruye por completo la vía aérea.

En la actualidad es común encontrarnos con accidentes producidos por el uso de este gas en pequeñas y grandes industrias, debido a que es utilizado principalmente.

Planteamiento del problema

¿Cuál es la afectación generada a los empleados de una planta industrial cervecera, al medio ambiente en el que se sitúa y las poblaciones activas cercanas, por la ausencia de procedimientos de contención en caso de que se presente una fuga de gas amoníaco?

Diagnóstico del problema.

Los productos químicos a lo largo de su producción, manipulación, transporte y uso representan un peligro real para la salud y el medio ambiente.

El amoniaco es un compuesto químico cuya molécula está formada por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo con la fórmula NH_3 , es un gas incoloro, picante, altamente hidrosoluble, alcalino y corrosivo, normalmente transportado en forma líquida bajo presión en cilindros de acero. Al entrar en contacto con el aire a temperatura ambiente se evapora fácilmente. Su concentración atmosférica se expresa en partes por millón (ppm).

Los significativos cambios que se están implementando en todas las empresas tanto industriales como de servicios, sean estas privadas o públicas, las reformas en la legislación y normativas en cuanto a Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, cambios que son de carácter obligatorio en su cumplimiento con la legislación vigente en el país, de no ser el caso proceden sanciones por los organismos de control tanto del Ministerio del trabajo, como de Riesgos del Trabajo del IESS.

A manera de historial de accidentes debido a fugas de amoniaco podemos mencionar como evidencias dos casos muy famosos encontrados en Chile, en industria de alimentos como es la frutícola, los casos son los siguientes:

Caso 1

“Mujer, 26 años, sin antecedentes mórbidos, trabajadora de industria frutícola. Accidentalmente expuesta a altas concentraciones de NH_3 (sobre 1.720 ppm) por 15 min al romperse un tubo de refrigeración. Se compromete de conciencia, es rescatada e intubada en el lugar del accidente y trasladada a la Unidad de Pacientes Críticos (UPC) del Hospital del Trabajador de Santiago. Ingresa en insuficiencia respiratoria aguda (IRA) grave con obstrucción de la vía aérea alta y baja, insuficiencia renal aguda no oligúrica y queratoendotelitis tóxica bilateral. Se inicia ventilación mecánica invasiva (VMI), reposición de volumen circulatorio, uso de broncodilatadores, corticoides y antibióticos de amplio espectro. La tomografía axial computada (TAC) de tórax de ingreso muestra opacidades tenues peribroncovasculares, vidrio esmerilado de distribución parcheada, difuso y bilateral (Figura 1), cuadro clínico-radiológico consistente con una injuria pulmonar aguda.” (Navas, 2014)



Figura 1. TAC de tórax al ingreso. Compromiso intersticial difuso con opacidades en parches, áreas de consolidación en lóbulos inferiores y zonas de atrapamiento aéreo.

“Durante su hospitalización destaca un intento fallido de desconexión de la VMI asociado a edema laríngeo y necesidad de traqueostomía transitoria, pudiendo ser extubada a los 19 días de VMI. Cursó además con obstrucción bronquial severa e infecciones bronquiales intercurrentes.

*A los dos años del accidente inhalatorio, la paciente presenta disnea a mínimos esfuerzos, sinología bronquial obstructiva, insuficiencia respiratoria crónica parcial con necesidad de oxigenoterapia permanente y colonización de la vía aérea por *Pseudomonas aeruginosa*. Las pruebas funcionales muestran una alteración ventilatoria obstructiva avanzada sin respuesta a broncodilatador con un volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) de 1,05 L (33,2% del valor teórico), una distancia caminada de 68% del valor teórico, desaturación: SaO₂ = 81% al finalizar la prueba con aire ambiental. La capacidad de difusión de monóxido de carbono (DLCO) es normal.*

La TAC de tórax muestra una bronquiolitis difusa asociada a patrón en mosaico y bronquiectasias cilíndricas (Figura 2)”. (Navas, 2014)



Figura 2. TAC de tórax a los 2 años del accidente inhalatorio. Zonas de atrapamiento aéreo marcado y engrosamiento de paredes bronquiales especialmente a nivel central.

“Se concluye que se trata de una enfermedad grave de la vía aérea: bronquiectasias y bronquiolitis difusa probablemente obliterante secundaria a inhalación masiva de amoníaco. Se plantea trasplante pulmonar”. (Navas, 2014)

Caso 2

“Hombre, 19 años, con antecedentes de Síndrome de Poland (agenesia parcial de músculo pectoral mayor y menor izquierdo, sin anomalías de la mano ipsilateral)7. Trabajador de Industria frutícola, sufre accidente laboral al exponerse a altas concentraciones de NH₃, al romperse tubo de refrigeración. Es rescatado de su lugar de trabajo, requiriendo intubación orotraqueal y traslado a la UPC del Hospital del Trabajador. Resulta con quemadura del 25% de la superficie corporal, quemadura de vía aérea y queratoendotelitis tóxica bilateral. Ingresa en IRA grave, requiriendo VMI, terapia antibiótica empírica, broncodilatadores y corticoides parenterales. La

radiografía de tórax de ingreso (Figura 3) muestra infiltrados pulmonares intersticio-alveolares de predominio perihiliares bilaterales. Cuadro clínico-radiológico concordante con injuria pulmonar aguda”. (Navas, 2014)



Figura 3. Radiografía de tórax al ingreso. Opacidades pulmonares intersticio-alveolares perihiliares bilaterales.

“Durante su evolución destaca un intento fallido de desconexión de VMI asociado a extenso edema laríngeo y de vía aérea superior, necesitando traqueostomía transitoria y VMI por 40 días. Cursó con obstrucción de vía aérea alta y baja, pansinusitis, infecciones respiratorias bajas repetidas y tromboembolismo pulmonar (TEP) bilateral. Requirió de corticoides parenterales, antibióticos de amplio espectro, antifúngicos, terapia broncodilatadora y anticoagulación. Se mantuvo hospitalizado por 4 meses con manejo interdisciplinario, kinesioterapia, soporte nutricional, y rehabilitación fonoaudiológica (por trastorno deglutorio transitorio secundario a quemadura de vías aéreas superiores).

A los 10 meses de ocurrido el accidente el paciente persiste con disnea de mínimo esfuerzo, tos y expectoración abundante, sinología obstructiva persistente, insuficiencia respiratoria crónica (IRQ hipoxémica con necesidad de oxigenoterapia permanente.

Las pruebas funcionales muestran una alteración ventilatoria obstructiva avanzada no modificable con un VEF1 de 770 mL. La saturometría realizada durante la prueba de caminata con oxígeno 3 L/min es de 95% al inicio y de 91% a los seis minutos.

Se concluye que se trata de una enfermedad grave de la vía aérea con bronquiectasias y bronquiolitis difusa probablemente obliterante, secundaria a inhalación masiva de amoníaco. Se plantea trasplante pulmonar”. (Navas, 2014)

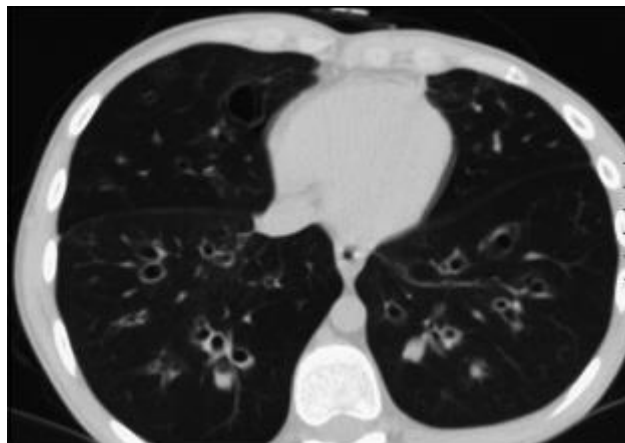


Figura 4. TAC de tórax al noveno mes de evolución. Compromiso pulmonar difuso con zonas de vidrio esmerilado, patrón en mosaico, dilataciones y engrosamiento de las paredes bronquiales.

A continuación, podemos encontrar los niveles de exposición al amoniaco según recomiendan varias normativas.

NIVELES DE EXPOSICIÓN AL AMONIACO SEGÚN NORMATIVAS	
TLV	(Valor límite umbral): 25 ppm (17 mg/m ³) (TLV Tiempo ponderado 8 horas)
STEL	(Límite de exposición a corto plazo 15 minutos) 35 ppm (24 mg/m ³).
OSHA	(Límite de exposición permitido): 50 ppm (35 mg/m ³) TWA.
IDLH	(Inmediatamente peligroso para la vida o la salud) 300 ppm.
MORTAL	Valores del orden de 5000 ppm pueden resultar mortales para exposiciones de pocos minutos.

Pronóstico

La ausencia o falta de conocimiento que llegan a adquirir los trabajadores sobre la legislación vigente en materia de Seguridad, Higiene y Salud, es nuestro enfoque principal que nos da apertura a poder realizar este procedimiento, y así poder determinar en qué nivel de conocimiento se encuentran los trabajadores en temas de legislación vigente, así también como en leyes o normas internas, como pueden ser, planes de seguridad, planes de emergencia, y como se deberían poner en práctica ante un acontecimiento fortuito en una planta cervecera industrial.

Control de pronóstico

Actualmente las empresas se ven obligadas a implementar Sistemas De Gestión De Seguridad Y Salud Ocupacional, con el fin de adquirir un compromiso con la integridad y salud de los trabajadores, en el ambiente en que estos desarrollan sus labores, desarrollando sus procesos productivos con seguridad y en lo posible tratando de reducir los accidentes e incidentes llevados a cabo por actos o condiciones subestándar.

Objetivo General

Diseñar un procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco que incluya la preparación, la capacidad de respuesta del personal y las acciones correctivas a ser aplicadas ante una posible fuga de amoníaco en una planta cervecera industrial a través de la aplicación de la metodología HAZOP.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar los riesgos en el sistema de refrigeración que utiliza (NH₃, amónico).
- ✓ Valorar los riesgos presentes en el sistema de refrigeración por (NH₃, amoníaco).
- ✓ Determinar y analizar cuáles son los procesos peligrosos en el sistema de refrigeración por (NH₃, amoníaco).
- ✓ Establecer estrategias para lograr el control o la mitigación de los riesgos encontrados en el sistema de refrigeración por (NH₃, amoníaco).

Justificación

El desarrollo del diseño de este plan se origina buscando potenciar la seguridad de los trabajadores que interactúan directamente con el sistema de refrigeración por amoníaco, con el propósito de minimizar la posibilidad de que un riesgo se materialice en un accidente.

El diseño de este plan contribuirá al fortalecimiento y potenciamiento de los conocimientos relacionados a los diferentes planteamientos a los que los trabajadores han sido vinculados en cuanto a seguridad industrial, también se busca demostrar que gracias al uso de la metodología HAZOP se logrará mitigar posibles riesgos que se originan dentro de un proceso de sistema de refrigeración por amoníaco.

Es importante recalcar que al buscar, identificar, analizar y controlar los riesgos existentes en los sistemas de refrigeración por amoníaco, se logrará además, determinar elementos peligrosos a los que el trabajador se encuentra expuesto en su área de trabajo, con esto tenemos un valor agregado evitando en gran medida la exposición a riesgos físicos, riesgos mecánicos, riesgos biológicos, riesgos químicos, y riesgos psicosociales, logrando así un ambiente de trabajo más cómodo, confortable y sobre todo seguro, lo que nos garantiza una gestión de trabajo exitosa.

Además de lograr identificar posibles riesgos adicionales que podrían generar accidentes de trabajo que influirán de primera mano sobre la producción, eficiencia, y patrimonio de esta planta cervecera.

Marco Teórico

“El amoníaco se conoce también como gas de Amonio, Amoniaco Anhidro, R-717, espíritu de Hartshorn, AM-FOL, Nitro-Sil. En forma líquida se conoce como Amoniaco líquido o Amoniaco licuado. En soluciones en agua se denomina Amoniaco en solución acuosa o Hidróxido de Amonio.

En condiciones de temperatura y presión ambiente el Amoniaco Anhidro es un gas incoloro, sofocante, de olor irritante y altamente irritante; su olor es familiar al público en general debido a que se emplea en productos de limpieza en forma de soluciones acuosas. Es

más liviano que el aire y posee características de inflamabilidad. Es fácilmente comprimido hasta condensar como líquido transparente a condiciones de 10 atmósferas y 25°C. El Amoniaco Anhidro en cualquiera de sus presentaciones es higroscópico.

El Amoniaco se disuelve fácilmente en agua donde genera el ion Amonio (NH⁺) y forma soluciones alcalinas. El ion Amonio no es gaseoso y no se capta por olor en el ambiente. La forma iónica y neutra del Amoniaco permanecen en equilibrio en la solución y por tanto dichas soluciones, aún a bajas concentraciones, generan vapores de olor irritante.

Industrialmente el Amoniaco está disponible como gas licuado en cilindros de acero, carro tanques presurizados, barcazas (en todos lleva la etiqueta “Gas Comprimido No Inflamable”) y líneas de tuberías. Gracias a su solubilidad en agua, esta sustancia es ampliamente vendida y usada en forma de solución acuosa, que por lo general es del 25% al 30% (peso a volumen). A esta concentración el Amoniaco forma solución saturada en agua.

En la naturaleza el Amoniaco se encuentra en forma de soluciones de diferentes concentraciones en ríos, lagos, pozos y suelos húmedos. Es un nutriente prioritario para algunas plantas y por tanto vital en las cadenas alimenticias donde ellas se encuentran.” (Ministerio de Ambiente & Colombia., 2003)

Amoniaco en el cuerpo: ATSDR (Agencia para el registro de sustancias toxicas y enfermedades) señala que: “El amoniaco es esencial para los mamíferos y es necesario para producir ADN, ARN y proteínas. También contribuye a mantener el equilibrio acido-base en los tejidos de los mamíferos. (INSTITUTE, 2016)

Según el centro de control de enfermedades (CDC por sus siglas en inglés):

- *El amoniaco puede entrar a tu cuerpo al inhalar gas amoniaco, o al ingerir alimentos o agua que contengan sales de amonio.*
- *Si derramas algún líquido que contenga amoniaco sobre tu piel, una pequeña cantidad podrían ingresar a tu cuerpo a través de la piel; sin embargo, será mayor la cantidad que ingrese al respirar gas amoniaco por el derrame.*
- *Después de inhalar amoniaco, exhalas la mayoría de vuelta.*
- *El amoniaco que permanece en el cuerpo se transforma en compuestos de amonio, y es transportado por todo el cuerpo en cuestión de segundos.*
- *La mayor parte del amoniaco que ingresa a tu cuerpo a través de comida o agua, rápidamente se transforma en otras sustancias que son inocuas.*
- *El resto de ese amoniaco es eliminado junto con la orina en unos pocos días. (INSTITUTE, 2016)*

Estado actual del conocimiento del tema.

Actualmente y debido a los incidentes acontecidos en esta empresa cervecera se ha logrado capacitar al personal en cuanto a posibles emergencias por amoniaco con los siguientes cursos:

- Sociabilización del plan de emergencias, noviembre 2020, Todo el personal y brigadistas, 2 horas.
- Capacitación a brigadas en protocolos de actuación del plan de emergencias, enero 2020 brigadistas 2 horas.

- Simulacro con escenario de riesgo dentro de las instalaciones de la empresa, enero 2020 Todo el personal, 20 min.

Adopción de una perspectiva teórica.

Explosión de caldero y fuga de amoniaco en planta cervecera, Quito, Cumbayá 1999. Como resultado de este incidente se realizó evacuación de vecinos cercanos al área, se produjeron importantes daños en instalaciones y una paralización total de la producción por un tiempo de 3 semanas.

Fuga de amoniaco de aproximadamente 6 toneladas en una planta cervecera, Guayaquil 2000. Como resultado de esta fuga se paralizaron 4 empresas aledañas, con una suspensión de actividades de al menos 6 días, en este mismo año se produce una nueva fuga de amoniaco, pero en la ciudad de Quito, esta vez no se reportan incidentes.

El cuerpo de bomberos de Guayaquil se desplaza a una empresa cervecera, debido a un reporte de fuga de amoniaco, registrada el 23 de octubre del 2018, en el área de bodega de enfriamiento, debido a un fallo en una válvula, en este caso, quien realiza el control es el mismo personal de la empresa cervecera, los empleados retornan a sus labores luego de verificar juntamente con el cuerpo de bomberos las instalaciones de dicha empresa.

Hipótesis

La ausencia o desconocimiento acerca de un procedimiento de actuación en caso de fuga de amoniaco en una planta cervecera industrial puede tener como consecuencias tragedias tanto a nivel persona como a nivel infraestructura, generando perdidas tanto productivas como económicas, por esto, es necesario desarrollar e implementar este procedimiento y difundirlo a cada trabajador de la empresa.

Identificación y Caracterización de las Variables

Variables de proceso

Son variables las cuales tienen el potencial de realizar cambios dentro de los procesos, estas variables pueden ser de aspecto físico, químico o una combinación de ambos, dependiendo de la composición de la sustancia y la afectación que estas tengan con el producto.

En todos los procesos podemos encontrar diversos tipos de variables, las cuales pueden afectar a las sustancias dependiendo su aspecto a la entrada o salida del proceso.

Como las variables más comunes dentro de esta planta cervecera podemos encontrar:

Presión

Fuerza aplicada sobre un área determinada.

Nivel

Cantidad de material en existencia en un recipiente.

Temperatura

Medida del grado de calor contenido en un cuerpo o sustancia.

Flujo

Cantidad de materia que pasa por un punto determinado por unidad de tiempo.

Tiempo

Medida de duración o separación de sucesos.

Concentración

Relación entre la cantidad de soluto y solvente presentes en una solución.

pH

Medida de acidez o alcalinidad de una solución.

Flujo másico

Cantidad de una sustancia por unidad de tiempo.

Variables de sistemas eléctricos

Potencia

Cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo.

Las Variables objeto de estudio serán las siguientes:

- Análisis de riesgos
- Metodología HAZOP

Análisis de Riesgos

“Tiene como objetivo la identificación de los accidentes graves que puedan ocurrir en la empresa, así como el cálculo de sus consecuencias y los daños producidos.

Comprende las siguientes actuaciones:

- Identificación de los peligros de accidentes graves, teniendo en cuenta operaciones, fallos técnicos, errores humanos, intervenciones no autorizadas, etc.
- Cálculo de las consecuencias basado en la estimación de los valores que puedan alcanzar las diferentes variables que intervienen en los fenómenos peligrosos.
- Cálculo de la vulnerabilidad que los fenómenos peligrosos suponen para las personas, el medio ambiente y los bienes” (Díaz, 2012).

Esta es la herramienta con la cual podremos obtener una visión clara y priorizada de los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores, ya sean desastres naturales, fallos en infraestructuras o riesgos introducidos por el propio personal, pretendiendo mitigar los riesgos más significativos que pueden afectar a la operatividad de los trabajadores y priorizar las medidas que deberían ser implementadas para evitar la materialización de dichos riesgos o reducir el impacto en caso de que estos se materialicen.

Metodología HAZOP

“El estudio de HAZOP se basa en analizar en forma metódica y sistemática el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (rutinaria o no) y de los factores externos, revelando las situaciones riesgosas.

Se enfoca en determinar como un proceso puede apartarse de sus condiciones normales de operación, planteando las posibles desviaciones que pudieran ocurrir.” (Freedman, 2003)

Se basa en realizar un análisis de manera metódica y sistemática en el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones y sus factores externo, dándonos como resultado la identificación de las situaciones riesgosas.

Se enfoca principalmente determinar como un proceso puede alejarse de las condiciones para las que fue diseñado y sus condiciones normales de operación, planteando así las posibles desviaciones que pueden ocurrir.

Se identifica también como una aplicación de una comprobación rigurosa, sistemática y crítica, a procesos y objetivos de diseño de plantas nuevas o a las existentes, para estimar el potencial de peligrosidad que pudiera generar.

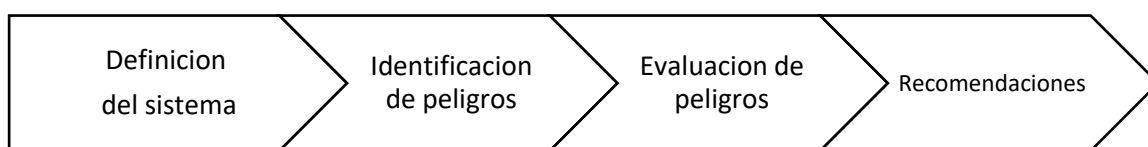
Capítulo 2

MÉTODO

Método de evaluación de riesgos: Metodología HAZOP

Previo a la definición de esta metodología de análisis de peligros, debemos realizar inicialmente una descripción muy general para conocer de donde parte este tipo de análisis y entender un poco mejor la explicación de este. En temas muy generales podemos encontrar que HAZOP es en sí la identificación de peligros.

Es una metodología sistemática la cual fue desarrollada por la necesidad que tuvo un equipo de trabajo. Identifica los peligros asociados a un sistema y evalúa cada una de las situaciones que pueden tener una materialización de los peligros. Su finalidad es ubicar las debilidades de los diseños y operaciones del proceso. Las consecuencias de la materialización de un peligro.



Estudio de peligros y operación: Hazard and Operability Analysis (HAZOP)

Esta técnica está desarrollada para la identificación de peligros y problemas operativos en las instalaciones. Tiene como propósito revisar un proceso con el fin de determinar posibles desviaciones en el diseño y/o la operación de una instalación nueva o existente, y al mismo tiempo determinar sus posibles consecuencias.

Para cada desviación probable deberíamos registrar:

- Causas
- Consecuencias
- Barreras existentes
- Recomendaciones

“HAZOP se ha convertido en el método básico para identificar los peligros potenciales y definir las modificaciones de diseño para mejorar la seguridad en las industrias de procesos.

El método no prescribe soluciones; proporciona un método para un equipo de operadores e ingenieros que sirve como análisis de un proceso, lo que permite a todos a centrar su conocimiento y experiencia de manera sistemática con el objetivo de garantizar que todos los problemas se solucionan. Por lo tanto, este método general se puede aplicar a esencialmente todas las plantas donde exista un proceso.” (Marlin, 2014).

“Una ventaja muy favorable de realizar un análisis HAZOP, es que no se concentra solo en temas de seguridad, sino que también trata de descubrir problemas de operabilidad, que

podrían resultar en malos resultados económicos. Como ejemplos de problemas de operabilidad podemos tener, las excesivas operaciones manuales que nos retrasan la producción, otro podría ser la falta de material para permitir la iniciación y dispositivos de medición adecuados para permitir que el personal pueda supervisar y diagnosticar posibles incidentes, antes de que se ocasionen daños a los equipos o peor aún, generar pérdidas económicas.” (Marlin, 2014).

“La esencia del procedimiento HAZOP es investigar todas las desviaciones significativas de una operación de caso base para determinar (a) los posibles peligros, (b) las consecuencias de cada peligro, y (c) modificaciones para eliminar o reducir la probabilidad del peligro. El procedimiento asume tácitamente que una operación de base segura y operable es conocida; sin embargo, la operación de base también debe ser evaluada durante el análisis HAZOP” (Marlin, 2014).

“El estudio HAZOP considera cada nodo (ubicación, procedimiento, etc.), selecciona los parámetros importantes (variables) del nodo, y para cada nodo considera desviaciones o palabras guía clave en combinación de los parámetros. Cuando se identifica un peligro, las causas están claramente establecidas y se describen las consecuencias, se identifican las salvaguardias en el diseño inicial que tienden a evitar el peligro o mitigar sus consecuencias, y se definen nuevas medidas para mejorar el diseño.” (Marlin, 2014).

Esquema de un análisis HAZOP

Un líder se hará cargo de guiar al equipo de manera sistemática a través del diseño de la planta, usando una serie de palabras guía, las cuales se verán combinadas con algunos parámetros y se aplican en unos nodos definidos.

La esencia de este análisis radica en la revisión de planos y procedimientos en una serie de reuniones en las que un grupo multidisciplinario evalúa la importancia de cada una de las desviaciones por medio de un protocolo. (Marlin, 2014).

Nodos de estudio

“En el análisis HAZOP, el proceso se divide en partes más pequeñas (o subsistemas) denominados “nodos”, los cuales tienen una finalidad común (caudal, presión, temperatura, etc.).

Los parámetros pueden adoptar valores característicos en valor absoluto o variar en un rango o gradiente que se desea mantener estable o controlado. Generalmente un nodo es un equipo principal, un tramo de tubería o un conjunto de equipos y tramos de tuberías funcionalmente interconectados. Los nodos se numerarán y deberán ser definidos de una forma clara y unívoca que impida errores en la interpretación de la extensión de estos, incluyendo las referencias que se precisen a los equipos, válvulas y líneas principales que se asocian al nodo” (Ambiente, 2007).

Palabras guía y parámetros relevantes del proceso

Para poder realizar un efectivo estudio HAZOP, es necesario que estemos familiarizados, es decir usar y conocer estas “palabras guía” y los parámetros a usar en el proceso, para al final poder compararlos y poder realizar el análisis y las recomendaciones.

Las denominadas “palabras guía” se utilizan para indicar el concepto que representan cada uno de los nodos definidos anteriormente, los cuales ingresan o abandonan un elemento determinado. Se pueden aplicar tanto a acciones (reacciones, transferencias, etc.) como a parámetros específicos (presión, caudal, temperatura, etc.) en el siguiente cuadro podemos encontrar algunas palabras guía y cuál es su significado.

Cuadro 1. Palabras guía y parámetros

Ingles	Español	Significado
Obligatorias		
NO	NO / SIN	Negación de la intención de diseño.
MORE	MAS	Incremento cuantitativo en un parámetro de proceso (cuyo valor es posible medir a través de instrumento)
LESS	MENOS	Incremento cuantitativo en un parámetro de proceso (cuyo valor es posible medir a través de instrumento)
OTHER THAN	OTRO	Sustitución o modificación alternativa en el parámetro analizado
REVERSE	INVERSO	Opuesto a la dirección de proceso prevista o contrario a la acción programada
OPCIONALES		
AS WELL AS ALSO	ADEMAS / QUE MAS EN TAMBIEN	Incremento o modificación cualitativa
PART OF	PARTE / PARCIAL	Decremento o modificación cualitativa

Los parámetros normales de operación de un proceso ayudan a definir la evaluación del riesgo la cual estamos analizando. En el cuadro 2 se presentan algunos ejemplos de parámetros, los cuales se comparan con palabras guía. Cada palabra guía se combina con los parámetros relevantes del proceso y se considera en cada nodo.

Cuadro 2. Parámetros relevantes del proceso

FLUJO	TIEMPO	FRECUENCIA	MEZCLADO
PRESION	COMPOSICION	VISCOSIDAD	ADICION
TEMPERATURA	pH	POTENCIA	SEPARACION
NIVEL	VELOCIDAD	INFORMACION	REACCION

Los parámetros relevantes para el proceso que realiza el tanque de almacenamiento de amonio liquido son; presión, temperatura, pH, nivel y flujo.

“Para cada nodo se plantea de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a un determinado parámetro. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y parámetro

de proceso, descartándose durante las sesiones las desviaciones que o tengan sentido para un nodo determinado.” (GUIAR, 2021).

En el cuadro 3 se presentan algunos ejemplos de la combinación de parámetros con las palabras guía para establecer desviaciones.

Cuadro 3. Relación entre palabras guía y parámetros

PALABRAS GUIA	PARAMETROS	DESVIACION
NO	FLUJO	NO FLUJO
MAS	PRESION	ALTA PRESION
ASI COMO	UNA FASE	DOS FASES
EN VEZ DE	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO

Procedimiento para el desarrollo de la metodología HAZOP

Para desarrollar un correcto análisis bajo metodología HAZOP, se deben cumplir con los siguientes pasos

1. Preparación de la revisión:
 - a. Definición del propósito, objetivos y alcance de este estudio. Deben ser explícitos. Los objetivos los define el responsable del proyecto, pero todos deben trabajar juntos para dar un buen enfoque al estudio.
 - b. Escoger un equipo de trabajo: El líder es quien debe poder garantizar la disponibilidad de un grupo hábil y experimentado con el número adecuado de integrantes.
 - c. Obtener los datos necesarios: Planos, distribuciones de planta, instrucciones de operación.
 - d. Organizar los datos y planear la secuencia que debe seguir el estudio, esto conlleva identificar nodos, el desarrollo por parte del líder de una lista preliminar de desviaciones. El líder debe preparar además un plan de trabajo.
 - e. Establecer las reuniones que sean necesarias. Estimar el tiempo necesario para el estudio y la cantidad de reuniones necesarias (se recomienda un tiempo límite de 4 horas). La cantidad de reuniones que sean necesarias.
2. Desarrollo de la revisión
 - a. Completar el estudio de una desviación y establezca todas las acciones sugerir antes de analizar la siguiente desviación.
 - b. Evaluar todos los peligros asociados a una sección del proceso antes de sugerir acciones para la seguridad.
3. Documentación de los resultados
 - a. La persona asignada debe ser capaz de distinguir los aspectos más pertinentes de la conversación y registrar las ideas más importantes. Los miembros del grupo deben realizar una revisión final del documento y programar una reunión adicional para la discusión de este. **Tipo de estudio**

Para el desarrollo de este trabajo de titulación se utilizó el tipo de estudio descriptivo, mismo que intentará analizar, comprender y resolver la problemática que se tiene de las

vivencias de cada trabajador en una planta cervecera con base en la seguridad y salud laboral ofrecida por la empresa, a fin de lograr un entendimiento, interpretación y explicación de los factores que se encuentran interviniendo con causas efectos utilizando métodos característicos de la investigación.

Dentro de las técnicas de investigación también se encuentra la observación a los trabajos realizados en la fuente del sistema de refrigeración usado por una planta cervecera, con lo cual se logra observar el estado en que se encuentran las diferentes maquinas, equipos y las medidas de seguridad dispuestas para cada una de estas, sin dejar de lado la protección brindada a los trabajadores de la empresa.

Modalidad de investigación

Se realizó una investigación de campo, centrándonos en un área específica de una planta cervecera, la cual se encarga de almacenar el amoníaco a las diferentes áreas.

Método

El método usado es inductivo – deductivo, ya que se intentará pasar de un conocimiento particular a un conocimiento general por parte de los trabajadores de una planta cervecera.

Población y muestra

Población: el diseño de este plan tiene como fin ser comunicado a todo el personal de la planta cervecera, incluyendo al personal contratista y las visitas que pudieren ingresar a la planta.

Muestra: personal de la planta cervecera.

Selección de instrumentos de investigación

Se realizará con el instrumento de investigación basado en la observación, ya que evaluaremos el plan de emergencias existente de la compañía y sus procedimientos de actuación frente a emergencias con amoníaco.

Encuestas con la finalidad de obtener información relevante para el desarrollo del trabajo final de fin de carrera.

Capítulo 3

RESULTADOS

LEVANTAMIENTO DE DATOS E INFORMACIÓN.

El área de encargada del almacenamiento, manejo y transporte de amoníaco cuenta con varios medios de protección en caso de una emergencia con el sistema de refrigeración, sin embargo, siempre existe la probabilidad de presentarse algún tipo de emergencia, por ese motivo se ha desarrollado este plan de emergencia que se encargará de cubrir algunos posibles escenarios de emergencias.

Después de haber identificado, clasificado y priorizado los distintos riesgos existentes se implementarán acciones que ayuden a mitigar en lo posible todos los riesgos encontrados.

Para ello se realizarán distintas actividades en las que se involucra a todos los usuarios, trabajadores y personal general, logrando así, una estancia más segura, como también se logrará dar protección al personal y a los bienes inmuebles de la empresa.

Brigadas de emergencia

Responsable del desarrollo e implementación del plan

Se designará un jefe de emergencia, quién supervisará, ejecutará e implementará el cumplimiento del presente procedimiento de actuación, el área de Seguridad industrial dará soporte para el cumplimiento del presente procedimiento.

Jefe de seguridad industrial/Responsable de seguridad física

La autoridad designada por la empresa para el departamento de seguridad industrial, su directriz será de mayor responsabilidad durante las emergencias. Solicitará a los miembros que coordinan la emergencia toda la información correspondiente al tipo de emergencia, tomará decisiones conjuntas con Bomberos, Cruz Roja, Hospitales, Organismos de Socorro y otros si fuera necesario.

Deberá poseer sólidos conocimientos de este procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco, para lograr enfrentar efectivamente los diferentes tipos de emergencia, debiendo ser una persona con dotes de mando y localizable durante las 24 horas del día.

Decidirá el momento de la evacuación del de todo el personal de la empresa.

Se encargará de avisar a la Brigada de comunicación para que active la alarma en las instalaciones, se constituirá en la consola de mandos y se ubicará en un lugar seguro en la empresa “Punto de encuentro”, además de cumplir con las siguientes funciones:

- Planificar e implementar acciones en el manejo de riesgos.
- Revisar y probar la preparación y eficiencia del personal regularmente.
- Controlar que los parámetros establecidos en el plan de emergencia se cumplan.
- Cumplir y hacer cumplir las normas y políticas de seguridad.
- Mantenerse informado del personal externo que ingresa diariamente a la empresa.

- Analizar la situación de emergencia.
- Si la emergencia no es controlable solicitar apoyo a la brigada de comunicación para contar con ayuda externa especializada.
- Si la emergencia es más amplia que la capacidad que puede soportar la empresa deberá encargarse de que las demás brigadas evacuen al personal, sin poner en riesgo su propia vida.
- Mantener comunicación constante con la persona a cargo del cumplimiento de este plan.
- Proponer la adopción de medidas para tener una mejora constante de las condiciones de seguridad.
- Vigilar en todo momento las condiciones de trabajo.
- Velar por el cumplimiento de la ley, reglamentos acuerdos y normativas legales vigentes.
- Ejecutar simulacros
- Ejecutar las actividades planificadas.

Jefe de emergencia

Persona calificada, entrenada, que pueda ser responsable de asumir la coordinación operativa de los integrantes de las brigadas. El jefe de la emergencia determinará quién intervendrá durante la emergencia directamente y quienes apoyarán en otras labores, cumpliendo las siguientes funciones:

- El jefe de emergencia debe ser la persona que vele por la seguridad del grupo.
- Persona que delegue las labores específicas para el control de emergencias.
- Conocer ampliamente este procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco.
- Asegurarse de que se cumplan a cabalidad con los protocolos de actuación ante emergencias.
- Mantener comunicación constante con el jefe de SI y la brigada de comunicación.
- Actuar con responsabilidad, prudencia en las actividades que realice.
- Cumplir y hacer cumplir las normas y políticas de seguridad.
- Actuar eficientemente ante cualquier llamado de emergencia.
- Tener siempre listo su equipo para atención básica de emergencias.
- Asistir a las charlas de capacitación que se dicten y procurar mantener actualizados sus conocimientos en cuanto a emergencias.
- En caso de ausencia del jefe de brigadas habrá un delegado para ocupar su función en la empresa, el mismo que será el encargado de dirigir con responsabilidad y disciplina a los brigadistas.

Brigadas polifuncionales

Las Brigadas de Emergencia es una organización interna de la empresa, que está constituida por colaboradores voluntarios, que recibirán capacitación, preparación y entrenamiento especiales con la finalidad de afrontar las emergencias que puedan originarse por la actividad realizada.

La organización y formación de la Brigada es avanzada, de modo que la misma está preparada para controlar todas las emergencias de grado I y II, no se descarta la colaboración de organismos externos para emergencias de grado III.

Brigada de comunicación

- Contar con un listado de números telefónicos de los grupos de apoyo de la zona, mismos que deberá de dar a conocer a todo el personal.
- Conocer y tener un listado de los números telefónicos de los servicios de emergencia.
- Comunicar datos claros y precisos en caso de detectar alguna emergencia.
- Hacer las llamadas a los grupos de apoyo, solicitando ayuda en caso de ser necesario.
- Información que debe proporcionar.
 - Tipo de emergencia.
 - Dirección del accidente y un sitio de referencia.
 - Número de heridos.
 - Nombre del informante.
 - Número telefónico del cual llama.
- No debe colgar el teléfono, debe quedarse en la línea hasta que el despachador del servicio de emergencia le dé la orden.
- Tomará nota del número de ambulancia, nombre del responsable, dependencia y el lugar donde será remitido el paciente, y realizará la llamada a los parientes del lesionado.
- Recibir la información de cada brigada, de acuerdo con el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente, para informarle al jefe de seguridad industrial y cuerpos de emergencia.
- Permanecer en el puesto de comunicación e instalarse previo acuerdo de la comisión de emergencias hasta el último momento, o bien, si cuenta con aparatos de comunicación portátiles, lo instalará en el punto de reunión
- Ayudar después de cada simulacro en el reporte de los resultados para toda la organización, a fin de mantenerlos actualizados e informados en los avances de la organización en materia de actuación y respuesta ante emergencias
- Facilitar el ingreso a los servicios de emergencia en caso de algún evento inesperado.
- Dar a conocer a los visitantes las normas y políticas de seguridad en la empresa.
- Recibida una alarma (nocturna) en el tablero de detección, por avisadores manuales, de telefonía, el personal de turno nocturno procederá en forma inmediata a:
 - Confirmada la alarma dar aviso al servicio de emergencias e informar con lujo de detalles el tipo de incidente, vías de ingreso dirección exacta, puntos de referencia, tipo de emergencia y otros.
 - Comunicar sobre la emergencia al comando de emergencias.

Brigada de primeros auxilios

- Conocer la ubicación de los botiquines todo tipo y camillas en las instalaciones exactamente y estar pendiente del buen abastecimiento de insumos de cada uno de estos.
- Brindar los primeros auxilios a los heridos en las zonas seguras.
- Evacuar a los heridos de gravedad a los establecimientos de salud más cercanos a las instalaciones, zonas de seguridad, refugios temporales seguros y otros.
- Estar capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.
- Comunicar de manera inmediata al jefe de emergencia, del estado del personal herido.

- Recibida la alarma, el personal de la brigada se dirigirá con urgencia al lugar siniestrado.
- Al arribo de organismo de socorro se informará las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.
- Tener una participación en las campañas de salud que organice la empresa como parte del programa de Salud en el Trabajo.

Brigada contra incendios y manejo de sustancias peligrosas

- Comunicar de manera inmediata al jefe de emergencia o líder de Brigada, de la ocurrencia de un incendio.
- Actuar de inmediato haciendo uso de los equipos contra incendio y una vez controlado se deberá ayudar en las labores de remoción de escombros y limpieza de todas las áreas afectadas.
- Capacitarse y entrenarse para actuar en caso de incendio.
- Activar e instruir la activación de las alarmas contra incendio colocadas en lugares estratégicos de las instalaciones.
- Recibida la alarma, el personal de la brigada se dirigirá con urgencia al lugar siniestrado.
- En el lugar del incendio se evaluará la situación, si es crítica y sobrepasa la capacidad de respuesta de la brigada, se informará al Comando Emergencia para que se tomen las medidas y procedimientos del Plan de emergencia.
- Se adoptará las medidas de ataque que considere conveniente para combatir el incendio.
- Se tomará las debidas seguridades sobre de protección personal para los integrantes que realicen las tareas de extinción.
- Al arribo del Cuerpo de Bomberos se informará las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.
- Monitorear e inspeccionar el estado operativo y la correcta ubicación de los equipos de protección, tales como extintores, hidrantes, mangueras, medidores de gases, equipos de auto contenido, etc.

En caso de derrame o fuga de sustancias peligrosas como el NH₃, la brigada contra incendios y sustancias peligrosas actuará en esta emergencia y deberá realizar lo siguiente:

- Inspeccionar periódicamente las áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas y NH₃
- Conocer el proceso de manejo de sustancias peligrosas y NH₃.
- Revisar periódicamente las hojas de seguridad.
- Inventariar e inspeccionar periódicamente los equipos y elementos de protección para control de derrames y fugas.
- Asistir a las capacitaciones.
- Acudir a los entrenamientos de la brigada.

Brigada de evacuación

- Comunicar de manera inmediata al jefe de brigada y jefe de seguridad industrial del inicio del proceso de evacuación.

- Reconocer las zonas seguras, zonas de riesgo y las rutas de evacuación de las instalaciones a la perfección.
- Conocer o informar sobre la dirección del viento, utilizando como guía las mangas de viento, las cuales se deberán conocer con precisión.
- Abrir las puertas de evacuación a su alcance en las instalaciones solo si es posible, y si éstas se encuentran por alguna situación cerradas.
- Dirigir al personal y visitantes en la evacuación de las instalaciones hacia los puntos de encuentro.
- Verificar que todo el personal y visitantes hayan evacuado las instalaciones usando un sistema de conteo rápido.
- Conocer la ubicación de los tableros eléctricos, llaves de suministro de agua y tanques de combustibles para desactivarlos en caso de emergencia.
- Estar suficientemente capacitados y entrenados (evidenciado) para afrontar las emergencias.
- Realizar labores de traslado de lesionados hacia zonas de seguridad, dispensario médico y otros.
- Realizar recorridos periódicos para revisar visualmente que las áreas de la organización estén en condiciones normales de operación, libres de obstáculos y condiciones que pudieran poner en riesgo la seguridad de todos los trabajadores.

Trabajadores en general (Internos y externos)

- Actuar con responsabilidad, prudencia en las actividades que realice.
- Cumplir y hacer cumplir las normas y políticas de seguridad.
- Atender a los llamados de emergencia en caso de formar parte de alguna brigada.
- Estar atento si en su área se encuentran visitas u otras personas.
 - Informar inmediatamente a los superiores en caso de alguna eventualidad para que ellos puedan informar la situación a los servicios de emergencia.
- Si se encontrara alejado del área que pertenece, acudir a las zonas de seguridad establecidas, integrándose a cualquier otro grupo cercano y luego ya en la zona de seguridad reportarse ante su jefe de área.
- En caso de una emergencia contribuir fielmente con las necesidades de la empresa.
- No intervenir en las labores concernientes a las brigadas si no dispone de los conocimientos necesarios para tal efecto.
- No regresar a los sitios de trabajo en caso de una evacuación y permanecer en la zona de seguridad hasta nuevas órdenes.

Visitantes, proveedores y cualquier personal externo que ingrese a las instalaciones

- Mantener Informado a todo este tipo de personas sobre las normas de seguridad en la empresa (Evidenciado).
- Aprobar la inducción de seguridad industrial antes de realizar labores o cumplir una visita.
- Cumplir a cabalidad todas las normas y políticas de seguridad.
- No permanecer solo si se encuentra como visita, siempre debe estar con su acompañante.
- No ingresar a zonas no autorizadas.

- Si se suscita una emergencia durante el transcurso de la visita mantener la calma y seguir las indicaciones de los jefes de área y/o brigadistas, donde se encuentre y evacue con ellos dirigiéndose a las zonas de seguridad señaladas, si se presentará el caso.
- El personal externo deberá acatar las indicaciones del responsable que esté a cargo en ese momento.

Peligros Potenciales relacionados a una fuga de amoníaco

Incendio o Explosión: Extremadamente inflamable, puede encenderse por calor, chispas o flamas. Los vapores pueden viajar a una fuente de ignición y regresar en flamas. El contenedor puede explotar violentamente con el calor del fuego. Hay peligro de explosión y envenenamiento por el vapor adentro y afuera de un edificio o en las alcantarillas. El escurrimiento a las alcantarillas puede originar peligro de fuego o explosión.

Peligros relacionados a la Salud:

Irritación/ corrosión cutánea

El contacto con el líquido puede causar quemaduras por frío o congelación. Causa irritación de la piel.

Lesiones oculares graves / irritación ocular

Irrita los ojos. Causa quemaduras severas en los ojos. Puede causar lesiones permanentes en los ojos.

Sensibilización respiratoria o cutánea

Irrita las vías respiratorias. Puede causar graves lesiones pulmonares. Puede ser mortal si se inhala. Posibles efectos adversos retardados. La exposición prolongada a pequeñas concentraciones puede producir edema pulmonar. Posible edema pulmonar con desenlace mortal.

Peligros relacionados con el Medio ambiente:

Los escurrimientos resultantes del control de fuego o el agua con el material diluido pueden contaminar suelo o fuentes de agua cercanas.

Sistema Globalmente Armonizado

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos (SGA o GHS por sus siglas en inglés) establece criterios armonizados para clasificar sustancias y mezclas con respecto a sus peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente. Incluye además elementos armonizados para la comunicación de peligros, con requisitos sobre etiquetas, pictogramas y fichas de seguridad. Los criterios establecidos en el SGA se basan en lo descrito en un documento denominado Libro Púrpura.

A quién está dirigido el SGA

El SGA aplica a todos los productos químicos, excepto aquellos productos que están regulados a través de sus propias leyes o reglamentos, éstos son: productos farmacéuticos, aditivos alimentarios, artículos cosméticos y residuos de plaguicidas en alimentos.

El público al que está dirigido el Sistema son los consumidores de los productos químicos, los trabajadores relacionados al sector transporte y los que brindan servicios de emergencia.

Pictogramas de identificación

Corrosivo

Puede ser corrosivo para los metales.

Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.



Peligro grave para la salud

Puede irritar las vías respiratorias.

Puede provocar somnolencia o vértigo.

Puede provocar una reacción alérgica en la piel.

Provoca irritación ocular grave.

Provoca irritación cutánea.

Nocivo en caso de ingestión.

Nocivo en contacto con la piel.

Nocivo en caso de inhalación.

Nociva para la salud pública y el medio ambiente por destruir el ozono estratosférico.



Peligro para el medio ambiente

Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.



Gas a presión

Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

Contiene gas refrigerado; Puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.

Consejos de prudencia

Usar guantes.

Usar ropa de protección.

Usar equipo de protección para los ojos.

Usar equipo de protección para la cara.

Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición.

Evitar su liberación al medio ambiente.

En caso de inhalación

Transportar la víctima al exterior y mantenerla en reposo, en una posición confortable para respirar. Consulte a un médico inmediatamente.

En caso de contacto con la piel (o cabello)

Quitarse inmediatamente toda prenda contaminada.

Lavar con agua y ducharse.

En caso de contacto con los ojos

Lavarse cuidadosamente con agua durante varios minutos.

Quitar lentes de contacto (en caso de hacer uso de estos) y solo si es posible y resulta fácil hacerlo.

Consulte a un médico inmediatamente.

Listado de equipos de emergencia

EQUIPO	UBICACIÓN SUGERIDA	FOTOGRAFÍA
DETECTOR GASES FIJO	DE Áreas con mayor riesgo	
MEDIDOR GASES: MULTIGAS GASALERT MICRO5	DE Oficinas de área de almacenamiento	
EQUIPO RESPIRACION AUTONOMA	DE Ingresos / Salidas de área de almacenamiento	
BOTIQUIN RIMEROS AUXILIOS	DE Oficinas de área de almacenamiento	

DUCHAS LAVAOJOS	Y Ingresos / Salidas de área de almacenamiento Alrededores del área	
PULSADORES DE EMERGENCIA	Ingresos / Salidas de área de almacenamiento	
MASCARAS TIPO FULL FACE CARTUCHOS 6400 AMONIACO	Anaquel de almacenamiento de Equipo de protección personal	
GUANTES DE NEOPRENO	Oficinas del área de almacenamiento Anaquel de almacenamiento de Equipo de protección personal	
KIT ANTIDERRAME	Ingresos / Salidas de área de almacenamiento Alrededores del área	
SEÑALETICA DE EVACUACION	Toda ruta de evacuación en el área	

El avance continuo de esta investigación se logra visualizar detallando cada una de las actividades y recursos, con las técnicas de recolección de datos, también la indagación teórica y enfoques que puedan sustentar esta variable de estudio y que permitirá el correcto desarrollo de este plan de actuación.

A continuación, se presentan los análisis y las discusiones de estos resultados, desglosados por objetivos y fases, definidos por la metodología utilizada.

Análisis de datos

Se procedió a emplear los instrumentos de recolección de datos, los cuales fueron aplicados al personal a cargo del almacenamiento, manejo y transporte de amoníaco, dejándonos como resultado una compilación de información que es analizada tanto cuantitativa como cualitativamente.

Se realizó con la finalidad de dar plantear un análisis de riesgos a través del método HAZOP en el sistema de refrigeración por amoníaco en una planta cervecera, con el fin de lograr minimizar y controlar los riesgos en el sistema, para así poder garantizar la salud de los trabajadores al momento de realizar sus actividades con normalidad.

FORMATO TIPO TABLA METODOLOGIA HAZOP					
N° Sección / Nodo: 1		N° DTI: 1	Titulo DTI: Sistema de refrigeracion		Fecha revisión DTI: NA
Descripción: Evaluacion de riesgo para la implementacion de un procedimiento de actuacion en caso de una fuga de amoniaco		Objetivo del equipo: Investigar a fondo, de una manera metodica y por partes sus procesos. Identificar los posibles problemas de diseño y operaciones. Este estudio se puede aplicar a mas procesos, ya sean de elaboracion, de envasado o produccion.			
Desviación	Causas Posibles	No	Consecuencias potenciales	Sistemas y procedimientos de seguridad	Recomendaciones
Mas nivel	Fallo en controladores de caudal, fallos en mediciones, apertura de valvulas no controladas	1	Mayor presion Fugas y roturas Fuga de fluido Caudales superiores a los limites de filtros	Deteccion de niveles Controladores de caudal (entrada)	Alarmas visuales y sonoras (alto nivel) Mantenimientos preventivos de valvulas y tuberias para prevencion de obstruccion
No flujo	Tuberias Obstruidas	2	Detencion del proceso	Indicadores de caudal	Alarmas visuales y sonoras, bajo flujo Controles de presion Programas de mantenimiento
Mas flujo	Bomba con potencia elevada Falla en filtros de solidos Restos de solidos	3	Solidos que pueden avanzar dentro del proceso Solidos no eliminados	Linea alternativa	Alarma visual y sonora, alto caudal Programas de mantenimiento y reemplazo de filtros
Menos flujo	Bomba con potencia reducida Obstruccion en filtros Rotura o fugas	4	Cavitacion de bomba	Indicadores de caudal	Alarmas visuales y sonoras, bajo flujo Control de presion
* DTI: Diagrama de Tuberías e Instrumentación					

FORMATO TIPO TABLA METODOLOGIA HAZOP					
N° Sección / Nodo: 2		N° DTI: 2	Titulo DTI: Unidad de presion descarga		Fecha revisión DTI: NA
Descripción: Evaluacion de riesgo para la implementacion de un procedimiento de actuacion en caso de una fuga de amoniaco			Objetivo del equipo: Investigar a fondo, de una manera metodica y por partes sus procesos. Identificar los posibles problemas de diseño y operaciones. Este estudio se puede aplicar a mas procesos, ya sean de elaboracion, de envasado o produccion.		
Desviación	Causas Posibles	No	Consecuencias potenciales	Sistemas y procedimientos de seguridad	Recomendaciones
No presion	No ingresa gas refrigerante para compresion El sistema arranca sin produccion de presion	5	Consumo de energia sin utilidad Entrega de frio deficiente Afectacion directa l proceso	Rutinas de monitoreo Registros de funcionamiento de compresores	Alarma visual y sonora, bajas de presion
Mas presion	Bloques de valvulas de salida Ausencia de condensacion Presencia de gases no condensables	6	Posible fuga de amoniaco	Inspecciones y pruebas de alarmas Calibracion de valvulas y valvulas de seguridad Simulacros de actuacion en caso de fugas de amoniaco.	Alarmas visuales y sonoras, presion alta Valvulas de seguridad. Botones de parada de emergencia en compresores. Sistema de deteccion de gases (NH3), conexión directa a alarmas sonoras y visuales. Procedimiento de actuacion en caso de fugas de amoniaco.
Menos presion	Llegada de NH3 con baja presion Fallo en controladores de presion	7	Trabajo de compresor sin alcanzar valores previstos Consumo de energia sin utilidad	Monitoreo constante de funcionamiento de compr	Alarma visual y sonora, baja presion

* DTI: Diagrama de Tuberías e Instrumentación

FORMATO TIPO TABLA METODOLOGIA HAZOP					
N° Sección / Nodo: 3		N° DTI: 3	Titulo DTI: Temperaturas de succion		Fecha revisión DTI: NA
Descripción: Evaluacion de riesgo para la implementacion de un procedimiento de actuacion en caso de una fuga de amoniaco			Objetivo del equipo: Investigar a fondo, de una manera metodica y por partes sus procesos. Identificar los posibles problemas de diseño y operaciones. Este estudio se puede aplicar a mas procesos, ya sean de elaboracion, de envasado o produccion.		
Desviación	Causas Posibles	No	Consecuencias potenciales	Sistemas y procedimientos de seguridad	Recomendaciones
Menos Temperatura	Retorno de NH3 liquido desde evaporadores	8	Daños mecanicos del compresor. Derrame de amoniaco.	Inspecciones y pruebas de alarmas Calibracion de Sensores Simulacros de actuacion en caso de fugas de amoniaco.	Alarma visual y sonora, nivel alto de evaporadores Alarma visual y sonora, nivel bajas temperaturas compresores Botones de parada de emergencia en compresores Sistema de deteccion de gases (NH3), conexión directa a alarmas sonoras y visuales. Procedimiento de actuacion en caso de fugas de amoniaco. Instalacion de trampas en lineas de amoniaco

* DTI: Diagrama de Tuberías e Instrumentación

Análisis de riesgos

Como instrumento de recolección de datos se utilizó una breve encuesta, la cual consta de cinco (5) preguntas abiertas (Ver anexo A), esta encuesta fue aplicada en los departamentos de seguridad industrial y en sala de fuerza, específicamente fue aplicado a:

- Gerente de seguridad industrial.
- Analista de seguridad industrial.
- Gerente de sala de fuerza.
- Jefe de operaciones.

Este último nos brindó detalles de cada riesgo que se encuentra presente en el sistema de refrigeración por amoníaco, pudiendo así generar una lista de chequeo directa, conformada por la verificación del funcionamiento del sistema y los procesos que se realizan a diario (Anexo B), con esta lista de chequeo lograremos analizar y obtener el área crítica en la cual se podrán desarrollar las fases consiguientes.

Procesos peligrosos

Se plantea dar cumplimiento a la valoración de los riesgos en el sistema de refrigeración por amoníaco en la empresa cervecera y determinar los procesos que resultan peligrosos en el sistema, valorándolos según indica la NTP-330.

Una vez determinado el nivel de riesgo, se asignó un nivel de intervención para tener conocimiento en cuanto a criticidad de cada una de las deficiencias que existen en el sistema de refrigeración por amoníaco para el riesgo tratado.

Para lograr identificar y valorar los riesgos se lo realizará con las siguientes tablas:

TEMPERATURAS EXTREMAS

Nivel de intervención	III
Nivel de riesgo	80-60
Nivel de consecuencia	10 (bajo)
Nivel de probabilidad	8
Nivel de exposición	4 (continua)
Nivel de deficiencia	2 (Mejorable)

CONTACTO DIRECTO CON SUSTANCIAS QUIMICAS

Nivel de intervención	II
Nivel de riesgo	200-150
Nivel de consecuencia	25 (grave)
Nivel de probabilidad	6
Nivel de exposición	1 (esporádica)
Nivel de deficiencia	6 (deficiente)

INHALACION DE SUSTANCIAS QUIMICAS

Nivel de intervención	I
Nivel de riesgo	2000-1200
Nivel de consecuencia	100 (mortal)
Nivel de probabilidad	12
Nivel de exposición	2 (ocasional)
Nivel de deficiencia	6 (deficiente)

RUIDO

Nivel de intervención	II
Nivel de riesgo	480-360
Nivel de consecuencia	60 (muy graves)
Nivel de probabilidad	8
Nivel de exposición	4 (continua)
Nivel de deficiencia	2 (mejorable)

Además, para determinar los procesos peligrosos, se tomó la información obtenida del sistema de recolección de datos (ANEXO A), donde se logró determinar que existen 5 posibles procesos peligrosos, los cuales son denominados de la siguiente manera:

- Recepción y almacenamiento de amoniaco.
- Despresurización de los equipos del sistema.
- Chequeo diario e inspección de los equipos.
- Mantenimientos y reparaciones en los equipos (Personal externo).
- Ruptura o colapso de tuberías por deterioro o falta de mantenimiento.

Estrategia para control de riesgos

Para lograr el control de riesgos de igual manera se utiliza nuevamente el (ANEXO A), en el cual los empleados desarrollaron ciertas estrategias que ameritan plantearse a la empresa para mitigar los riesgos que logramos obtener del proceso del sistema de refrigeración por amoniaco, que involucra al personal de planta y también al personal externo.

Logrando así el objetivo principal de este trabajo de titulación, desarrollando un procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco en una planta cervecera industrial, plasmando todas las estrategias para lograr una correcta actuación en el caso de materialización de uno de los peligros obtenidos.

Presentación de la propuesta

A continuación, se presentan estrategias que se deben incluir en los procedimientos, estas permitirán mitigar riesgos identificados presentes en el área de sala de fuerza dentro de una planta cervecera.

Como estrategia inicial, se plantea analizar la MSDS del refrigerante utilizado para el sistema de refrigeración (NH₃, amoniaco), concluyendo que hay una manera bastante efectiva de mitigar el amoniaco en estado gaseoso en el caso de llegar a tener una fuga masiva o a mediana escala en algún equipo o alguna de las tuberías que transportan dicha sustancia, seleccionando el (H₂O, agua) como un elemento o factor que permite contrarrestar en alto

porcentaje los efectos del amoniaco, debido a esto, se plantea la colocación de tomas de agua cerca del sistema y en lugares estratégico de fácil acceso para facilitar la actuación en caso de una fuga.

Además, en algunas áreas se podrá colocar aspersores de agua para en caso de una fuga, poder disolver el amoniaco y posteriormente neutralizarlo con ácido acético (vinagre) o disoluciones diluidas de ácido clorhídrico.

De esta manera, los operadores o el personal que se encuentre disponible para corregir una fuga, además de tener sus equipos de protección personal debidamente colocados, tendrán un ambiente con menor cantidad de amoniaco en el área donde ocurra algún evento no esperado, maximizando así el uso del equipo de autocontenido.

Cabe recalcar que los operadores que realicen recorridos para la verificación de los equipos dentro del sistema de refrigeración por amoniaco de la planta, o ya sean los mantenimientos realizados (rutinarios / programados) al sistema de refrigeración por amoniaco, tengan un amplio conocimiento de las propiedades que adquiere este elemento químico, y sobre todo a que riesgos se encuentran expuestas las personas que realicen cualquier tipo de trabajo con este químico.

Al realizar un recorrido por planta se pudo notar que algunas de las líneas de tubería de este sistema se encuentran en mal estado, pudiéndose notar a simple vista un desgaste o deterioro en el aislante que recubre y evita que las tuberías se congelen, dado que esto produce oxidación en las tuberías, incrementado así la posibilidad de presentarse una fuga de amoniaco, ya sea en estado líquido o gaseoso.

Con respecto al ruido generado dentro de sala de fuerza y a sus alrededores, debido a la utilización de compresores, se pudo verificar que si cuentan con una notificación tanto visual como textual acerca del uso obligatorio de protección auditiva dentro de esta área y en sus cercanías, sin embargo, hay personas quienes no acatan ninguno de estos requisitos, tanto para el ingreso al área como para el tránsito por sus alrededores; Se logró poner en conocimiento sobre esta falta al departamento de seguridad industrial, recomendando se realice periódicamente charlas de concienciación, para que los trabajadores y visitantes entiendan que el uso de estos implementos de protección personal es obligatorio, ya que de no cumplirse se podrían presentar afectaciones a la salud de estos.

En cuanto a las temperaturas extremas, en dicha área, pueden presentarse altas temperaturas debido al funcionamiento de calderos y compresores, cuando se noten estas subidas de temperaturas se recomienda al personal tanto interno como externo o de visitas, la realización de pausas periódicas.

Si tomamos en cuenta el contacto directo con sustancias químicas (en nuestro caso enfoque inicial NH₃), la única manera de que esto se presente es que esta sustancia se encuentre en estado líquido

De cumplirse este estado, podría causar quemaduras hasta de tercer grado, debido a su temperatura extremadamente baja. Una vez mencionado esto, se reitera la importancia de que las tuberías se encuentren en un excelente estado.

Capítulo 4

DISCUSIÓN

Conclusiones

Luego de haberse realizado el análisis y discusión de los resultados obtenidos en este trabajo para titulación, se logró medir la variable correspondiente con sus objetivos, estableciendo al final las siguientes conclusiones:

Con relación al primer objetivo específico presentado, se logró clasificar los riesgos presentes en sala de fuerza (sistema de refrigeración por NH₃, amoniaco), gracias a las entrevistas realizadas (ANEXO A), las cuales brindaron en detalle los riesgos presentes en sala de fuerza, específicamente en el sistema de refrigeración por amoniaco, información que fue comparada con los resultados de la aplicación de la metodología HAZOP, buscando las similitudes y las congruencias en el desarrollo de este trabajo de titulación. De igual manera, el desarrollo de la lista de chequeo estuvo conformada por la verificación del funcionamiento del sistema y los procesos que se realizan a diario, para luego ser analizados con el fin de hallar el punto crítico donde se desarrollará la propuesta de identificar los riesgos.

Por otro lado, en cuanto a los dos objetivos específicos siguientes, pudimos obtener los siguientes resultados:

- El nivel cuantitativo fue muy deficiente con respecto al nivel de deficiencia que existe en el área de sala de fuerza, luego de haber evaluado las condiciones en sitio de planta y su plan de seguridad.
- La norma NTP330 propone otorgar valores cuantitativos para poder tener una idea de que tan expuesto se encuentra un trabajador cumpliendo su jornada laboral a los riesgos presentes en el área, predominando el rango cuatro (4) como el más grave.
- La valoración del riesgo a partir de la probabilidad y el nivel de consecuencias antes evaluado nos arroja una posibilidad de valoración en el rango de 20 hasta 4000. Dicha interpretación según la NTP330 propone una explicación a estos valores, predominando como consecuencias “mortal o catastrófico).
- En cuanto al nivel de intervención, obtuvimos como resultado un rango de 4000 – 600, lo cual nos indica una clara situación crítica, la cual requiere una corrección de manera urgente.
- Una vez determinados estos valores, podemos verificar cual es nuestro nivel de riesgo, el cual nos guiara en la realización de intervenciones para saber qué tan crítico y que tan pronto debemos realizar un ataque a las deficiencias encontradas en el área de sala de fuerza. Tomando en cuenta cada riesgo identificado y valorarlo de la siguiente manera: Ruido, Contacto directo son sustancias químicas, inhalación de sustancias químicas y temperaturas extremas.

Para lograr cumplir con nuestro último objetivo específico y partiendo del análisis de la MSDS del refrigerante que se utiliza como principal compuesto para el sistema de refrigeración (NH₃, amoniaco), podemos concluir que hay maneras tanto accesibles como efectivas al momento de contrarrestar el amoniaco en estado gaseoso si llegase a suceder algún evento no planificado, seleccionando el agua como elemento para contrarrestar en alto porcentaje los efectos que puede ocasionar el amoniaco.

Se recomienda que en las plantas cerveceras que se utilice este tipo de sistemas de refrigeración se instalen rociadores de agua para en caso de fugas lograr controlarlas de mejor manera.

A su vez se recomienda también una alta difusión de la MSDS de (NH₃, amoníaco), al menos una vez al mes o de manera trimestral, a todas y cada una de las áreas de la planta, además de practicar charlas relacionadas a los riesgos, procesos y potenciales peligros que se pudieran presentar en la planta por poner un sistema de refrigeración por (NH₃, amoníaco) por parte del departamento de seguridad industrial para todo el personal de la empresa.

Es de alta importancia que las tuberías y los equipos tengan una inspección y un mantenimiento preventivo para mitigar la probabilidad de que ocurra un evento no deseado y que pueda afectar al personal que se encuentra realizando sus labores en la planta cervecera.

Se deben realizar reuniones semanales con las personas a cargo de cada área, para verifica que todo el personal posea sus EPP's y los mantenga de una manera adecuada, para poder usarlos cuando sean necesarios.

Se concluye que la metodología HAZOP debería tener un seguimiento, ya que este permite a la empresa evaluar el sistema entero y nos ofrece las medidas correctivas que se deban implementar para que el área de sala de fuerza se encuentre en un excelente estado.

Recomendaciones

Se recomienda inicialmente y como algo fundamental, realizar actualizaciones a planes de emergencia, enfocado principalmente a la mitigación de riesgos, minimizando así, la probabilidad de que ocurran accidentes, cuidando así lo primordial que es la salud de los trabajadores, pero sin descuidar las fallas en los equipos o tuberías, ya que ambas representan una pérdida para la empresa.

Un plan de seguridad debería contener los siguientes aspectos:

1. Evaluación, análisis y prevención sobre la ocurrencia de emergencias.
2. Evitar o mitigar las lesiones que las emergencias puedan ocasionar al personal o a terceros presentes en planta.
3. Evitar o mitigar el impacto de una emergencia con amoníaco sobre la salud de los trabajadores.
4. Reducir las pérdidas económicas y las afectaciones que pueden afectar a las instalaciones.
5. Capacitar a todo el personal, de manera gratuita, ya que es un derecho, sobre la prevención de riesgos, y dentro de lo posible realizar entrenamientos en acciones de respuesta ante situaciones de emergencia con (NH₃, amoníaco).
6. Contar siempre con procedimientos escritos y de conocimiento global con respecto a las acciones que se deberán cumplir durante las operaciones de respuesta a emergencia.

Capítulo 5

ANEXOS

ANEXO A

Entrevista dirigida a averiguar el conocimiento de la persona.

ENTREVISTA DE CONOCIMIENTO

UTILIDAD DE AVERIGUACION

LUGAR: _____ FECHA: _____

HORA DE INICIO: _____ HORA DE FINALIZACION: _____

Información general

Nombre de la persona que realiza la encuestas: _____

Profesión: _____

Puesto de trabajo: _____

Edad: _____

1. ¿Usted conoce acerca de los riesgos existentes en el área de sala de fuerza debido al uso de amoníaco en los sistemas de refrigeración? ¿Qué riesgos conoce?

2. ¿Usted conoce acerca de los daños que podrían ser generados por el desconocimiento de la información acerca de la presencia de riesgos en el área de sala de fuerza debido al uso de amoníaco en los sistemas de refrigeración?

3. ¿Usted conoce acerca de los procesos que son peligrosos dentro del área de sala de fuerza debido al uso de amoníaco en los sistemas de refrigeración?

ANEXO B

Lista de chequeo para conocimiento de las actividades el operador

LISTA DE CHEQUEO DIARIA

UTILIDAD DE OBSERVACION

Fecha de levantamiento: _____

Objetivo

Identificación de actividades realizadas por los operadores y verificación del estado del sistema de refrigeración en sala de fuerza

	SI	NO
¿Está consciente el operador en cuanto a los riesgos presentes en el sistema?		
¿El operador ingresa al área solo o acompañado?		
¿Tiene asignado el operador un horario para realizar revisiones del sistema?		
¿Posee el operador equipos de protección adecuados y los usa de manera correcta?		
¿El operador inspecciona cada una de las maquinas o equipos definidos para el sistema?		
¿El operador evalúa cada uno de los parámetros usados en la metodología HAZOP? (Temperatura, presión, fluido, entre otros)		
¿Presenta el operador toda la información recabada durante el recorrido de inspección al sistema?		
¿Se encuentra en buen estado el sistema? (Tuberías y equipos)		
¿Se registran anomalías o equipos no operativos?		

ANEXO C

Formato de metodología HAZOP tipo tabla

FORMATO TIPO TABLA METODOLOGIA HAZOP					
N° Sección / Nodo:.....		N° DTI:.....	Titulo DTI:.....		Fecha revisión DTI:.....
Descripción:.....			Objetivo del equipo:.....		
.....					
Desviación	Causas Posibles	No	Consecuencias potenciales	Sistemas y procedimientos de seguridad	Recomendaciones
NO FLUJO					
MAS FLUIDO					
MENOS FLUIDO					
MAS PRESION					
MENOS PRESION					
MAS TEMPERATURA					
MENOS TEMPERATURA					
FUGA					
RUPTURA					

* DTI: Diagrama de Tuberías e Instrumentación

ANEXO D

Procedimiento de actuación en caso de fuga de amoníaco en una planta cervecera industrial.

PLAN DE EMERGENCIA EN CASO DE FUGAS DE AMONIACO EN UNA PLANTA
CERVECERA

Contenido

1. OBJETIVO	49
2. ALCANCE.....	49
3. DEFINICIONES	49
4. RESPONSABILIDADES:.....	50
5. ANTECEDENTES	53
Sistemas de refrigeración.....	53
6. JUSTIFICACION	53
7. BRIGADAS DE EMERGENCIA.....	54
Responsable del desarrollo e implementación del plan.....	54
Responsables de la ejecución del plan de emergencia	54
Jefe de seguridad industrial/Responsable de seguridad física	54
Jefe de emergencia.....	55
Brigadas polifuncionales	55
Brigada de primeros auxilios.....	57
Brigada contra incendios y sustancias peligrosas.....	57
Brigada de evacuación.....	58
Trabajadores en general.....	59
8. PELIGROS POTENCIALES.....	60
Incendio o Explosión:.....	60
Peligros a la salud:.....	60

Medio ambiente:	60
9. DESCRIPCION DE AMENAZAS PRESENTES EN EL AREA.....	60
Evaluación de riesgos de atmósferas explosivas.	60
Amenazas Mayores:	62
Amenazas Menores:	62
PLANO DEL ÁREA IDENTIFICANDO PRINCIPALES AMENAZAS MENCIONADAS	63
10. ACTIVACION DE LA EMERGENCIA	64
Detección	64
Alarma Preventiva (activada por el pullbox ubicada dentro del área.	65
Alarma General (activada por el pullbox ubicados fuera de las áreas, llamando a consola).	65
11. RECURSOS	66
LISTADO DE EQUIPOS DE EMERGENCIA	66
12. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN	68
FUGAS DE AMONÍACO.....	68
Medidas de actuación previas a un evento:.....	68
Medidas de actuación durante un evento:	69
Medidas de actuación posteriores a un evento:.....	70
CONOCIMIENTOS, CURSOS, PRACTICAS Y SIMULACROS SUGERIDOS PARA EL PERSONAL	70

- **OBJETIVO**

Desarrollar e implementar un Plan de emergencia que incluya la preparación y la capacidad de respuesta del personal ante una posible fuga de amoníaco en área de Servicios Auxiliares. Identificar y evaluar los riesgos presentes en los sistemas de refrigeración del área y definir medidas de prevención y protección con el fin de prevenir y mitigar posibles impactos a la persona, propiedad y al medio ambiente.

- **ALCANCE**

El presente plan de emergencia aplica para todo el personal de una planta cervecera. Incluido el personal contratista y visitas dentro de la empresa.

- **DEFINICIONES**

Planes de emergencia

Son las acciones documentadas, resultado de la organización de las empresas, instituciones, centros educativos, lugares de recreación y la comunidad, para poder enfrentar situaciones especiales de riesgo como incendios, explosiones, derrames, terremotos, erupciones, inundaciones, deslaves, huracanes y violencia.

Calamidad o situación de emergencia

Cualquier evento que puede afectar potencialmente el objeto comercial de la compañía, la reputación, los productos, la marca, los consumidores, los clientes, los trabajadores, la comunidad o los accionistas de una manera seria.

Crisis

Es un conjunto de circunstancias que públicamente amenazan la integridad, reputación y/o supervivencia de una organización.

Tiene el potencial para generar una pérdida de tiempo y pérdida temporal del control- Del Orden Público. “Sera crisis declarada durante la empresa, una vez que el presidente y/o el Coordinador activen el Comité de Crisis”.

Comunicaciones Externas

En caso de emergencia incluye comunicación con:

Servicios de emergencias Externos (Bomberos, servicios de ambulancia, policía, etc.); Autoridades; Vecinos; Familiares de empleados (incluyendo Lesionados); Prensa; Otras personas interesadas (tales como planta de tratamiento de aguas recibiendo aguas de la Cervecería para tratamiento);

Comunicaciones Internas

Incluye comunicación con: Empleados; Servicios de Emergencia Internos (Brigada Contra incendios, servicios médicos...); Gerentes y especialistas de planta y país; Coordinador del equipo de gestión de crisis; Aseguradoras; Departamento de safety de zona

DEA

Desfibrilador automático externo un dispositivo electrónico portátil que automáticamente diagnostica arritmias cardíacas defibrilación ventricular y taquicardia ventricular que amenazan la vida de un paciente y puede tratarlas a través de defibrilación, la aplicación de terapia eléctrica la cual detiene la arritmia, permitiendo al corazón restablecer un ritmo efectivo.

Equipo de respuesta a emergencias- HAZMAT (Hazardous Materials)

El equipo de respuesta a emergencias con Materiales Peligrosos es un equipo de empleados que están entrenados para responder a situaciones de emergencia que involucran materiales peligrosos.

Simulacro

Ejercicio práctico en el cual se pone a prueba el plan de emergencia, evaluando la acción y reacción de las personas.

E.R.A

El equipo de respiración autónoma provee al usuario protección respiratoria independiente para trabajar en atmósferas contaminadas o con falta de oxígeno.

- **RESPONSABILIDADES:**

Director de Planta:

Se encarga de proporcionar los recursos necesarios para que el plan de emergencia funcione.

Gerente de Seguridad Industrial:

Se encarga de coordinar los recursos materiales y logísticos que garanticen el funcionamiento del plan de emergencia.

Brigada de emergencia:

Ayudar y coordinar la evacuación, rescate, control de incendios, primeros auxilios, limpieza de materiales peligrosos y no peligrosos, facilitar la acción de los cuerpos de apoyo externo y evitar el ingreso de personal al centro de trabajo.

Jefe de seguridad Física:

Dar la voz de alerta, comunicarse con los entes de apoyo externos y evitar el reingreso del personal al centro de trabajo.

Demás personal del centro de trabajo: Cumplir con las disposiciones dadas durante una emergencia, conocer sus riesgos y evacuar hacia las zonas de refugio ya designadas.

Comunidad:

Colaborar y participar con las prácticas de evacuación y salvamento realizadas por la empresa.

Personal de apoyo externo:

Conocer el plan de emergencia del centro de trabajo y colaborar siempre con las labores de rescate, control de incendios y evaluación de las condiciones seguras para el retorno.

Trabajadores en general

Estar atento si en su área se encuentran visitas u otras personas.

Informar inmediatamente a los superiores en caso de alguna eventualidad.

Si se encontrara alejado del área que pertenece, acudir a las zonas de seguridad establecidas, integrándose a cualquier otro grupo cercano y luego ya en la zona de seguridad reportarse ante su jefe de área.

En caso de una emergencia contribuir realmente con las necesidades de la empresa.

Visitantes proveedores, personal externo.

Conocer y cumplir con las normas y políticas de seguridad de la planta.

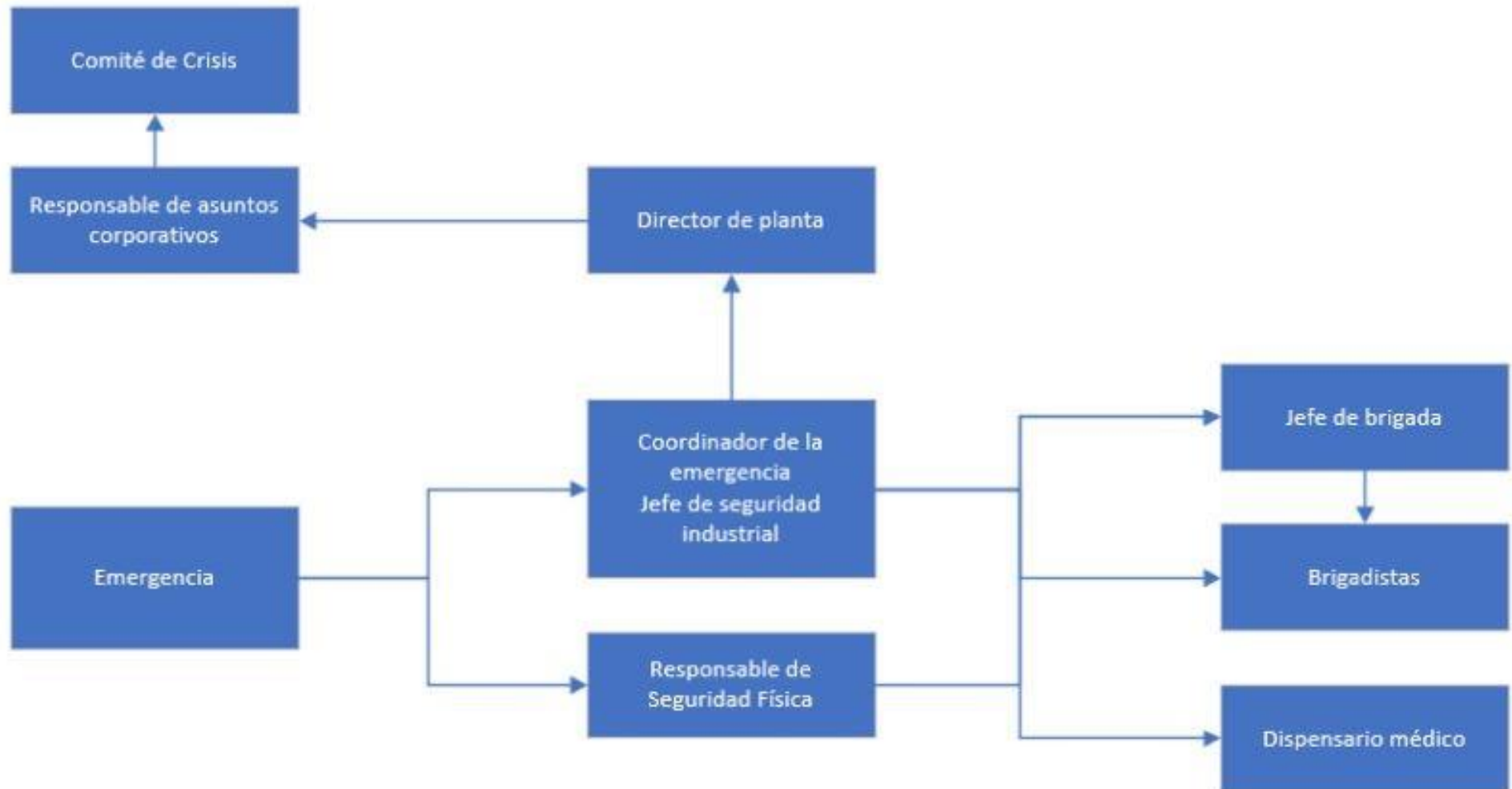
Revisar el video del APP safety 360° semestralmente. No permanecer solos si se encuentra como visita.

No ingresar a zonas no autorizadas.

Si se suscita una emergencia durante el transcurso de la visita mantener la calma y seguir las indicaciones de los jefes de área y/o brigadistas, donde se encuentre y evacue juntamente con ellos a las zonas de seguridad, si es el caso.

El personal externo deberá acatar las indicaciones del responsable que esté a cargo en ese momento.

ORGANIZACIÓN INTERNA



- ANTECEDENTES

Sistemas de refrigeración

Los productos químicos a lo largo de su producción, manipulación, transporte y uso representan un peligro real para la salud y el medio ambiente.

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula está formada por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo con la fórmula NH_3 , es un gas incoloro, picante, altamente hidrosoluble, alcalino y corrosivo, normalmente transportado en forma líquida bajo presión en cilindros de acero. Al entrar en contacto con el aire a temperatura ambiente se evapora fácilmente. Su concentración atmosférica se expresa en partes por millón (ppm).

Dada su alta solubilidad en agua y alcalinidad, la exposición aguda a NH_3 afecta principalmente la piel y las mucosas, generando síntomas irritativos y quemaduras a nivel ocular, cutáneo, respiratorio y digestivo (si es ingerido), en caso de exposición a altas concentraciones se acompañan de pérdida de conciencia y alteraciones cardiovasculares.

En el sistema respiratorio la inhalación aguda de NH_3 , en altas concentraciones y por período prolongado, afecta desde la mucosa nasal hasta el alvéolo, pudiendo resultar en quemaduras nasofaríngea y traqueal, obstrucción de la vía aérea, bronquiolitis,

alveolitis, edema pulmonar no cardiogénico, falla respiratoria y muerte. Si el paciente sobrevive, generalmente se presentan lesiones crónicas incapacitantes, tales como bronquiectasias y bronquiolitis obliterante.

NIVELES DE EXPOSICIÓN AL AMONIACO SEGÚN NORMATIVAS	
TLV	(Valor límite umbral): 25 ppm (17 mg/m ³) (TLV Tiempo ponderado 8 horas).
STEL	(Límite de exposición a corto plazo 15 minutos) 35 ppm (24 mg/m ³).
OSHA	(Límite de exposición permitido): 50 ppm (35 mg/m ³) TWA.
IDLH	(Inmediatamente peligroso para la vida o la salud) 300 ppm.
MORTAL	Valores del orden de 5000 ppm pueden resultar mortales para exposiciones de pocos minutos.

- JUSTIFICACION

El área de Sala de fuerza cuenta con algunos medios de protección en caso de una emergencia con el sistema de refrigeración, sin embargo, siempre existe la probabilidad de presentarse algún tipo de emergencia, por ese motivo se ha desarrollado este plan de emergencia que pretende cubrir algunos posibles escenarios de emergencias.

Después de haber identificado, clasificado y priorizado los distintos riesgos existentes se implementarán acciones que ayuden a mitigar todos los riesgos encontrados para ello se

realizarán distintas actividades en las que se involucra a todos los usuarios, trabajadores y personal general, logrando así, una estancia más segura, como también se logrará dar protección al personal y a los bienes inmuebles.

- BRIGADAS DE EMERGENCIA

Responsable del desarrollo e implementación del plan

Como responsable del plan de emergencias y su correspondiente implementación: Diego Ballesteros, responsable del PSM, designado como jefe de emergencia, quién supervisará, ejecutará e implementará el cumplimiento del presente plan de emergencias adicional el área de Seguridad industrial dará soporte para el cumplimiento del presente plan de emergencias.

Responsables de la ejecución del plan de emergencia

Al momento de la emergencia se establecerá el comando de emergencia (COE) interno de la empresa conformada por:

Jefe del plan de Emergencia-NH3

Jefe de Seguridad Industrial

Jefe de emergencia.

Jefe de seguridad industrial/Responsable de seguridad física

Autoridad en la empresa, su directriz será de mayor responsabilidad durante las emergencias.

Solicitará a los miembros que conforman el Comando de Emergencia información correspondiente al tipo de emergencia, tomará decisiones conjuntas con Bomberos, Cruz Roja, Hospitales, Organismos de Socorro y otros si fuera necesario.

Poseerá sólidos conocimientos del presente plan de emergencias y para enfrentar los diferentes tipos de emergencia, debiendo ser una persona con dotes de mando y localizable durante las 24 horas del día.

Decidirá el momento de la evacuación del de todo el personal de la empresa.

Avisará a la Brigada de comunicación para que active la alarma en las instalaciones, se constituirá en la consola de mandos y se ubicará en un lugar seguro en la empresa “Punto de encuentro”.

Funciones:

Planificar e implementar acciones en el manejo de riesgos.

Revisar y probar la preparación y eficiencia del personal regularmente.

Controlar que los parámetros establecidos en el plan de emergencia se cumplan. Cumplir y hacer cumplir las normas y políticas de seguridad.

Mantenerse informado del personal externo que ingresa diariamente a la empresa.

Analizar la situación de emergencia:

Si la emergencia no es controlable solicitar apoyo a la brigada de comunicación para la ayuda externa.

Si la emergencia sale de la capacidad de control solicitar a las brigadas que colaboren tan solo con las labores de evacuación.

Mantener comunicación constante con el jefe del plan de emergencias. Proponer la adopción de medidas para mejorar las condiciones de seguridad. Vigilar las condiciones de trabajo.

Ejecutar las actividades planificadas.

Jefe de emergencia

Persona calificada, entrenada, responsable de asumir la coordinación operativa de los integrantes de las brigadas. El jefe de la Emergencia determinará quién atacará la emergencia directamente y quienes apoyarán en otras labores.

Funciones:

El jefe de emergencia debe ser la persona que vele por la seguridad del grupo. Persona que delegue las labores específicas para el control de emergencias. Conocer ampliamente este plan de emergencias.

Asegurarse que se cumplan a cabalidad con los protocolos de actuación ante a emergencias.

Mantener comunicación constante con el jefe de SI y la brigada de comunicación

(seguridad física).

Actuar con responsabilidad, prudencia en las actividades que realice. Cumplir y hacer cumplir las normas y políticas de seguridad.

Actuar eficientemente ante cualquier llamado de emergencia.

Tener siempre listo su equipo para atención básica de emergencias. Asistir a las charlas de capacitación que se dicten y procurar mantener

actualizados sus conocimientos en cuanto a emergencias se refiere.

En caso de ausencia del jefe de brigada habrá un delegado para ocupar su función en la empresa, el mismo que será el encargado de dirigir con responsabilidad, disciplina a los brigadistas

Brigadas polifuncionales

Las Brigadas de Emergencia es una organización interna de la empresa, que está constituida por colaboradores voluntarios, que recibirán capacitación, preparación y entrenamiento

especiales con la finalidad de afrontar las emergencias que puedan originarse por la actividad realizada.

La organización y formación de la Brigada es avanzada, de modo que la misma está preparada para controlar todas las emergencias de grado I y II, no se descarta la

colaboración de organismos externos para emergencias de grado III.

Brigada de comunicación (Seguridad física)

Contar con un listado de números telefónicos de los grupos de apoyo de la zona, mismos que deberá de dar a conocer a todo el personal.

Conocer y tener un listado de los números telefónicos de los servicios de emergencia.

Comunicar datos claros y precisos en caso de detectar alguna emergencia.

Hacer las llamadas a los grupos de apoyo, solicitando ayuda en caso de ser necesario.

Información que debe proporcionar.

1. Tipo de emergencia.
2. Dirección del accidente y un sitio de referencia.
3. Número de heridos.
4. Nombre del informante.
5. Número telefónico del cual llama.

No debe colgar el teléfono, debe quedarse en la línea hasta que el despachador del servicio de emergencia le dé la orden.

Tomará nota del número de ambulancia, nombre del responsable, dependencia y el lugar donde será remitido el paciente, y realizará la llamada a los parientes del lesionado.

Recibir la información de cada brigada, de acuerdo con el alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre que se presente, para informarle al jefe de seguridad industrial y cuerpos de emergencia.

Permanecer en el puesto de comunicación e instalarse previo acuerdo de la comisión de emergencias hasta el último momento, o bien, si cuenta con aparatos de comunicación portátiles, lo instalará en el punto de reunión

Ayudar después de cada simulacro en el reporte de los resultados para toda la organización, a fin de mantenerlos actualizados e informados en los avances de la organización en materia de actuación y respuesta ante emergencias

Facilitar el ingreso a los servicios de emergencia en caso de algún evento inesperado.

Dar a conocer a los visitantes las normas y políticas de seguridad en la empresa.

Recibida una alarma (nocturna) en el tablero de detección, por avisadores manuales, de telefonía, el personal de turno nocturno procederá en forma inmediata:

Confirmada la alarma dar aviso al servicio de emergencias e informar con lujo de detalles el tipo de incidente, vías de ingreso dirección exacta, puntos de referencia, tipo de emergencia y otros.

Comunicar sobre la emergencia al comando de emergencias

Brigada de primeros auxilios

Conocer la ubicación de los botiquines tipo B y camillas en las instalaciones y estar pendiente del buen abastecimiento con insumos de estos.

Brindar los primeros auxilios a los heridos en las zonas seguras.

Evacuar a los heridos de gravedad a los establecimientos de salud más cercanos a las instalaciones, zonas de seguridad, refugios temporales seguros y otros.

Estar capacitados y entrenados para afrontar las emergencias

Comunicar de manera inmediata al jefe de emergencia, del estado del personal herido.

Recibida la alarma, el personal de la brigada se dirigirá con urgencia al lugar siniestrado.

Al arribo de organismo de socorro se informará las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.

Tener una participación en las campañas de salud que organice la empresa como parte del programa de Salud en el Trabajo.

Brigada contra incendios y sustancias peligrosas

Comunicar de manera inmediata al jefe de emergencia o líder de Brigada, de la ocurrencia de un incendio.

Actuar de inmediato haciendo uso de los equipos contra incendio y una vez controlado se deberá ayudar en las labores de remoción de escombros y limpieza de todas las áreas afectadas.

Capacitarse y entrenarse para actuar en caso de incendio.

Activar e instruir la activación de las alarmas contra incendio colocadas en lugares estratégicos de las instalaciones.

Recibida la alarma, el personal de la brigada se dirigirá con urgencia al lugar siniestrado.

En el lugar del incendio se evaluará la situación, si es crítica y sobrepasa la capacidad de respuesta de la brigada, se informará al Comando Emergencia para que se tomen las medidas y procedimientos del Plan de emergencia.

Se adoptará las medidas de ataque que considere conveniente para combatir el incendio.

Se tomará las debidas seguridades sobre de protección personal para los integrantes que realicen las tareas de extinción.

Al arribo del Cuerpo de Bomberos se informará las medidas adoptadas y las tareas que se están realizando, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.

Monitorear e inspeccionar el estado operativo y la correcta ubicación de los equipos de protección, tales como extintores, hidrantes, mangueras, medidores de gases, equipos de auto contenido, etc.

En caso de derrame o fuga de sustancias peligrosas como el NH₃, la brigada contra incendios y sustancias peligrosas actuará en esta emergencia y deberá realizar lo siguiente:

Inspeccionar periódicamente las áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas y NH₃

Conocer el proceso de manejo de sustancias peligrosas y NH₃.

Revisar periódicamente las hojas de seguridad.

Inventariar e inspeccionar periódicamente los equipos y elementos de protección para control de derrames y fugas.

Asistir a las capacitaciones.

Acudir a los entrenamientos de la brigada.

Brigada de evacuación

Comunicar de manera inmediata al jefe de brigada y jefe de seguridad industrial del inicio del proceso de evacuación.

Reconocer las zonas seguras, zonas de riesgo y las rutas de evacuación de las instalaciones a la perfección.

Conocer la ubicación de las mangas de viento.

Abrir las puertas de evacuación a su alcance en las instalaciones, si éstas se encuentran cerradas

Dirigir al personal y visitantes en la evacuación de las instalaciones hacia los puntos de encuentro adecuados.

Verificar que todo el personal y visitantes hayan evacuado las instalaciones. Sistemas de conteo rápido.

Conocer la ubicación de los tableros eléctricos, llaves de suministro de agua y tanques de combustibles para desactivarlos en caso de emergencia.

Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias. Realizar labores de traslado de lesionados hacia zonas de seguridad, dispensario médico y otros.

Realizar recorridos periódicos para revisar visualmente que las áreas de la organización estén en condiciones normales de operación, libres de obstáculos y condiciones que pudieran poner en riesgo la seguridad de todos los trabajadores

Trabajadores en general

Actuar con responsabilidad, prudencia en las actividades que realice.

Cumplir y hacer cumplir las normas y políticas de seguridad.

Atender a los llamados de emergencia en caso de formar parte de alguna brigada.

Estar atento si en su área se encuentran visitas u otras personas.

Informar inmediatamente a los superiores en caso de alguna eventualidad para que ellos puedan informar la situación a los servicios de emergencia.

Si se encontrara alejado del área que pertenece, acudir a las zonas de seguridad establecidas, integrándose a cualquier otro grupo cercano y luego ya en la zona de seguridad reportarse ante su jefe de área.

En caso de una emergencia contribuir fielmente con las necesidades de la empresa.

No intervenir en las labores concernientes a las brigadas si no dispone de los conocimientos necesarios para tal efecto.

No regresar a los sitios de trabajo en caso de una evacuación y permanecer en la zona de seguridad hasta nuevas órdenes.

Visitantes, proveedores, personal externo

Informarles sobre las normas de seguridad en la empresa.

Revisar el video de safety 360° semestralmente.

Aprobar la inducción de seguridad industrial y entregar toda la información antes de realizar labores.

Cumplir con las normas y políticas de seguridad. No permanecer solos si se encuentra como visita. No ingresar a zonas no autorizadas.

Si se suscita una emergencia durante el transcurso de la visita mantener la calma y seguir las indicaciones de los jefes de área y/o brigadistas, donde se encuentre y evacue juntamente con ellos a las zonas de seguridad, si es el caso.

El personal externo deberá acatar las indicaciones del responsable que esté a cargo en ese momento.

- PELIGROS POTENCIALES

Incendio o Explosión:

Extremadamente inflamable, puede encenderse por calor, chispas o flamas. Los vapores pueden viajar a una fuente de ignición y regresar en llamas. El contenedor puede explotar violentamente con el calor del fuego. Hay peligro de explosión y envenenamiento por el vapor adentro y afuera de un edificio o en las alcantarillas. El escurrimiento a las alcantarillas puede originar peligro de fuego o explosión.

Peligros a la salud:

Irritación/ corrosión cutánea: El contacto con el líquido puede causar quemaduras por frío o congelación. Causa irritación de la piel.

Lesiones oculares graves / irritación ocular: Irrita los ojos. Causa quemaduras severas en los ojos. Puede causar lesiones permanentes en los ojos.

Sensibilización respiratoria o cutánea: Irrita las vías respiratorias. Puede causar graves lesiones pulmonares. Puede ser mortal si se inhala. Posibles efectos adversos retardados. La exposición prolongada a pequeñas concentraciones puede producir edema pulmonar. Posible edema pulmonar con desenlace mortal.

Medio ambiente:

Los escurrimientos resultantes del control de fuego o el agua con el material diluido pueden contaminar suelo o fuentes de agua cercanas.

- DESCRIPCION DE AMENAZAS PRESENTES EN EL AREA

Evaluación de riesgos de atmósferas explosivas.

El área de sistema de refrigeración ha sido ubicada para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del Grupo D, Clase I, División 2.

Un lugar de Clase I División 2 es un lugar en el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamable o gases inflamables pero en el que dichos líquidos, vapores o gases están normalmente en contenedores cerrados o en sistemas cerrados de los que pueden salir sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas o si funcionan mal los equipos o en los que normalmente se evita la concentración de combustibles gases o vapores mediante la ventilación mecánica forzada y que se puedan convertir en peligrosos por fallo o funcionamiento anormal de equipo de ventilación.

Grupo D. Atmósferas con gases como Acetona, amoniaco, benceno, butano, ciclopropano, etanol, gasolina, hexano, metanol, metano, gas natural, nafta, propano o gases o vapores de riesgo equivalente

En la actualidad la distribución eléctrica del área está conformada por bandejas porta cables escalera de aluminio y tipo parrilla, también existen tuberías metálicas rígidas:

En las instalaciones no se tiene un medio para conectar a tierra las partes metálicas no conductoras de energía eléctrica

Sellos contra fuegos:

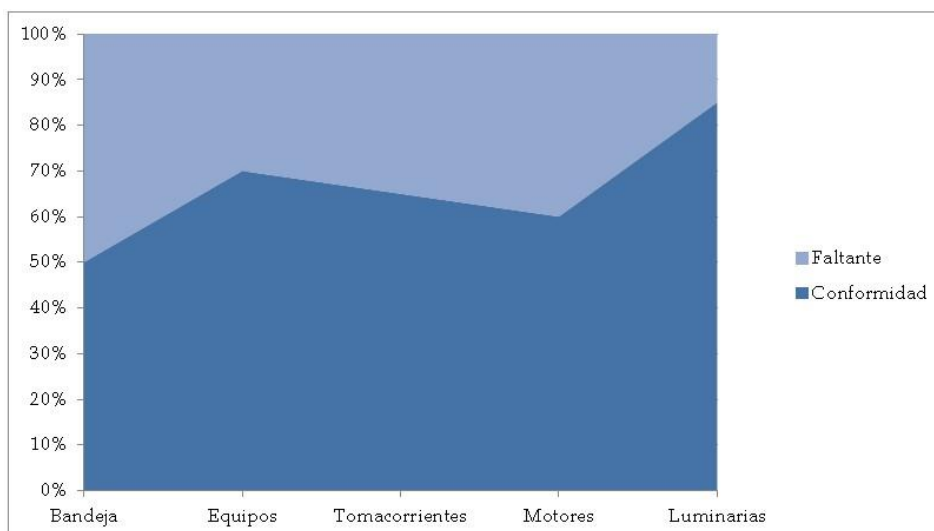
En esta área no consta el uso de sellos contra fuegos, estos se usan en instalaciones eléctricas Conduit en áreas clasificadas como peligrosas o de alto riesgo, sirve para prevenir el paso de gases, vapores o llamas de un área del sistema Conduit a otro. Además, restringen cualquier explosión al sellar fuera del encerramiento. Previene la presión interna del sistema Conduit.

Luminarias

En lo que respecta a la instalación de luminarias existentes solo se encontró la observación que no se utilizan cajas de derivación para el quiebre del conductor, quedando estas partes desprotegidas.

Informe final

Para darle un matiz cuantitativo con las tablas generadas en porcentaje se calcula un 58,6% de conformidad dentro del área clasificada. Quedando una diferencia de 41% en mejoras para completar un 100%



De lo levantado el área ha ido cerrando un 20% de las brechas para el cumplimiento del 100% de conformidad con el área de acuerdo con un plan de acción con fecha de cierre del 2022.

Se tiene presente un peligro de explosión o desfogue repentino de válvulas de seguridad de amoniaco si no se tiene cumplimiento del plan de cambio de válvulas cada 5 años.

Fuga repentina de amoniaco y aceite debido a impacto en vidrio de mirilla de nivel en tanques de alta presión.

Repentina fuga de amoniaco por apertura incorrecta de válvulas en tanques presurizados. Las válvulas manuales tienen una frecuencia de manipulación muy baja y esto ocasiona agarrotamiento en las mismas. Por tal motivo la apertura o cierre de estas durante una emergencia deberá hacerse con el personal calificado.

Fuga de amoniaco por falla en empaques por incumplimiento del ciclo de mantenimiento en los equipos de refrigeración.

Presurización dentro de compresores de amoniaco por atascamiento de válvulas de retención en la descarga de los compresores.

Fuga de amoniaco por fractura en tubería de soporte de válvulas de alivio de presión.

Fuga de amoniaco en condensadores evaporativos por ruptura en serpentín debido a deterioro y falta de mantenimiento.

Liberación de amoniaco por válvula de seguridad por sobrepresión en el sistema debido a falla operativa en condensadores

Amenazas Mayores:

Acumuladores de amoniaco compresores

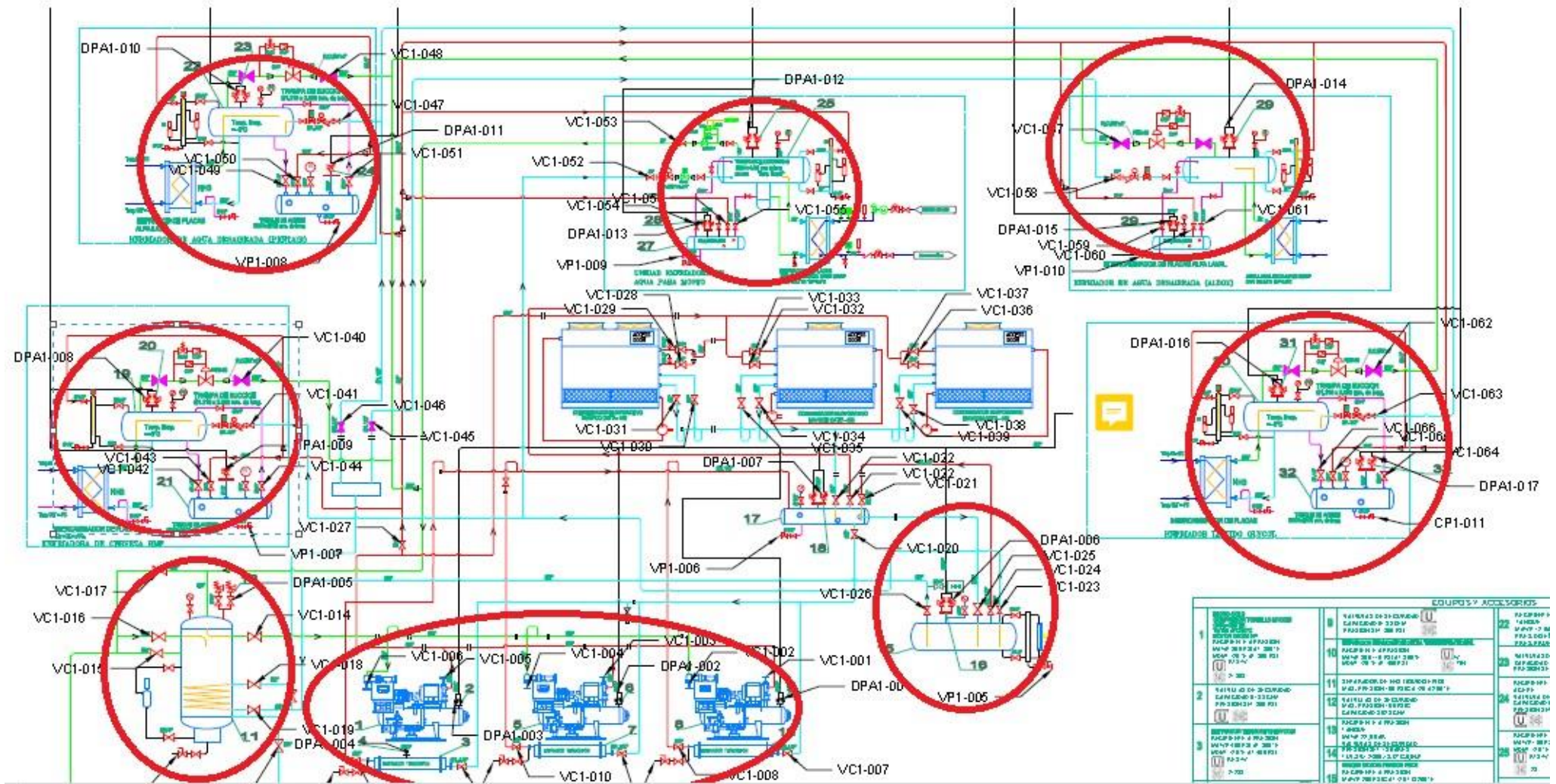
Enfriadores

Amenazas Menores:

Tramos de tubería de baja presión

Purgadores de gases incondensables

PLANO DEL ÁREA IDENTIFICANDO PRINCIPALES AMENAZAS MENCIONADAS



- ACTIVACION DE LA EMERGENCIA

Detección

Se han distribuido varios sensores fijos para detección de amoníaco en las áreas que presentan una amenaza mayor las cuales son; acumuladores, compresores y enfriadores de amoníaco.

Cuando se presente una concentración de amoníaco superior a los 25 PPM estos sensores emitirán una alarma visual (baliza parpadeante) y auditiva (sonido intermitente) en el sitio donde se presenta la concentración. Además, se envía una señal hacia tablero de control de sala de fuerza donde el operador podrá visualizar la concentración de amoníaco en el área alarmada y podrá visualizar las alarmas tanto visual como auditivo.

Cuando se presente una concentración de amoníaco superior a los 50 PPM estos sensores emitirán una alarma visual (baliza luz continua) y auditiva (sonido continuo) en el sitio donde se presenta la concentración. Esta señal será evidenciada también en sala de fuerza en el tablero de alarmas de sala de control.



- Llamar a la extensión. (Voz de alarma)
- Informar vía radiofrecuencia a Seguridad Física. (Voz de alarma)
- Pulsar el pullbox de alarma de emergencia más cercano.

*Nota: las alarmas deben ser probadas trimestralmente para verificar su correcto funcionamiento.

Deberá informarse el nombre de la persona que reporta, el área del evento y el tipo de emergencia.

Seguridad Física receptorá la llamada e iniciará la cadena de comunicaciones.

Al activar la alarma de emergencia ubicada dentro de las áreas sonará una alarma tono discontinuo en el área donde sucede el evento.

Si se activa la alarma de emergencia ubicados fuera de las áreas sonará una alarma tono discontinuo en toda la planta.

Alarma Preventiva (activada por el pullbox ubicada dentro del área).

- a) Nos indica que algo urgente sucede en el centro de trabajo.
- b) Todos permanecen en los puestos atentos
- c) Seguridad Industrial, seguridad física o el personal encargado del área será responsable de evaluar la emergencia y notificar la activación de la alarma general en toda la planta.

Alarma General (activada por el pullbox ubicados fuera de las áreas, llamando a consola).

- a) Emergencia declarada
- b) Todos interrumpen actividades
- c) Inicia la evacuación.
- d) Todos se dirigen a las Áreas de refugio o puntos de encuentro.



- RECURSOS

LISTADO DE EQUIPOS DE EMERGENCIA

EQUIPO	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA
Detectores de gases fijos	Áreas con amenazas mayores	
Medidor de gases: MULTIGAS Gas Alertmicro5	Oficina de Sala de máquinas	
Equipo de Respiración Autónoma	Entrada de sala de máquinas	
Botiquín de primeros auxilios	Oficina de sala de máquinas	

<p>Ducha y lavaojos</p>	<p>Exteriores e interiores del área</p>	
<p>Pulsadores de emergencia</p>	<p>Interiores y exteriores de oficina</p>	
<p>Máscaras completas con cartuchos para amoníaco</p>	<p>EPP de operador</p>	
<p>Guantes de neopreno</p>	<p>Oficinas</p>	

<p>Kit antiderrame</p>	<p>Oficina y exteriores del área</p>	
<p>Señalización de peligros</p>	<p>Toda el área</p>	
<p>Rutas de evacuación</p>	<p>Existen 3 rutas de evacuación dentro del área</p>	

- PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

FUGAS DE AMONIACO

Medidas de actuación previas a un evento:

1. Disponer de Sistemas de detección fija de amoniaco calibrados en los sectores donde la probabilidad de fuga de amoniaco sea mayor.
2. Proporcionar al personal los riesgos del amoniaco, protocolo de actuación en caso de accidentes, SWI's para los mantenimientos, SOP's del sistema de refrigeración.
3. Señalizar los riesgos del área en todas las puertas de acceso.
4. Disponer de trajes con equipos de respiración autónoma sometidos a un programa de inspección mensual para garantizar que siempre se encuentren en excelentes condiciones.
5. Disponer de un programa mensual de inspección de duchas de emergencia y lavaojos para garantizar que se encuentre en excelentes condiciones y cuente con la cantidad suficiente de agua para usar durante la emergencia.
6. Verificar que los gabinetes contra incendios cuenten con las herramientas y accesorios suficientes para ser usados en una emergencia. El alcance de las mangueras debe ser suficiente para cubrir la totalidad del área.
7. Disponer de un programa de prueba de paros de emergencia de equipos de sala de máquinas (compresores de amoniaco, compresores de aire, calderos, compresores de CO2).

8. Inspeccionar periódicamente el sistema de refrigeración amoníaco, se verificará si existe alguna anomalía en las tuberías, válvulas, tanques, etc. El mantenimiento del sistema de Refrigeración se realiza de cuatro formas, las mismas que se encuentran en el sistema operativo SAP (preventivo, predictivo, correctivo y autónomo).
9. El personal responsable del área verificará diariamente si existe alguna anomalía o fuga antes, durante y después de su jornada.
10. Realizar simulacros con los brigadistas periódicamente para familiarizarse con las medidas de actuación, recursos y formas de evacuación.

Medidas de actuación durante un evento:

1. Comunicar al responsable del área la novedad.
2. En caso de fuga pequeña (emergencia grado I) concentración inferior a 50 PPM se deberá:
3. Colocar el EPP correspondiente: máscara de cara completa con cartuchos para amoníaco, guantes de neopreno, traje encauchado y utilizar el medidor de gases portátil para monitorear la concentración en el ambiente.
4. Ajustar con la herramienta adecuada la válvula o accesorio con fuga.
5. En caso de fuga grande como rotura de manguera (emergencia grado II) concentración superior a 50 PPM e inferior a los 300 PPM, el responsable deberá llamar al personal brigadista por medio de las radios, se activa alarma de emergencia.
6. Todas las áreas deben evacuar, verificar la dirección del viento (ayudarse con las mangas de viento ubicadas en los tanques CIF), acudir a los puntos de reunión más próximos y seguros, localizados en los diferentes puntos de la planta.
7. Brigadistas deberán realizar el aislamiento el área y la evacuación del personal de planta. Adicional con el uso de las máscaras de cara completa, guantes de neopreno y traje encauchado, deberán garantizar que las puertas y ventanas del área contaminada se encuentren abiertas para disminuir la concentración.
8. De ser la fuga en sala de máquinas se deberán apagar los equipos por medio de los paros de emergencia ubicados en la parte exterior de la sala.
9. Personal de mantenimiento con entrenamiento en respuesta a emergencias con amoníaco deberá colocarse el equipo de respiración autónoma junto con los guantes de neopreno, botas de PVC y traje Tyvek para prestar apoyo a el operador quien deberá tener el mismo nivel de protección una vez equipados los guiará al lugar de la fuga para analizar la situación. Para el ingreso a el área contaminada se deberá contar con 2 ventiladores de alta potencia que ayudarán a dispersar el amoníaco y realizar la identificación del punto exacto de fuga en el área.
10. De alcanzar una concentración a 300 PPM el personal deberá colocarse un traje encapsulado tipo A debido a que hemos alcanzado una concentración peligrosa para la salud y la vida de las personas no solo siendo atacados los ojos y la mucosa sino la piel de las personas.
11. Revisar el display de los sensores fijos de gases, si estos no muestran la concentración actual de amoníaco entonces se asumirá que estamos por encima de los 500 PPM de concentración. Si al momento de ingresar nos encontramos con una nube densa de amoníaco que no permite visualizar nuestras manos se deberá abandonar el área ya que se ha formado una atmósfera explosiva.
12. Si se evidencia que la fuga proviene de la rotura de alguna tubería se deberá cerrar la válvula para detener el flujo del gas amoníaco del tanque de almacenamiento. Revisar PID del sistema de refrigeración.

13. Enviar un grupo de brigadistas con el equipo de respiración autónoma hacer un recorrido por las áreas por donde circula y se supone que pudo circular amoniaco, para asegurarse que no haya personas atrapadas o afectadas.
14. En caso de personas afectas, trasladarlas al punto de encuentro para brindar los primeros auxilios, en caso de contacto con la piel, lavar el área afectada de 15-30 minutos en las duchas de emergencia, en caso de contacto con los ojos, enjuagarse en el lavajos al menos 30 minutos. Retirar las prendas de la persona contaminada.
15. Si la emergencia no pudo ser contenida en los primeros 15 minutos, seguridad física se comunicará al ECU911 para que den soporte los organismos de socorro. (emergencia grado III).
16. Una vez que arriben los organismos de socorro, el jefe del plan de emergencia con el brigadista principal entregará el mando y se proporcionará la información suficiente para que puedan hacerle frente a la emergencia.

Medidas de actuación posteriores a un evento:

1. Si la fuga fue grande, el personal brigadista que participo de la mitigación de la emergencia deberá descontaminarse en un área denominada: zona fría.
2. No se ingresará al área afectada hasta que los organismos de socorro o el jefe del plan de emergencia indiquen que es seguro hacerlo.
3. El líder de área, personal de las brigadas que hayan actuado y el responsable de SI deberán elaborar un informe el cual deberá contener:
 - a. Localización de la fuga.
 - b. Origen de la fuga.
 - c. Causas de la fuga.
 - d. Determinación de las áreas afectadas.
 - e. Plan de acción desarrollado.
 - f. Tiempos de respuesta utilizados en el control.
 - g. Estimación de costos.
4. Establecer medidas correctivas para las desviaciones encontradas durante la ocurrencia de la emergencia.

CONOCIMIENTOS, CURSOS, PRACTICAS Y SIMULACROS SUGERIDOS PARA EL PERSONAL

ACTIVIDAD	FECHA	PERSONAL INVOLUCRADO	TIEMPO	RESPONSABLE
Sociabilización del plan de emergencias	Noviembre 2021	Todo el personal de Sala de fuerza y brigadistas	2h	Jefe de área
Capacitación a brigadas en protocolos de actuación del plan de emergencias	Enero 2021	Brigadistas	2h	Responsable de Seguridad Industrial
Simulacro con escenario de riesgo dentro de las instalaciones de la empresa	Enero 2021	Todo el personal	20 min	Responsable del plan de emergencias

Capítulo 6

BIBLIOGRAFÍA

- Ambiente, D. S. (12 de febrero de 2007). *StuDocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-internacional-sek-ecuador/seguridad-industrial/informe/guia-para-la-realizacion-de-estudios-hazop-1/11560918/view>
- Díaz, J. M. (2012). *SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO, Tecnicas de prevencion de riesgos laborales*. Tébar Flores, S.L.
- Freedman, P. (Abril de 2003). *Instituto Argentino del Petróleo y del Gas*. Obtenido de BIBLIOTECA IAPG "Alejandro Angel Bulgheroni": <http://biblioteca.iapg.org.ar/archivosadjuntos/petrotecnica/2003-2/hazop.pdf>
- GUIAR, G. U. (2021 de marzo de 2021). *GUIAR, Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos*. Obtenido de https://guiar.unizar.es/1/Accident/An_riesgo/HAZOP.htm
- INSTITUTE, A. A. (2016). *Emergencias Amoniaco*. California: AMMONIA SAFETY & TRAINING INSTITUTE.
- MANTA, D. D. (23 de Abril de 2014). *AUTORIDAD PORTUARIA DE MANTA*. Obtenido de <http://www.puertodemanta.gob.ec/tragedia-en-barco-pesquero/#>
- Marlin, T. (Abril de 2014). *www.pc-education.mcmaster.ca*. Obtenido de <http://www.pc-education.mcmaster.ca/Operability/Operability%20book/Chapter%204%20Reliability.pdf>
- Ministerio de Ambiente, V. y., & Colombia. (2003). *GUÍAS PARA MANEJO SEGURO Y GESTION AMBIENTAL DE 25 SUSTANCIAS QUÍMICAS*. Bogota, D.C.: El ministerio .
- Navas, D. M. (ND de Junio de 2014). *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*. Obtenido de *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482014000200006>