



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

*Análisis de riesgo en sistema de generación y
almacenamiento de agua suavizada*

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniera Industrial

P R E S E N T A

Sheila Esther Vázquez Martínez

ASESOR DE INFORME

Ing. Victoriano Angüis Terrazas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios Jehová, dador de vida que me permite llegar hasta este día.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por medio de la Facultad de Ingeniería por brindármelas bases y Conocimientos.

Con respeto y admiración al Ingeniero Victoriano Angüis, quien me permitió estar en AISOHMEX A.C, y, asesoro todo el proceso. Agradezco en sobremanera su tiempo y enseñanza para la revisión, corrección y sugerencias.

A mi familia que con sus palabras y acciones me animaron a continuar en este proceso educativo.

DEDICATORIA

Para mi mamá María Esther, por los cuidados, esfuerzos, desvelos y ánimo que me ha dado a lo largo de mi trayecto, así como su amor y apoyo incondicional.

Para mi padre Fernando Enrique, quien me protegió de pequeña y me dio sustento y apoyo para ofrecerme siempre lo mejor.

Para mis hermanos Claudia y Carlos, mis cómplices, compañeros de infancia y mejores amigos en la vida.

A mi esposo Fredy por ser un gran ejemplo de amor y humildad, este logro también es tuyo.

A mi hijo, mi motivo ♥

Índice

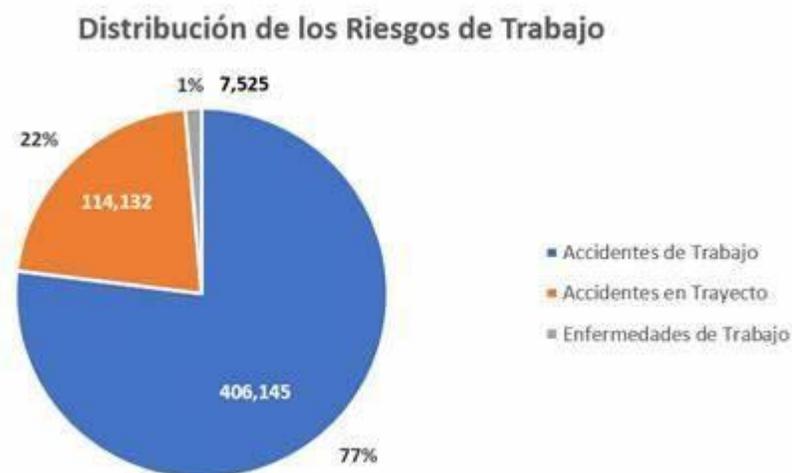
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1 PERFIL DE LA INSTITUCIÓN	2
1.1 ¿QUÉ ES AISOHMEX?	
a) Misión	
b) Visión	
c) Objetivos	
d) Estructura general	
e) Funciones de la organización	
Capítulo 2 ACTIVIDADES REALIZADAS	7
2.1 GENERALIDADES	
a) Antecedentes	
b) Introducción	
c) Descripción de la actividad realizada	
Capítulo 3 PRACTICA PROFESIONAL EN EMPRESA	12
3.1 INFORMACION GENERAL DE ARLEX	
3.1.2 Información general de la Instalación	
3.1.3 Breve descripción de la organización	
3.1.3.1 Ubicación de áreas	
3.1.3.2 Descripción de procesos	
3.2 Justificación	
3.3 Objetivos	
3.4 Resumen	
Capítulo 4 ANÁLISIS DE RIESGO EN SISTEMA DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA SUAVIZADA	20
4.1 INTRODUCCION	
4.2 MARCO TEORICO	
4.3 DIAGNOSTICO SITUACIONAL	
4.4 FILOSOFIA DEL PROCESO	
4.5 IDENTIFOICACION DE RIESGOS Y PELIGROS	
4.6 APLICACIÓN DE HAZOP PARA IDENTIFICACION DE RIESGOS	
4.7 JERARQUIZACION DE PELIGROS	
CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFIA	56
INDICE DE ANEXOS	57
INDICE DE ILUSTRACIONES	57
INDICE DE TABLAS	57

Introducción

Todas las personas cometemos errores humanos ya sea en casa, en nuestro hogar y, sobre todo en nuestro lugar de trabajo, por ello todas las empresas de producción requieren de seguridad industrial y salud en el trabajo. Los accidentes de trabajo y enfermedades se han convertido en una recurrente que en su mayoría es; por negligencia o falta de capacitación.

De acuerdo con últimos datos del IMSS para finales del año 2019 había 554,858 riesgos de trabajo donde Jalisco presenta el número más alto de riesgos con 59,626 y Tlaxcala con el menor número de riesgos 2,513 de los cuales ocurrieron 413,128 accidentes y enfermedades de trabajo, 38,802 incapacidades permanentes con 1,348 defunciones por riesgo de trabajo.

Pueden parecer solo números, pero no lo es cuando se habla de la pérdida de un trabajador quien contribuye a aumentar la producción y economía de una empresa, un jefe o jefa de familia que es proveedor en su casa, padre o madre, hermano, hermana o hijo. Debemos cuidar el recurso más valioso, el trabajador.



De ahí lo vital en darle importancia al conocimiento y aplicación a las Normas de seguridad dentro de cada empresa y aún dentro de nuestra vida cotidiana.

Capítulo 1

Perfil de la institución

“Podemos afirmar que han sido la ingeniería y la tecnología las que han permitido el avance de la sociedad humana”

Carlos Slim Helú

1.1 ¿Quién es AISOHMEX?

En junio del año 2005 se fundó sin fines de lucro como Asociación Civil para dar una respuesta a las necesidades del entorno laboral, enfocada en las empresas y organizaciones que requieren condiciones adecuadas de trabajo con un enfoque preventivo e integral.

Hoy en día, se presume como la Asociación más importante de México en materia de Seguridad Integral con los mejores especialistas en prevención de riesgos haciendo promoción de la seguridad y salud ocupacional.

a) Misión

Proporcionar, a través de sus especialistas, alternativas de solución para contribuir al mejoramiento de las condiciones y bienestar de trabajo en las industrias y empresas de servicios.

b) Visión

Influir en la conducta de los diversos actores relacionadas con la salud, para crear los hábitos y conciencia en materia de seguridad, modificando patrones conductuales que en la actualidad generan accidentes, daños a la propiedad y enfermedades laborales que llegan a mermar la calidad de vida de los trabajadores y la población en general.

c) Valores

AISOHMEX, A.C se distingue por su amplia experiencia y prestigio en la profesionalización de las nuevas generaciones de expertos y expertas en seguridad y salud con enfoque integral. Nuestra labor se rige por los siguientes valores:

- ✓ Seguridad y salud con enfoque integral.
- ✓ Mejora continua.
- ✓ Ética.
- ✓ Calidad.
- ✓ Compromiso.

d) Objetivos

Proporcionar a las industrias y empresas un servicio de asesorías en el área de salud y seguridad industrial, que abarque las ramas prioritarias de las organizaciones para apoyar el fortalecimiento del área productiva, observando, costo, calidad y servicio.

e) Estructura General

AISOHMEX, para cumplir con sus funciones, se organiza de la siguiente manera de forma general.

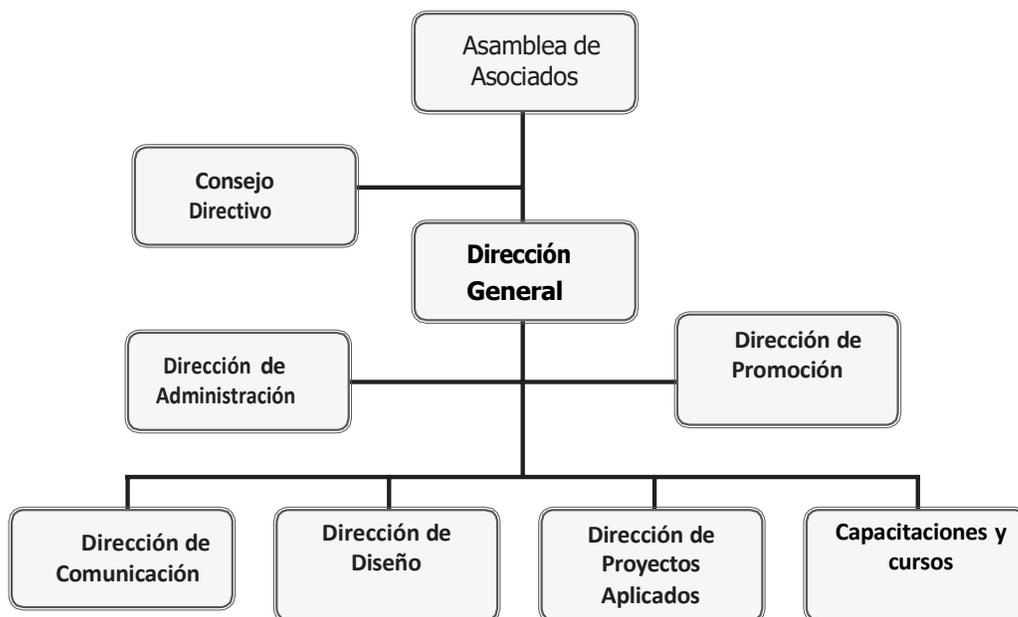


Fig. 1 Organigrama de la Institución AISOHMEX

f) Funciones de la organización

Consultoría

Desde un enfoque integral de la seguridad, cuentan con especialistas de las distintas disciplinas dedicadas a la prevención de accidentes, enfermedades y daños a la propiedad. Se encuentran a disposición de todo tipo de organizaciones y centros de trabajo que deseen mejorar sus instalaciones e invertir en prevención.

Sus principales áreas de experiencia son:

- **Cursos de capacitación**

Tiene una amplia variedad de cursos relacionados con la seguridad e higiene. Éstos pueden impartirse a grupos pequeños, empresas o de manera individual.

- **Certificaciones Profesionales**

Gracias a su trayectoria y profesionalismo en el área de la seguridad, han sido avalados por centros nacionales e internacionales para impartir certificaciones con valor curricular y gran prestigio tanto en México como en todo el mundo.

- **Diplomado Seguridad Integral en Prevención de Riesgos**

Certificación Profesional en Psicología Aplicada en Seguridad Integral

Certificación Profesional en Seguridad Integral y Prevención de Riesgos

Acreditación de especialistas en seguridad e higiene en el trabajo a nivel Latinoamérica

- **Sistema de predicción de riesgos KYT**

Capítulo 2

Actividades Realizadas

“ Gracias a la ciencia y a la tecnología, la transformación social durante todo el siglo XX fue enorme”

Carlos Slim Helú

2.1 Generalidades

a) Antecedentes

Las personas ocupadas pasan aproximadamente una tercera parte de su tiempo en el lugar de trabajo. La salud de las y los trabajadores es un requisito esencial para la estabilidad económica de las familias, la productividad y el desarrollo económico. Por tanto, las buenas condiciones de trabajo pueden proporcionar oportunidades de desarrollo personal, y protección contra riesgos físicos y psicosociales. También pueden mejorar las relaciones sociales, la autoestima de la población trabajadora y producir efectos positivos para la salud.

Por otro lado, los riesgos para la salud en el lugar de trabajo, incluidos el calor, el ruido, el polvo, los productos químicos peligrosos, las máquinas inseguras y el estrés provocan enfermedades ocupacionales y pueden agravar otros problemas de salud. Las condiciones de empleo, la ocupación y la posición en la jerarquía del lugar de trabajo también afectan a la salud. Las personas que trabajan bajo presión o en condiciones de empleo precarias son propensas a fumar más, realizar menos actividad física y tener una dieta poco saludable.

El desarrollo del trabajo decente en el mundo implica mejorar las condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo, cometido que dignifica la actividad laboral de las y los trabajadores. El mejoramiento de las condiciones y medio ambiente de trabajo es una estrategia importante, no sólo para garantizar su bienestar, sino también para contribuir a la productividad de las empresas. Hoy en día, los avances tecnológicos y las fuertes presiones competitivas han aportado cambios rápidos en las condiciones de trabajo.

Los accidentes, las enfermedades y las defunciones en los centros de trabajo con herramientas y acciones de diversa índole y alcance son acciones diarias que deben de erradicarse.

b) Introducción

Cada día, mientras estamos envueltos en nuestras actividades cotidianas en nuestro país de México, - de acuerdo a las estadísticas de Seguridad y Salud en el Trabajo del IMSS- ocurren más de 529,356 riesgos de trabajo, pero, también unos 394,202 accidentes y, 12,622 enfermedades dentro de las más de 895,829 empresas registradas en el país.

A pesar de ello, las empresas continúan creciendo y buscando mejores posiciones en el mercado sin importar si hubo o continua un riesgo de trabajo o no, los trabajadores deben ser tomados como el recurso más valioso ya que gracias a ellos también se logran objetivos y productividad, por lo que los departamentos de seguridad, salud ocupacional e higiene son herramientas que permiten cuidar, proteger y crear conciencia de los riesgos a los que están expuestos llevándolos a tener conductas responsables y seguras.

Memoria Estadística, IMSS.	2015	2016	Incremento/ decremento
Número de empresas registradas	866,055	895,829	3.43
Trabajadores bajo seguro de riesgo de trabajo	17,533,488	18,206,112	3.83
Riesgos de trabajo	549,542	529,356	-3.67
Accidentes de trabajo	425,063	394,202	-7.26
Accidentes de trayecto	112,470	122,532	8.9
Enfermedades de trabajo	12,009	12,622	5.10

Tabla 1 Comparación Datos Estadísticos IMSS, 2015-2016.

México,

tiene una población real económicamente activa (PEA) de 53,681,720 en donde muy por debajo de la mitad de esta, es decir; 18,206,112 cuentan con

Seguro de Riesgo del Trabajador SRT) y, comparando cifras del IMSS respecto al año 2015-2016, hubo un aumento de trabajadores protegidos de un 3.83%. es de vital importancia que todos los trabajadores tengan seguro de riesgo en caso de sufrir algún accidente o enfermedad laboral.

c) Descripción de la actividad realizada

La reunión del equipo es hasta el día de hoy en calle Andalucía 275, Álamos, Benito Juárez, donde al iniciar el proyecto allí participe en la elaboración de material visual de apoyo que iba a utilizarse en el Congreso que organiza AISOHMEX de manera anual, requerido por diferentes talleres y conferencias.

A fin de generar conocimiento y concientización dentro de las empresas dirigidas tanto a nivel gerencial como trabajador, realizaba trípticos, infografías, folletos y/o carteles basados en las 41 Normas Oficiales Mexicanas vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo ya que su aplicación es obligatoria en todo el territorio nacional y en ocasiones se desconoce.

Estas normas se agrupan en cinco categorías; seguridad, salud, organización, específicas y de producto.

Colaboré en la edición de la revista bimestral *Seguridad Integral* que se ofrece a quienes son parte de la comunidad de membresías.

#31 El trabajo decente en África

#32 Estrés laboral

#33 Análisis de las Estadísticas de Seguridad y Salud en el trabajo IMSS, 2015-2016.

#34 AISOHTIPS Uso eficiente del equipo de protección

#36 Conoces la NOM-017-STPS-2008?

#38 Distinción Asociación Latinoamericana de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#39 Día Latino de la Seguridad

#39 Protocolo de Paris

Dentro de mis actividades también estaba leer, revisar e informar con el equipo AISOHMEX las normas, actualizaciones o noticias que estuvieran vinculados con nuestras actividades a fin de estar actualizados y que publica el Diario Oficial de la Federación (DOF) todos los días.

Apoyé al realizar visita a empresas para asegurar el cumplimiento de las políticas, procedimientos y normas establecidas para asegurar la seguridad industrial e higiene ocupacional, así como colaborar en la impartición de cursos a instituciones reconocidas para la actualización de las NOMS a los trabajadores.

Se me capacito y participe obteniendo mi constancia en el curso de Sistema de Predicción de Riesgos KYT con duración de 20 horas con el sistema Japonés.

Se me capacito y participe durante cinco meses obteniendo Certificación Profesional Seguridad Integral y Prevención de Riesgos en 202 horas.

A continuación, una propuesta que realice con mi equipo dentro de una empresa.

Capítulo 3

Practica Realizada en Empresa

“Ingeniero es una persona que
hace con un peso lo que otra
persona hace con dos”

Carlos Slim Helú

3.1 INFORMACION GENERAL DE ARLEX

Arlex de México, S.A. de C.V. Planta Farma

Domicilio:

Puerto Acapulco No 35 Colonia Piloto

Delegación Álvaro Obregón, Código postal 01290 México, CDMX.

Teléfono:

+52 (55) 3330-3300

Giro comercial:

Fabricación y venta de medicamentos y productos biológicos para uso humano

Actividad económica del SCIAN:

Fabricación de productos farmacéuticos

Fecha de inicio de operaciones:

12 de octubre de 1981

Registro Federal de Causantes:

AME-810318-I13

Número de trabajadores:

235 colaboradores

Turnos de trabajo:

3 turnos de trabajo (2 operativos y 1 administrativo)

3.1.2 Información de la instalación

Tipo de uso de suelo

Se tiene denominado el uso de suelo como industrial.

Superficie construida

Actualmente se tiene una superficie construida de 3,412 m²

Niveles

La instalación cuenta con planta baja y 2 niveles.

Colindancias

Al norte: Colinda con calle Puerto Veracruz Al sur: Con la calle Puerto Acapulco

Al este: Con casas habitación Al oeste: Con casas habitación

Coordenadas geográficas Latitud 19°22'09.50" N Altitud 99°14'02.75" O



Ilustración 1 Plano de ubicación de la empresa Google Map



Ilustración 2 Fachada Arlex de México, S.A. de C.V.

3.1.3 Breve historia y descripción de la organización

La organización Arlex de México se creó por la iniciativa de la familia López, durante 36 años se ha construido un sueño el cual se ha convertido en los laboratorios líderes en la fabricación y comercialización de productos farmacéuticos bioequivalentes en el país.

Sus productos se dividen en Medicamentos éticos que son los prescritos por los médicos a sus pacientes para la prevención, cuidado, tranquilidad y salud en sus vidas y los medicamentos de consumo OTC "Over the Counter" que son los que el paciente puede adquirir sin receta médica en la farmacia, supermercado y otros establecimientos.

Arlex de México es un laboratorio 100 % mexicano comprometido con la fabricación y comercialización de medicamentos de excelente calidad que contribuyen a restablecer la salud y mejorar la calidad de vida para el cumplimiento de esto cuenta con:

- La Certificación de Buenas Prácticas de Fabricación por la que los equipos y métodos siguen un estricto programa de gestión de calidad.
- La identificación de sistemas críticos por medio de indicadores como procesos óptimos, productos, de calidad, y personal seguro.
- Las instalaciones están diseñadas de acuerdo con altos estándares de seguridad y sanidad reflejado en los acabados sanitarios en toda la planta.

3.1.3.1 Ubicación de áreas

La ubicación de las áreas de la empresa se puede observar en los planos de la planta de Arlex de México anexados en el suplemento general.

Anexo 1 Planos de ubicación de área

3.1.3.2 Descripción de procesos

Actualmente en las instalaciones de Arlex de México se tienen distintos tipos de procesos productivos entre ellos la fabricación medicamentos sólidos, semisólidos y líquidos y el acondicionamiento de todos estos productos. También se tienen los servicios generales o auxiliares como apoyo a la generación de la producción, como es el caso de mantenimiento, control de calidad, oficinas administrativas, entre otros.

Anexo 2 Diagramas de flujo del proceso productivo

3.2 JUSTIFICACIÓN

El proyecto consistió en realizar un Análisis de Riesgo en los Procesos (ARP), en el área donde se instaló el sistema para tratar el agua que se utiliza en los procesos productivos, ya que las áreas de oportunidad con medidas urgentes e identificadas a través del Diagnostico Situacional no son susceptibles a cambios, esto debido a que no es algo en lo que la empresa pueda invertir en estos momentos, y por lo tanto no habría el apoyo o facilidades para el desarrollo de nuestro proyecto de aplicación; esas áreas fueron las siguientes: Políticas y lineamientos, condiciones ergonómicas, auditoria y revisión del proceso. Sin embargo, la empresa si está dispuesta a permitir el acceso de los integrantes del equipo y llevar a cabo las propuestas establecidas en lo estipulado en el programa integral de seguridad.

Referente a la posibilidad de desarrollar un proyecto de aplicación en la empresa, detectamos que es necesaria la adecuación del área de tratamiento de agua, lo cual incluye todo el sistema de este tratamiento, y esto se realizaría utilizando un método de análisis de riesgos en procesos; cabe resaltar que la empresa estaría en posibilidad de invertir económicamente, una vez expuestos los resultados que se obtengan del desarrollo de este proyecto.

3.3 OBJETIVOS

1. Conocer la situación actual y el cumplimiento legal de Arlex de México, S.A. de C.V., en materia de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos.
2. Identificar los peligros y evaluar los riesgos en el área de trabajo donde se genera, almacena y distribuye el agua purificada (F-SAP-01).
3. Realizar un análisis de riesgos en los procesos, específicamente en el sistema de generación y almacenamiento de agua suavizada.
4. Determinar las recomendaciones que permitan fortalecer los controles actuales de las variables que intervienen en este proceso, buscando el cumplimiento del Sistema de Gestión Integral de la compañía.

3.4 RESUMEN

Arlex de México, S.A. de C.V., es una compañía que busca incorporar la seguridad desde un concepto integral en sus diferentes procesos utilizando herramientas de mejora continua, tales como las expuestas en los diferentes módulos de la Certificación Profesional en Seguridad Integral y Prevención de Riesgos; como la metodología de HAZOP para el análisis de riesgos en los procesos en este caso para el sistema de generación, almacenamiento y distribución de agua purificada (F-SAP-01) en el cual se realiza un tratamiento al agua suministrada por la red de abastecimiento público con sustancias químicas interviniendo variables como la presión, la temperatura y la concentración de sustancias químicas y a través de la aplicación del método de matriz cruzada planteado por UNE para la evaluación de riesgos en el área de trabajo.

Al principio del documento se puede observar los objetivos de este proyecto, la descripción de la empresa y un poco de su historia; después se menciona el fundamento teórico de las metodologías utilizadas para después continuar con la descripción del proceso y el área de trabajo finalizando con el ejercicio práctico de las metodologías establecidas en el sistema de la generación y almacenamiento de agua suavizada con el objetivo de fortalecer los controles de los riesgos actuales y reducir los efectos económicos y afectación en la salud de los trabajadores generados por los accidentes e incidentes que sufren los trabajadores.

Capítulo 4

Análisis de riesgo en sistema de
generación y almacenamiento de
agua suavizada

“Nunca andes por el camino
trazado pues te conducirá a donde
otros ya fueron”

Alexander Graham Bell

4.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro país cursa por un avance vertiginoso de crecimiento tanto tecnológico como industrial, mismo que ha llevado a un consumo inadecuado de los recursos naturales con un incremento en la presencia de fenómenos perturbadores que junto con los riesgos naturales provocan desastres.

Un principio básico para el buen funcionamiento de una empresa es la seguridad de las instalaciones, así como del factor humano, no obstante, existen compañías que no tienen cuidado con los siniestros que se pueden generar dentro de las mismas, algunas por desconocimiento de las medidas que se deben implementar y otras lamentablemente por negligencia.

La Seguridad Integral y Prevención de Riesgos, por la amplitud de sus acciones y por los medios de que se vale para realizarse concretamente, hace converger la actividad de tres ramas profesionales, Salud Ocupacional, Seguridad Industrial e Ingeniería Ambiental, sin embargo, no solo se trata de una convergencia de actividades en forma conjunta o coordinada, sino que origina la disciplina de la protección del trabajador contra los peligrosos y riesgos existentes en sus labores cotidianas.

La llave del éxito para administrar la Seguridad Integral y Prevención de Riesgos está en el establecimiento de metodologías sistemáticas que permitan el desarrollo de las diversas actividades a realizar, con un proceso de mejora continua, trabajo en equipo y el logro de ambientes propicios para el desenvolvimiento adecuado de las actividades, siempre en busca de la prevención de riesgos laborales.

Debido a las nuevas tendencias en materia de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos han surgido diversos sistemas que exigen a las empresas llevar un mejor control en estas materias apoyándose en normas y sistemas internacionales. Al cumplir con estas normas y sistemas las empresas tienen una mejor penetración en los mercados nacionales e internacionales debido a que sus clientes compran sus artículos con calidad y que garanticen un menor impacto al medio ambiente.

Otra forma de que la industria conozca su organización (condiciones de seguridad para sus trabajadores), es a través de un diagnóstico situacional, el cual permite a los empresarios conocer la problemática interna-externa para tomar las acciones necesarias para cumplir y mejorar sus condiciones de trabajo.

Por lo anterior, Arlex de México, S.A. de C.V. en su deseo de mejorar sus condiciones de trabajo, se da a la tarea de la elaboración de un diagnóstico situacional de sus instalaciones y operaciones con el objetivo de evaluar su capacidad de administración, operación y oportunidades para desarrollar un Sistema de Gestión de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos.

Después de analizar los resultados del Diagnostico Situacional se realiza un análisis de riesgo de los procesos (ARP) específicamente en la generación y almacenamiento de agua suavizada, el cual se considera como un área fundamental para la fabricación de medicamentos con alta calidad. Pues representa las primeras etapas del sistema robusto y complejo de generación, almacenamiento y distribución de agua purificada (F-SAP-01) del cual se obtiene como producto final una de las materias primas para esta compañía.

4.2 MARCO TEORICO

A continuación, se dan a conocer algunos términos y definiciones, relacionados al Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo los cuales ayudaran a tener una mejor visión del proyecto.

De acuerdo a OHSAS 18001:2017 NMX-SAST-001-IMNC-2008

- ***Accidente***

Evento no deseado que da lugar a la pérdida de la vida o lesiones, daños a la propiedad o al medio ambiente de trabajo.

- ***Incidente***

Evento que puede dar como resultado un accidente o tiene potencial para ocasionar un accidente.

- ***Riesgo***

Combinación de la probabilidad y consecuencia(s) de un evento identificado como peligroso.

- ***Peligro***

Fuente o situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad a la propiedad, al ambiente de trabajo o la combinación de estos.

- ***Identificación de peligros***

Proceso de reconocimiento de un peligro existente y la definición de sus características

- ***Seguridad y salud en el trabajo***

Condiciones y factores que afectan, o pueden afectar la salud y la seguridad de los empleados u otros trabajadores (incluyendo trabajadores temporales y personal contratado), visitantes o cualquier otra persona en el centro de trabajo y a los bienes e instalaciones de trabajo.

De acuerdo a la NOM-018-STPS-2015 se dan a conocer otros términos:

- ***Comunicación de peligros***

Es la transmisión clara, veraz y sencilla a los trabajadores, de la información (gráfica y escrita) actualizada de una sustancia o mezcla, por medio de la señalización y/u hoja de datos de seguridad, que incluye las características físicas, químicas y de toxicidad; las medidas preventivas para su uso y manejo, mismas que se deben tomar en cuenta, a fin de prever cualquier afectación o daño a los trabajadores o centro de trabajo, así como de las medidas de atención en caso de emergencia.

- ***Etiqueta***

El conjunto de elementos escritos y gráficos, relativos a la información de una sustancia química peligrosa o mezcla, la cual puede estar marcada, impresa, pintada o adherida en los contenedores o envases móviles de dichas sustancias químicas.

- ***Hoja de Datos de Seguridad, HDS***

La información sobre las características intrínsecas y propiedades de las sustancias químicas o mezclas, así como de las condiciones de seguridad e higiene necesarias, que sirve como base para el desarrollo de programas de comunicación de peligros y riesgos en el centro de trabajo.

De acuerdo a la NOM-028-STPS-2012 otros términos son:

- *Análisis de riesgos*

La aplicación de uno o más métodos específicos para identificar, evaluar y generar alternativas de control de los riesgos significativos asociados con los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

Así mismo según la norma británica BS 8800 define el Análisis de Riesgos (AR) como el proceso de estimar la magnitud del riesgo y decidir si dicho riesgo es aceptable o tolerable.

Es una herramienta poderosa de gestión, donde se utiliza el conocimiento acerca de los procesos para identificar los potenciales accidentes que pueden ocurrir, causas, consecuencias etc. Las etapas del análisis de riesgos se pueden describir como:

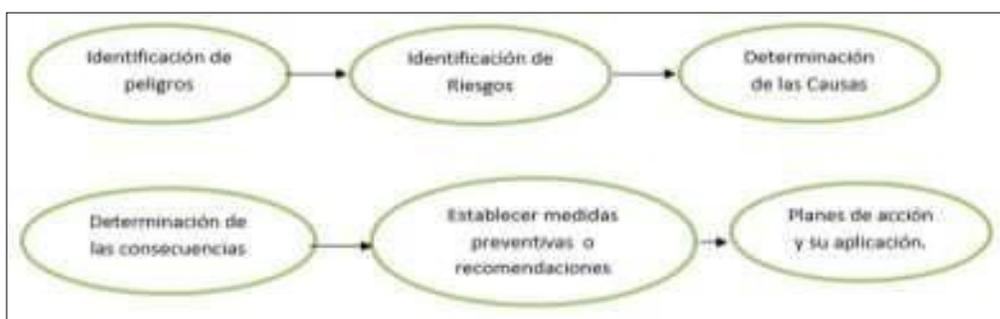


Ilustración 3 Etapas del análisis de riesgos

Las principales ventajas del uso del A.R son:

- Identificar un evento iniciado de un potencial accidente, los mecanismos de desarrollo, sus consecuencias y frecuencia de ocurrencia.
- Jerarquizar los riesgos
- Seleccionar opciones de reducción de riesgos con mayor éxito
- Permitir disponer de una herramienta de apoyo a la formación de cuadros técnicos en materias de seguridad
- Permitir anticipar el aumento de los riesgos de accidentes debido a tecnología, desgastes, cambios de los procesos etc.

4.2.1 Metodología

4.2.1.1. Diagnostico situacional (Metodología lista de verificación)

Para conocer la situación actual que guarda Arlex de México en relación a lo anterior, partiremos de la recopilación de la información necesaria en materia laboral, revisión y análisis de la misma e investigación de campo (recorrido en las instalaciones).

Es importante mencionar que este cuestionario permite realizar un diagnóstico integral de forma más exhaustiva, llevando su alcance más allá del cumplimiento legal en la materia de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos, por lo que también se revisaran puntos del Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, desde el involucramiento de la Dirección hasta las auditorías internas y la Revisión de por la Dirección.

2.2.1 Análisis de riesgos (Metodología UNE)

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse medidas preventivas, buscando determinar si es segura la situación de trabajo realizada.

A continuación, se muestra el diagrama general en el cual se basa esta metodología.

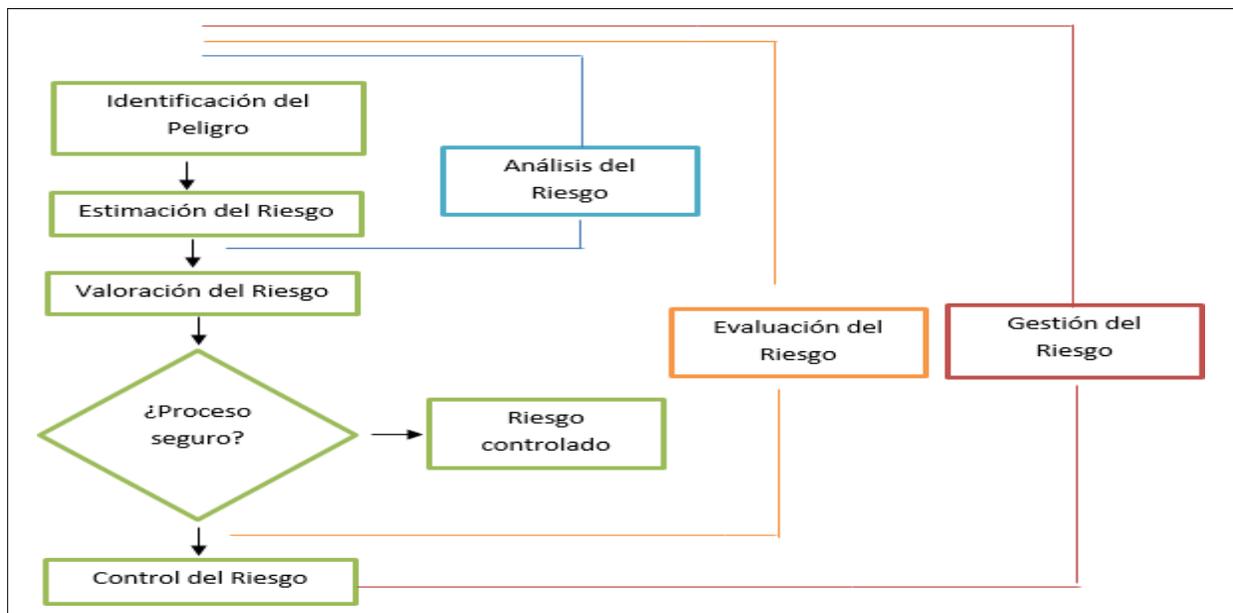


Ilustración 4 Método UNE

Como se observa en la ilustración anterior, la evaluación de riesgos se divide en las siguientes etapas:

- **Análisis del riesgo**

Con esto se busca Identifica el peligro o estimar el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro. El Análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitudes es el riesgo.

- **Valoración del riesgo**

Se realiza con el valor del riesgo obtenido, y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión. Si de la evaluación del riesgo se deduce que el riesgo es no tolerable, hay que controlar el riesgo.

Al proceso conjunto de evaluación del riesgo y control del riesgo se le suele denominar gestión del riesgo. Los resultados e información recolectada durante este proceso se utilizan para determinar las medidas preventivas que al adoptarse deberán:

- Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información a los trabajadores.
- Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

En este mismo documento se establece la evaluación general de riesgos la cual se utilizará para la Identificación y análisis de peligros en el área de trabajo, y consta de las siguientes etapas:

1. **Clasificación de las actividades de trabajo**

Se realiza una lista de actividades de trabajo junto a información detallada como duración, frecuencia, quien realiza el trabajo, formación que han recibido los trabajadores, instalaciones/ maquinaria y equipos utilizados, sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo, así como también el estado físico d las sustancias utilizadas entre otros.

2. Análisis de Riesgos

En primer lugar, se deben identificar los peligros en el área de trabajo estudiada con su respectiva clasificación los cuales serán de acuerdo a carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan., algunos de los peligros que se pueden identificar son:

- Golpes y cortes.
- Caídas al mismo nivel.
- Peligros en las instalaciones y en las máquinas asociados con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje.
- Sustancias o agentes que pueden dañar la salud de los trabajadores.
- Trastornos musculoesqueléticos derivados de movimientos repetitivos

El equipo de trabajo junto con asesoría de expertos estableció la siguiente tabla para la identificación de peligros y riesgos en el área de trabajo.

Clasificación	Peligro	Riesgo	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo Natural	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo Residual	Recomendaciones

Tabla 1 Formato para la identificación de peligros y riesgos en el área de trabajo

En segundo lugar, se establece la estimación del Riesgo utilizándolos la siguiente matriz:

		Severidad		
		Baja	Media	Alta
Probabilidad	Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Tabla 2 Estimación del riesgo

Los parámetros que intervienen son la probabilidad y nivel de riesgo los cuales se determinan a criterio propio de los investigadores de acuerdo al conocimiento del proceso productivo y las condiciones del lugar de trabajo observadas en las visitas técnicas realizadas a la organización.

- Probabilidad de que ocurra el daño: Esta va desde baja hasta alta, para determinar esto se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

Escala	Probabilidad
Baja	El daño ocurrirá siempre o casi siempre
Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
Alta	El daño ocurrirá raras veces

Tabla 3 Escala de probabilidad

- Severidad del daño: Para esto se debe considerar las partes del cuerpo afectadas, la naturaleza del daño que va desde baja hasta alta. Algunos ejemplos de esto son:

Escala	Severidad
Baja	Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo. Molestias e irritación.
Media	Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores. Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
Alta	Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales. Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Tabla 4 Escala de severidad

Así como también es importante determinar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas, además se debe considerar si en las actividades se encuentran trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos, frecuencia de exposición al peligro, actos inseguros de las personas, fallos en el servicio entre otros.

3. Valoración de riesgos.

Estos niveles de riesgos es el resultado de hacer la relación entre la probabilidad y la severidad indicada en la siguiente tabla, los cuales son la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos. Esta matriz da a conocer las bases para establecer las recomendaciones de acuerdo con los siguientes parámetros:

Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo
Baja	Baja	Riesgo trivial (T)
Media	Baja	Riesgo tolerable
Baja	Media	
Baja	Alta	Riesgo Moderado
Media	Media	
Alta	Baja	
Alta	Media	Riesgo importante
Media	Alta	
Alta	Alta	Riesgo intolerable

Tabla 5 Valoración del riesgo

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable(TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
Intolerable(IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo

Tabla 6 Descripción de la valoración del riesgo

2.2.2 Análisis de riesgos (HAZOP)

De acuerdo a la Norma OHSAS 18001, HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada.

Esta técnica de identificación de riesgos consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de las denominadas "palabras guía.

Este término tiene un origen Inglés (Hazard and Operability Study), El método surgió en 1963 en la compañía Imperial Chemical Industries, ICI, que utilizaba técnicas de análisis crítico en otras áreas. Posteriormente, se generalizó y formalizó, y actualmente es una de las herramientas más utilizadas internacionalmente en la identificación de riesgos en una instalación industrial.

La realización de un análisis HAZOP consta de las etapas que se describen a continuación:

- Definición del área de estudio

Consiste básicamente en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica.

- Definición de nodos

Se refiere a que en cada uno de estos subsistemas se deben identificar una serie de nodos, o puntos claramente localizados en el proceso.

Cada nudo vendrá caracterizado por variables de proceso como: Presión, Temperatura, Caudal, Nivel, Composición, Viscosidad entre otros.

Aplicación de las palabras guía

Estas se utilizan para indicar el concepto que representan a cada uno de los nudos definidos anteriormente que entran o salen de un elemento determinado, a continuación, se muestra en la siguiente tabla:

Palabra guía	Significado	Ejemplo de desviación	Ejemplo de causas originadoras
NO	Ausencia de la variable a la cual se aplica	No hay flujo en una línea	Bloqueo; fallo de bombeo; válvula cerrada o atascada; fuga; válvula abierta; fallo de control
MÁS	Aumento cuantitativo de una variable	Más flujo (más caudal)	Presión de descarga reducida; succión controlada; saturación; fuga;
		Más flujo (más caudal)	Fuegos exteriores; bloqueo; puntos calientes; explosión en reactor; reacción descontrolada
MENOS	Disminución cuantitativa de una variable	Menos caudal	Fallo de bombeo; fuga; bloqueo parcial; sedimentos en línea; falta de carga; bloqueo de válvulas
		Menos temperatura	Pérdidas de calor; vaporización; venteo bloqueado; fallo de sellado
INVERSO	Analiza la inversión en el sentido de la variable. Se obtiene el efecto contrario al que se pretende	Flujo inverso	Fallo de bomba; sifón hacia atrás; inversión de bombeo; válvula antirretorno que falla o está insertada en la tubería de forma incorrecta
ADEMÁS DE	Aumento cualitativo. Se obtiene algo más que las intenciones del diseño	Impurezas una fase o extraordinaria	Entrada de contaminantes del exterior como aire, agua o aceites; productos de corrosión; fallo de aislamiento; presencia de materiales por fugas interiores; fallos de la puesta en
PARTE DE	Disminución cualitativa. Parte de lo que debería ocurrir sucede según lo previsto	Disminución de la composición a mezcla	Concentración demasiado baja en la mezcla; reacciones adicionales; cambio en la alimentación
DIFERENTE DE	Actividades distintas respecto a la operación normal	Cualquier actividad	Puesta en marcha y parada; pruebas e inspecciones; muestreo; mantenimiento; activación del catalizador; eliminación de tapones; corrosión; fallo de energía; emisiones indeseadas, etc

Tabla 7 Palabras guía de la metodología HAZOP

- Definición de las desviaciones a estudiar

Para cada nudo básicamente se considera de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo.

Mientras se van identificando las desviaciones se deben indicar las causas posibles de estas desviaciones y posteriormente las consecuencias de estas desviaciones.

El equipo de trabajo junto con asesoría de expertos estableció la herramienta de aplicación como se puede ver en la siguiente tabla. Así mismo se determinó que

para la estimación de los riesgos se hace con la misma matriz utilizada en la Identificación y análisis de peligros en el área de trabajo explicada en la metodología anterior.

Elemento	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabi	Severi	Riesgo	Control Actual	Probabi	Severi	Riesgo	Recomendaciones

Tabla 8 Formato para la aplicación de la metodología HAZOP

2.2.1 PRINCIPIO ALARP

El principio ALARP, “tan bajo como sea razonablemente posible”, nace de la necesidad de definir los criterios de riesgos que radica en la posibilidad de llevar el mayor el número de riesgos a una clasificación de riesgo aceptable, siendo ésta la razón indispensable generar criterios altamente confiables, pero a su vez, que sean posibles. Ya que, aunque existan los recursos necesarios para llevar una evaluación de riesgos a profundidad, respondiendo al principio ya mencionado. Asimismo, ALARP, se enfoca en una relación costo-beneficio de la reducción de riesgos e identifica tres clasificaciones para la evaluación del riesgo, las cuales, se evidencian en la siguiente ilustración.



Ilustración 5 Clasificación de riesgos

De acuerdo con la ilustración anterior, existen tres calificaciones según el riesgo, las cuales son:

- Riesgo inadmisible

Esta sección requiere de una evaluación de mayor profundidad, siendo los riesgos que no pueden ser reducidos.

- Riesgo tolerable

Corresponde entre las dos secciones anteriores, son riesgos considerados tolerables y en los cuales son necesarias medidas para su reducción.

- Riesgo generalmente aceptable:

Se encuentran catalogados como riesgos tan bajos que no se debe considerar una mayor reducción.

Así que, este modelo es utilizado por gran número de especialistas para realizar evaluaciones de riesgo, pero es completamente necesario definir de la mejor manera posible las tres clasificaciones. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta que la precisión con la que sean definidas las tres áreas también dependerá del proceso, del método que sea utilizado y de la habilidad del analista para evaluar la aceptabilidad del riesgo.

Finalmente, en el presente estudio serán evaluados los riesgos inadmisibles/intolerables, ya que no pueden ser tolerados al ser considerados como graves, pues trae consecuencias ya sea económicas, humanas, legales y sociales, en efecto inmediatas, corto y/o largo plazo.

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Para que el resultado del diagnóstico situacional en materia de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos sea más acorde a la realidad de la empresa, se opta por realizar entrevistas a diferentes colaboradores de la compañía, desde personal operativo hasta la Dirección General, tomando en cuenta diferentes áreas de trabajo e incluso a personal integrante de la Comisión de Seguridad e Higiene.

La entrevista consistió en la realización de preguntas clave dentro del proceso de la Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Estas preguntas son literalmente tomadas de la lista de verificación del diagnóstico situacional. Cada colaborador al que se le aplicó la entrevista (cuestionario), contestó las preguntas que le corresponden por su área de trabajo. El personal seleccionado para realizar el cuestionario fue:

- Director General
- Coordinador de Desarrollo Organizacional
- Auditor Líder
- Médico de Salud Ocupacional
- Jefe de Seguridad, Higiene y Ecología
- Químico analista
- Tornero
- Pesador
- Operador
- Supervisor

Es importante resaltar que, al personal entrevistado, se le aplicó el cuestionario en un tiempo menor de 20 minutos por cuestiones de productividad, así como también se realizó en un ambiente de confort adecuado y únicamente en presencia de los integrantes del equipo que realizó este diagnóstico situacional.

Los resultados obtenidos después de la recopilación de información y la gráfica de datos, muestra que la organización da un cumplimiento amplio a las regulaciones estipuladas por la Autoridad en materia de prevención de riesgos, sin embargo, existen algunos puntos en los que la evaluación es poco satisfactorias o en donde se deben realizar medidas urgentes con la finalidad de crear o mejorar una cultura de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico situacional.

No	Punto a verificar	Nivel de cumplimiento esperado (pts)	Nivel de cumplimiento real (pts)	Porcentaje de cumplimiento
1	Políticas y lineamientos	100	100	100%
2	Actividades principales del responsable de administrar la seguridad integral	550	240	43%
3	Soportes requeridos por la organización, paralelos a la administración del proceso	10450	5450	52%
4	Procesos de trabajo	95	30	32%
5	Protección contra incendios	1425	771	54%
6	Actitudes personales	1970	771	39%
7	Condiciones de áreas de servicio e instalaciones	4120	3150	77%
8	Higiene industrial	1900	2310	122%
9	Condiciones ergonómicas	550	150	27%
10	Auditoria y revisión del proceso	1640	210	13%

Tabla 9 Resultados del diagnóstico situacional

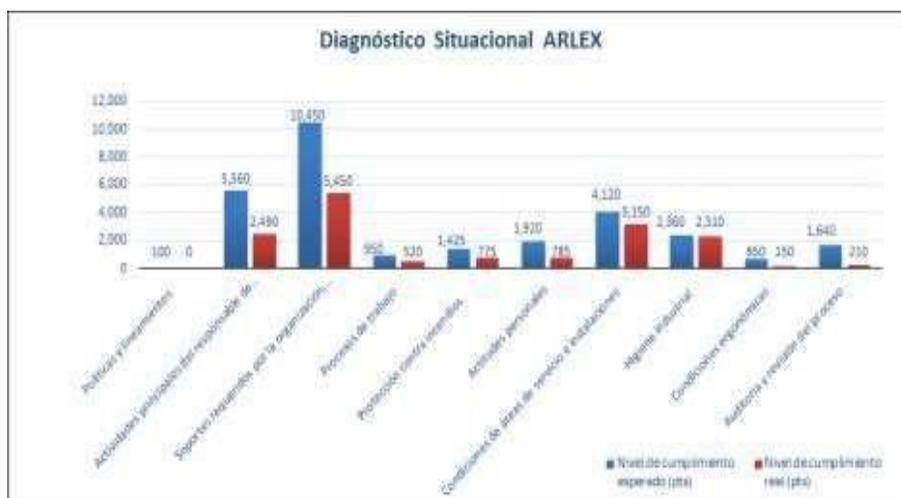


Ilustración 6 Gráfica de cumplimiento del diagnóstico situacional

Recomendaciones del diagnóstico situacional

De acuerdo con el diagnóstico de Seguridad y Salud en el Trabajo, es claro que no se da cabal cumplimiento al marco legal estipulado por los organismos gubernamentales correspondientes. Es importante resaltar que se debe mantener en constante actualización, cuando ya se posean o en todo caso, comenzar a generar los procedimientos, programas, instrucciones de trabajo, manuales y políticas en miras de generar una cultura de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos.

También es necesario que se realice el reconocimiento y evaluación en las diferentes áreas del centro de trabajo donde existan trabajadores expuestos a agentes físicos y químicos, así como dar continuidad a los monitoreos ambientales para cumplir con la normatividad mexicana.

Se debe realizar análisis de riesgos para con ello poder generar los mapas de riesgo, la señalización de los peligrosos, la minimización o control de los riesgos y en todo caso, el equipo de protección personal que debe utilizar cada puesto de trabajo como medida preventiva para evitar accidentes y/o enfermedades de trabajo.

Así mismo se debe promover la capacitación continua y constante en materia de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos desde que el personal se integra a la empresa en los cursos de inducción como las capacitaciones programadas durante el inicio de año.

Es importante que a su vez todas estas actividades sean plasmadas en un programa de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos con la finalidad de tener una mejor gestión en la administración de proceso. En un concepto más amplio y como proyecto a mediano plazo, es conveniente inscribirse al sistema de gestión voluntario que maneja la dependencia Federal tal como: Empresa Segura por parte de la STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social).

Anexo 3 Diagnóstico situacional

Anexo 4 Programa de Seguridad Integral y Prevención de Riesgos

Análisis de Riesgos en el PROCESO

El Análisis de Riesgos en el Proceso (ARP) del agua potable proveniente de la red de abastecimiento público, e inicia con la alimentación del agua en las cisternas ubicadas en la planta superior, en con una presión mínima de 2 kg/cm² y máxima de 3 kg/cm², además, con temperatura máxima de 30 °C, donde pasa por el indicador de presión IP:1003, la cual debe ser de 0-11 kg/cm².

El agua es transportada a la planta baja hasta el tanque T-1001 con capacidad de 120 L, siendo controlado por el indicador de nivel de contacto alto alto SN-CN: 1001 AA, donde con una válvula Check VC:1003 y una manguera flexible de 6 mm, se adiciona Hipoclorito de Sodio con concentración del 13%, B-1001: cuyo caudal es de 7,5 L/h, potencia de 25 V, voltaje de 110 V – 60 HZ – 2 Fases, siendo verificado por el elemento de control PLC y alarma de bomba dosificadora AB-1001, si no cumple los estándares ya mencionados el fluido pasa por la válvula manual VM: 1003, siendo agua de drenaje. Pero, si se ejecuta perfectamente, el agua se dirige al mezclador estático ME: 1001 en un tubo de 1"-RW- PVC80-Nivel Alto, para luego ser estudiada por "Redox AA", siendo el registrador indicador analizador de contacto alto RIA:1001 y el sensor alto SA:1001, donde una cantidad de agua es almacenada en los tanques de la planta y otra para el filtrado grueso (de arena).

En el filtrado grueso F-1001, se evalúa la concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT), iniciando con una válvula de Fleck VF:1001 y con la manguera flexible de 20 mm, llevando estos sólidos residuales al agua de drenaje, pues el líquido que ya pase por el filtro de arena se desplaza en la tubería de 1" al cuarto donde se almacena y se continua el proceso.

Seguidamente, para ser llevada el agua al tanque de almacenamiento TA-101 con capacidad de 1100 L, debe ser valorada por el indicador de presión IP:1004 siendo de 0-11 kg/cm², donde a su vez con la válvula manual VM: 1004 permite la llegada del líquido al recipiente y allí está el Switch del Nivel SN: 1002, el cual debe indicar un llenado del tanque como mínimo del 50%. Luego, con la válvula manual VM: 1006 se lleva el fluido hasta el hidroneumático B-1102 con el fin de aumentar la presión en el proceso, para luego ser valorada con el Switch de Presión SP: 1001, realizando el muestreo manual PM: 1001 para verificar que el agua desde el tanque de almacenamiento tenga la presión máxima sea de 4.5 kg/cm² y mínima de 3 kg/cm², como también, la temperatura máxima de 30 °C, para continuar con el filtrado de 50 Micras.

En el filtrado de 50 Micras, se inicia con el indicador de presión IP:1001, siendo de 0-7 kg/ cm², para luego ser valorado por el elemento de control PLC y la válvula neumática de asiento inclinada VA:1001 y ser llevada una cantidad de fluido por la válvula manual VM:1008 para verificar la cantidad de sólidos disueltos totales (SDT) mediante el "Redox AA", el cual opera con el registrador indicador analizador de contacto alto RIA:1002 y el sensor alto SA:1002, donde estos residuos se llevan con la VM: 1009 y se destinan como agua de drenaje. Pero, el flujo que ya se encuentra en perfectas condiciones se lleva al filtro F-1002, para garantizar que el líquido ya se encuentra libre de impurezas y materiales, para que el agua continúe con el proceso de purificación.

Posteriormente, inicia el proceso de decloración utilizando la sustancia química metabisulfito de sodio, el cual es llevado mediante una manguera flexible de 6 mm con una válvula Check VC:1004, al tanque T-1002 de 120 L, siendo controlado por el indicador de nivel de contacto alto SN 1004-CN: 1002 AA, cuyo caudal es de 7,5 L/h, potencia de 25 V, voltaje de 110 V – 60 HZ – 2 Fases, siendo verificado por el elemento de control PLC y alarma de bomba dosificadora AB-1003, ya que si no se encuentra el cloro bien diluido, el fluido pasa por la válvula manual VM: 1010 ya siendo agua de drenaje. Pero, si se ejecuta perfectamente, el agua se dirige al mezclador estático ME: 1002 donde se realiza un muestreo manual PM: 1002, para luego ser estudiada por "Redox AA", siendo este el registrador indicador analizador de contacto alto RIA:1003 y el sensor alto SA:1003, garantizando que la concentración de cloro disuelto sea de < 0.2 ppm.

Finalmente, la ULTIM Fase del sistema estudiado es el ablandamiento (suavizado), el cual inicia con el transmisor de flujo TF:1001, que recibe el agua ya con una concentración de cloro disuelto de < 0.2 ppm, para luego con la válvula de Fleck VF: 1002 llevar el líquido a los suavizadores C-1001 y C-1002, con el fin de eliminar los iones de dureza, principalmente de calcio y magnesio, que son intercambiados por iones de sodio, para luego ser evaluados en un punto de muestro PM: 2001, la cual ya hace parte del sistema de agua suavizada.

Asimismo, cuando los suavizadores ya se sobresaturan de estos elementos, se utiliza la salmuera, que se encuentra en el tanque T-1003 con capacidad de 120L, la cual, mediante la manquera flexible de 6 mm, hace la debida circulación de cloruro de sodio en una concentración del 10% y agua en 90%, limpiando los

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PELIGROS EN EL AREA DE TRABAJO

Para esto se utilizó la metodología UNE expuesta en el marco teórico teniendo como resultado la siguiente tabla:

Clasificación	Peligro	Riesgo	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
					Media	Baja			Media	Baja		
	Humedad	Exposición	Almacenamiento de agua y vapor de la caldera	Hongos, afectaciones respiratorias, condición ambiental inadecuada.	Media	Baja	Tolerable	No aplica	Media	Baja	Tolerable	

Clasificación	Peligro	Riesgo	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
					Media	Baja			Media	Baja		
2. Químicos	Hipoclorito de Sodio (NaClO) Corrosivo Salud 1	Inhalación	Calentamiento se desprende cloro a mayor de 55°C	Tos, irritación de los bronquios, laringe, neumonitis química	Media	Baja	Tolerable	Comunicación de riesgos por medio de etiquetas, capacitación de los peligros y riesgos a los cuales están expuestos y uso de E.P.P. Se proporcionan los lentes, guantes, zapatos, respirador.	Baja	Baja	Trivial	Realizar campañas para concientizar al personal la importancia de cuidar su salud. Verificar el estado del E.P.P. así como su uso siempre que sea requerido. *Metabisulfito: - Evitar contacto excesivo - Usar lentes - Evitar calor excesivo, llamas al descubierto y humedad. *Hipoclorito de sodio: - Utilizar guantes de hule
		Contacto	Suministro al tanque de Hipoclorito	Irritación								
		Ingestión	Falta de E.P.P, accidente	Dolor estomacal, náuseas, vómito								
	Metabisulfito de Sodio (Na₂S₂O₅) Corrosivo Irritante Salud 2	Inhalación	En presencia de agua o ácido pueden liberar gases dióxido de azufre peligroso	Irritación del tracto respiratorio, síntomas similares al asma	Media	Media	Moderado					
		Contacto	Suministro al tanque	Irritación, dermatitis, en ojos daño permanente								
		Ingestión	Falta de E.P.P, accidente	Dolor estomacal, náuseas, vómito								
	Salmuera (NaCl) Salud 1	Contacto	Suministro al tanque de Hipoclorito	Irritación	Baja	Baja	Trivial		Baja	Baja	Trivial	

1. Físicos	Ruido	Exposición	Motores	Hipoacusia	Baja	Alta	Moderado	E.P.P (Conchas acústicas), exámenes anuales de audiometría.	Baja	Alta	Moderado	Capacitar al personal para el uso adecuado de E.P.P así como supervisión del mismo, cambiando cada 2 años las conchas acústicas para que no pierdan su eficiencia. Proveer conchas acústicas para cada trabajador, en este caso cinco.
	Calor 28°C	Exposición	Falta de ventilación en área de la caldera	Deshidratación, mareo, cansancio, falta de atención, sueño	Media	Baja	Tolerable	No aplica	Media	Baja	Tolerable	Instalar en el área de trabajo ventiladores o ventanas.
	Golpes	Golpeado contra	Poco espacio entre equipo e instalación	Moretones, contusiones	Baja	Baja	Tolerable		Baja	Baja	Tolerable	Minimizar la importancia de los golpes, generando la cultura de reporte y mayor concentración al realizar sus actividades.

Tabla 10 Resultados del diagnóstico situacional

Al realizar la identificación de peligros y riesgos en el área de trabajo se identifica que están presentes físicos y químicos por la naturaleza de las actividades que se realizan en este sistema de agua potable. Como se muestra en la Tabla 10 Resultados del diagnóstico situacional los peligros físicos son humedad, ruido, calor y golpes presentando como riesgos la exposición a y golpeado contra.

Teniendo como resultado riesgos tolerables ya que estos no necesitan mejorar las acciones preventivas, pero si se pueden realizar alternativas para mejorar sin que representen fuertes inversiones económicas y verificar de manera periódica la eficiencia de los controles actuales.

Durante este proceso se utilizan tres sustancias químicas las cuales son el Hipoclorito de Sodio, el Metabisulfito de Sodio y la Sal y salmuera representando los peligros y como riesgos la inhalación, contacto con, e ingestión. Las causas de esto son altas temperaturas, suministro al sistema, inadecuado uso de E.P.P o falta del mismo o por accidente.

Al realizar este análisis se puede concluir que el peligro físico más sobresaliente es el ruido pues se considera un riesgo moderado ya que se tiene como consecuencia la hipoacusia y causa el movimiento de los motores. El control actual es el examen anual de audiometría y junto con la entrega de conchas acústicas y tapones. es moderado por que es necesario aumentar el esfuerzo por reducir el riesgo al igual que determinar la probabilidad del daño.

Así mismo el peligro físico más sobresaliente es Metabisulfito de sodio ya que los trabajadores lo manipulan en estado sólido (polvo) lo que aumenta las molestias, el control actual es la registro de las hojas de datos de seguridad, entrega de E.P.P el etiquetado de los productos y la capacitación al personal de los riesgos a los cuales están expuestos junto con la explicación de las MSDS como el uso adecuado de E.P.P.

APLICACIÓN DE HAZOP PARA ANALISIS DE RIESGOS

- Identificación de nodos

El proceso del Sistema de Agua Purificada es amplio, por lo que solo se tomará como base para realizar este proyecto, la primera sección que va de la alimentación del agua a través de la red de abastecimiento público hasta el ablandamiento (suavizado) del agua.

A continuación, se presenta el sistema de estudio segmentado realización del análisis de riesgos por medio de la metodología HAZOP.

DEFINICIÓN DE NODOS			
NODO	NOMBRE	INICIA DESDE	HASTA
1	Alimentación de agua potable	Red pública de agua	Indicador de Presión IP: 1003
2	Cloración (Hipoclorito de sodio)	Válvula Check VC:1003	"Redox AA", RIA:1001 y SA:1001
3	Filtración gruesa (Arena)	Válvula de Fleck VF:1001	Filtro de arena F-1001
4	Almacenamiento de agua potable	Indicador de presión IP:1004	Muestreo manual PM: 1001
5	Filtración final 50 Micras	Indicador de presión IP:1001	Filtro F-1002
6	Decloración (Metabisulfito de sodio)	Válvula Check VC:1004	"Redox AA", RIA:1003 y SA:1003
7	Ablandamiento (Suavizado)	Transmisor de flujo TF:1001	Suavizadores C-1001 y C-1002

Tabla 11 Identificación de nodos del sistema

Para mayor detalle de la delimitación de los nodos del sistema, consultar el anexo 4 del suplemento.

- **Diagrama de tubería del sistema por nodo**

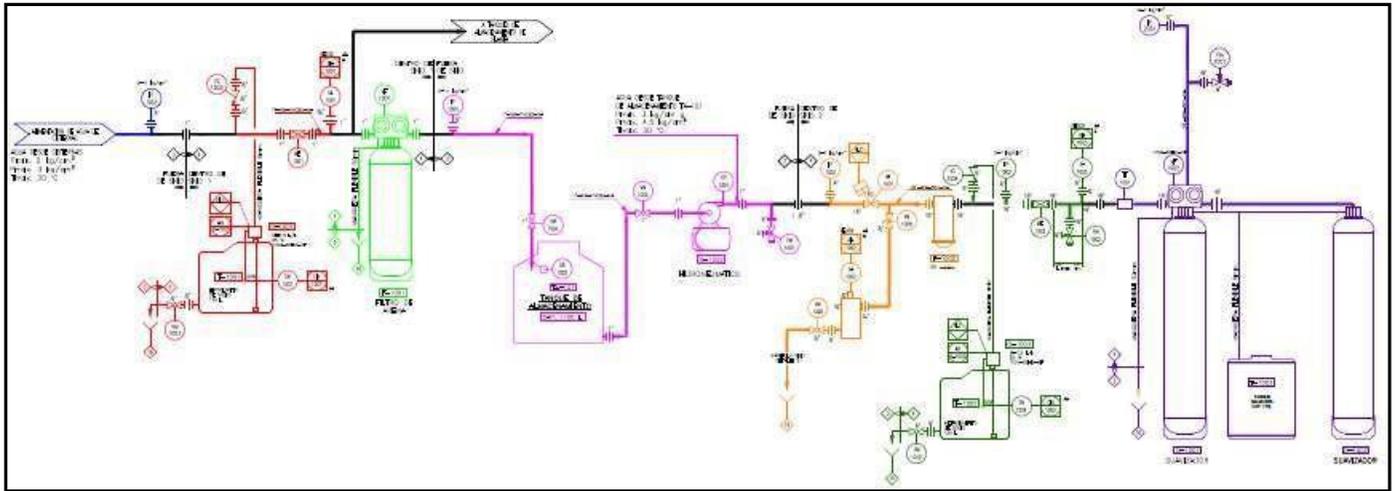


Ilustración 8 Diagrama de la definición de nodos

- **Evaluación del proceso**

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Riesgo			Control Actual	Riesgo		
					Probabilidad	Severidad	Riesgo		Probabilidad	Severidad	Riesgo
1. Alimentación de agua potable	Presión	MAS	Sobrepresión de redde agua publica	Llenado más rápido de la cisterna	Media	Bajo	Tolerable	Flotador en la cisterna	Baja	Baja	Trivial
		MENOS	Bajo nivel de agua en la red pública	Demora en el llenado de la cisterna	Media	Bajo	Trivial	No aplica			
		NO	Ausencia del agua en la red pública	Paro en línea de producción	Baja	Alto	Moderado	No existe			
	Flujo	MÁS	Nivel alto de agua, salida de cisterna	Válvula inmóvil por corrosión	Baja	Bajo	Trivial	Válvulas de tubería de aguas de rechazo	Alta	Baja	Moderado
				Agua de rechazo de EDI y Osmosis inversa	Baja	Bajo	Trivial		Alta	Baja	Moderado
		MENOS	Nivel bajo de agua, insuficiente para alimentación de sistema de purificación	Corrosión del flotador permitiendo el paso del agua	Baja	Alta	Moderado	Sensor de nivel	Alta	Baja	Moderado

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
					Baja	Media			Tolerable	Alta		
2. Cloración	Presión	MAS	Mayor potencia, que aumenta flujo y presión del sistema de alimentación	El filtro de arena puede dañarse, generando fracturas o canalizaciones	Baja	Media	Tolerable	Tabla de perfiles de consumo. Hidroneumático	Alta	Baja	Moderado	
			No cuenta con un sistema que mantenga la regulación de presión		Baja	Media	Tolerable					
			El indicador de presión instalado no es del rango requerido		Baja	Media	Tolerable	Manómetro	Alta	Baja	Moderado	
			El indicador de presión instalado no se encuentra calibrado y/o funciona correctamente		Media	Media	Moderado	Procedimiento de control de instrumentos	Alta	Baja	Moderado	
		MENOS /NO	Menor potencia, disminuye flujo y presión del sistema de alimentación	Proceso de retrolavado del filtro de arena no eficiente (volumen, presión, tiempo)	Baja	Alta	Moderado	Tabla de perfiles de consumo. Memoria de cálculo. Hidroneumático	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
3. Filtración gruesa	Concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT)	MAS	No se cuenta con especificación para la capacidad del filtro	Reemplazo continuo del filtro de 50 micras	Baja	Baja	Trivial	Especificaciones de diseño: capacidad de filtrado de 20-60 L/min	Alta	Baja	Moderado	
			No se cuenta con procedimientos para la operación y mantenimiento del sistema		Baja	Baja	Trivial	No aplica	Baja	Media	Tolerable	Determinación de volumen de saturación de filtro y tiempo de retrolavado
			El personal que manipula el sistema no está capacitado		Baja	Baja	Trivial	No aplica	Baja	Media	Tolerable	Capacitación de personal operativo
			Presión de agua de entrada supera las especificaciones		Baja	Baja	Trivial	Especificaciones de diseño: Resistente a presiones de hasta 4kg/cm ²	Alta	Baja	Moderado	
			Medio filtrante sucio		Alta	Baja	Moderado	Especificaciones de diseño: Válvula fleck	Alta	Baja	Moderado	
			Operación y/o mantenimiento incorrecto de la válvula		Alta	Baja	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Monitoreo de los parámetros de operación del sistema; emisión de los procedimientos de operación y mantenimiento del sistema; capacitación del personal.

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
3. Filtración gruesa	Concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT)	MAS	Programación incorrecta de los componentes	Reemplazo continuo del filtro de 50 micras	Alta	Baja	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Identificación de las conexiones en PLC con actuadores y sensores contra diagramas. Habilitación e inhabilitación del Tablero de control; verificación de servicios auxiliares. Monitoreo de la habilitación e inhabilitación de alarmas

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
4. Almacenamiento de agua potable	Concentración de hipoclorito de sodio (0.9 – 1.5 ppm)	MAS	Falta de calibración del detector	Consumo mayor de la estación de metabisulfito para eliminar en etapas posteriores el cloro libre residual.	Baja	Baja	Trivial	Procedimiento de control de instrumentos	Alta	Baja	Moderado	
			Programación incorrecta de los componentes		Media	Baja			Tolerable	Baja		

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones		
4. Almacenamiento de agua potable	Concentración de hipoclorito de sodio (0.9 – 1.5 ppm)	MAS	No se cuenta con una especificación para la concentración de cloro en la línea	Consumo mayor de la estación de metabisulfito para eliminar en etapas posteriores el cloro libre residual.	Baja	Baja	Trivial	Filosofía de operación. Especificaciones de diseño. Listado de alarmas y acciones: 1 < Cl ₂ ppm < 1.5	Alta	Baja	Moderado			
			Fallo en comunicación entre válvula flecky HMI		Media	Baja			Tolerable	Baja			Alta	Moderado
		MENOS	Falta de calibración de detector ORP	Crecimiento microbiano en tanque de almacenamiento o contaminación posterior del sistema	Baja	Alta	Moderado	Procedimiento de control de instrumentos	Alta	Baja	Moderado			
			Mantenimiento incorrecto del sensor		Baja	Alta			Baja	Alta			Moderado	Parámetros de operación del sistema; manual de operación y mantenimiento del sistema.
			Calentamiento de la bomba de hipoclorito de sodio, corto circuito		Alta	Alta			Intolerable	Listado de alarmas y acciones: Alarma por falla de bomba por calentamiento o corto circuito				

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
4. Almacenamiento de agua potable	Concentración de hipoclorito de sodio (0.9 - 1.5 ppm)	MENOS	Programación incorrecta de los componentes	Crecimiento microbiano en tanque de almacenamiento o contaminación posterior del sistema	Media	Alta	Importante	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Habilitación e inhabilitación del Tablero de control; verificación de servicios auxiliares. Monitoreo de la habilitación e inhabilitación de alarmas
			No hay detección de nivel de cloro en tanque		Media	Alta	Importante	Filosofía de operación Especificaciones de diseño. Listado de alarmas y acciones: Alarma por tanque al 50 %	Alta	Media	Importante	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
5. Filtración fina 50µm	Concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT)	MENOS	Altas presiones de entrada	Contaminación y corta vida de columnas suavizadoras	Baja	Alta	Moderado	Especificaciones de diseño: Control de hidroneumático mediante sensor de presión	Alta	Baja	Moderado	
			Falta indicadores de caída de presión en sistema de filtrado de 50 µm		Baja	Alta	Moderado	Filosofía de operación. Especificaciones de diseño: Manómetros pre y post filtro	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
5. Filtración fina 50µm	Concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT)	MENOS	Indicadores de presión pre y postfiltro no están calibrados	Contaminación y corta vida de columnas suavizadoras	Baja	Alta	Moderado	Procedimientos de control de instrumentos	Alta	Baja	Moderado	
			Indicadores de presión pre y postfiltro no son del rango requerido		Baja	Alta	Moderado	Sistema de generación de agua purificada: Válvula de Seguridad 0-7 kg/cm ²	Alta	Baja	Moderado	
			No se cuenta con proveedor		Media	Alta	Importante	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Listado de refacciones críticas; procedimiento de mantenimiento del sistema. Calificación de proveedores
			No se solicitó reemplazo en tiempo y forma		Media	Alta	Importante	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Parámetros de operación del sistema. Monitoreo de presiones diferenciales de filtro y determinación de tiempo de reemplazo
			No se cuenta con especificaciones técnicas de referencia		Baja	Alta	Moderado	Filosofía de operación. Especificaciones de diseño: Presiones de hasta 4,5 kg/cm ²	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
5. Filtración fina 50µm	Presión (3 - 4,5 kg/cm²)	MAS	No se cuenta con una especificación para la línea	Rompimiento del filtro de 50 micras	Baja	Media	Tolerable	Parámetros de operación del sistema de generación de agua purificada: 3 - 4.5 kg/cm²	Alta	Baja	Moderado	
			El alcance del instrumento no corresponde con el rango de la presión de trabajo		Baja	Media	Tolerable	Especificaciones de diseño: 0-7 kg/cm²	Alta	Baja	Moderado	
			El instrumento no está calibrado		Baja	Media	Tolerable	Procedimiento de control de instrumentos	Alta	Baja	Moderado	
		MENOS	No se cuenta con especificación para presión en línea	Bajo o nulo flujo de agua al sistema de suavizado	Baja	Alta	Moderado	Parámetros de operación del sistema de generación de agua purificada: 3 - 4.5 kg/cm²	Alta	Baja	Moderado	
			No se cuenta con monitoreo de funcionamiento de hidroneumático		Baja	Alta	Moderado	Sensor de presión	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
5. Filtración fina 50µm	Presión (3 - 4,5 kg/cm²)	MENOS	Los indicadores de presión no son del rango requerido	Bajo o nulo flujo de agua al sistema de suavizado	Baja	Alta	Moderado	Sensor de presión: 0-7 kg/cm²	Alta	Baja	Moderado	
			Los indicadores de presión no están calibrados		Baja	Alta	Moderado	Procedimientos de control de instrumentos de la válvula	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
6. Declaración (Metabisulfito de Sodio)	Concentración de metabisulfito de sodio (0.2 ppm)	MAS	La solución de metabisulfito de sodio no fue preparada correctamente	Bajo rendimiento de las columnas de suavizado.	Media	Media	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Programa de mantenimiento preventivo; procedimiento de operación y mantenimiento del sistema; manual de operación del sistema
			La solución de metabisulfito de sodio se degradó a sulfuro de hidrógeno	Bajo rendimiento de las columnas de suavizado	Media	Media	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
6. Declaración (Metabisulfito de Sodio)	Concentración de metabisulfito de sodio (0.2 ppm)	MAS	El sensor de nivel no funciona	Bajo rendimiento de las columnas de suavizado	Media	Media	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Programa de mantenimiento preventivo
			No hay comunicación entre el sensor de nivel y el panel de control		Baja	Media	Tolerable	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Identificación de los componentes del sistema contra plano de especificaciones técnicas, listado e identificación de conexiones; procedimiento de operación y mantenimiento del sistema.
			Fallo de comunicación entre estación dosificadora de metabisulfito y sensor redox		Baja	Media	Tolerable	No aplica	Alta	Baja	Moderado	
			Calentamiento o corto circuito de bomba.		Baja	Media	Tolerable	Filosofía de operación Especificaciones de diseño. Listado de alarmas y acciones: Alarma por fallo de bomba	Alta	Baja	Moderado	
			El sensor no está calibrado		Baja	Media	Tolerable	Procedimiento de control de instrumentos	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
6. Declaración (Metabisulfito de Sodio)	Concentración de metabisulfito de sodio (0.2 ppm)	MAS	No se realiza adecuadamente la mezcla antes de la detección	Bajo rendimiento de las columnas de suavizado	Baja	Media	Tolerable	Filosofía de operación. Especificaciones de diseño. Listado de alarmas y acciones: Mezclador estático	Alta	Baja	Moderado	
			Los parámetros del sensor redox no están configurados		Media	Media	Moderado	Filosofía de operación. Especificaciones de diseño. Listado de alarmas y acciones: $Cl_2 < 0.2$ ppm	Alta	Baja	Moderado	
			La configuración de dosificación de metabisulfito por proporción de cloro no es correcta		Media	Media	Moderado	Filosofía de operación: Ecuación de dosificación	Alta	Baja	Moderado	
			Falla de comunicación entre sensor y bomba de hipoclorito de sodio		Media	Media	Moderado	Filosofía de operación: Alarma por fallo de bomba	Alta	Baja	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
7. Ablandamiento (suavizado)	Pasa agua poretapas posteriores del sistema	NO	Volúmenes de inicio de regeneración de columnas inadecuados	Bajo rendimiento de membranas de ósmosis inversa/ Incrustaciones en tuberías	Media	Media	Moderado	Especificaciones de diseño. Listado de alarmas y acciones: 57,602.611 litros	Alta	Baja	Moderado	
			Regeneración ineficiente de columnas		Media	Media	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Gasto de volumen de salmuera por regeneración; frecuencia promedio de preparación de salmuera
			Falta de salmuera en tanque		Alta	Media	Importante	No aplica	Baja	Alta	Moderado	
			Falla de válvula fleck		Media	Media	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Seguimiento de función de válvula fleck y comparación con transmisor de flujo
			Reactivo de regeneración mal preparado		Alta	Media	Importante	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Procedimiento de operación y mantenimiento del sistema; manual de operación del sistema
			Calidad inadecuada de NaCl		Media	Media	Tolerable	No aplica	Baja	Alta	Moderado	

Nodo	Variable	Palabra clave	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Control Actual	Probabilidad	Severidad	Riesgo	Recomendaciones
	Pasa agua poretapas posteriores del sistema	NO	Falta de monitoreo de presión en columnas; presión alta, genera canalización		Baja	Media	Tolerable	Especificaciones de diseño: Manómetros pre y post columnas	Media	Baja	Tolerable	

7. Ablandamiento (suavizado)	Agua con carga microbiana	MAS	Falta de flujo por tiempos prolongados	Contaminación microbiana en sistema posterior	Baja	Alta	Moderado	No aplica	Baja	Alta	Moderado	Verificación de parámetros de operación de sistema. Monitoreo constante de calidad de efluentes en punto de muestreo post columna; procedimiento de operación y mantenimiento del sistema; manual de operación del sistema

JERARQUIZACIÓN DE PELIGROS

FASE	CAUSA	CONSECUENCIA	RECOMENDACIONES
Cloración (Nodo 2)	Ausencia del Hipoclorito de Sodio en el tanque T-1001	Probabilidad de contaminación microbiológica en las etapas posteriores del sistema.	Contar con manual e instructivo que permita tener claros los procedimientos y especificaciones al suministrar la cantidad exacta de hipoclorito.
Almacenamiento de agua potable (Nodo 4)	Calentamiento de la bomba de Hipoclorito de sodio. Corto circuito.	Crecimiento microbiano en el tanque de almacenamiento y contaminación posterior del sistema.	Revisar rodamientos. Mantenimiento y supervisión del sistema eléctrico y equipo. Monitorear de manera constante la población microbiana a fin de mantenerla controlada. Contar con un procedimiento para actuar cuando los parámetros estén fuera de lo establecido.

Tabla 12 Riesgo Intolerable

CONCLUSIONES

El presente trabajo se realiza con el fin de proporcionar a los trabajadores un lugar y ambiente en el que existan menos peligros al desarrollar sus actividades, así como también llegar al cumplimiento normativo teniendo un enfoque integral de la seguridad.

Para lo cual se aplicó Diagnóstico Situacional en el cual se obtuvo como resultado áreas de oportunidad como la implantación de políticas y lineamientos, así como la necesidad de aumentar el compromiso de la alta dirección, también se identificó la necesidad de mejorar las condiciones ergonómicas y los controles necesarios relacionados a las auditorias.

También se necesita mejorar las condiciones de almacenamiento de las sustancias químicas que son manipuladas en el sistema de purificación del agua utilizada en la fabricación de medicamentos.

Al desarrollar el método HAZOP solo se identificaron dos riesgos intolerables ya que en estas etapas del proceso es indispensable el control y eliminación de microorganismos e impurezas que puedan echar a perder las demás etapas y la calidad del producto final de la compañía.

BIBLIOGRAFÍA

CASAL, J. MONTIEL, H. PLANAS, E. Y VILCHEZ, J.A. (1999). Análisis de Riesgo en Instalaciones Industriales. Madrid. UPC.

CORTÉS, J.M. (2007). Seguridad e Higiene en el Trabajo, Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. (9ª Ed). Madrid. Tebar.

CREUS. A. (2005). Fiabilidad y Seguridad. (2ª Ed.). España. Morcombo ediciones técnicas.

GUIAR. GRUPO DE INVESTIGACIÓN ANALÍTICA DE RIESGO. (s/a). Documentación / Análisis de Riesgos.

"<http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/An_riesgo/An_riesgo.htm>"

Secretaria de Energía. NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones Electricas (utilización).

Secretaria de Gobernación. NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos de Protección Civil. Colores, formas y Símbolos a utilizar.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales e instalaciones México.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. NOM-018-STPS-2000, Identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas México.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad México.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. NOM-029-STPS-2008, Mantenimiento de instalaciones eléctricas.

VICTORIANO ANGÜS TERRAZAS, Diagnóstico de Seguridad Industrial, elemento clave para la prevención de accidentes y enfermedades producto del trabajo, México: AISOHMEX, 2019. Color S.A. de C.V.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Planos de ubicación de área.....	17
Anexo 2 Diagramas de flujo del proceso productivo	17
Anexo 3 Diagnóstico situacional	19
Anexo 4 Diagrama del Sistema de Agua Purificada.....	20

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Plano de ubicación de la empresa Google Maps	15
Ilustración 2 Fachada Arlex de México, S.A. de C.V.	16
Ilustración 3 Etapas del análisis de riesgos.....	25
Ilustración 4 Método UNE	26
Ilustración 5 Clasificación de riesgos.....	33
Ilustración 6 Gráfica de cumplimiento del diagnóstico situacional	37
Ilustración 7 Plano de ubicación del cuarto del Sistema de Agua Purificada	40
Ilustración 8 Diagrama de la definición de nodos.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Formato para la identificación de peligros y riesgos en el área de trabajo.....	28
Tabla 2 Estimación del riesgo.....	28
Tabla 3 Escala de probabilidad.....	29
Tabla 4 Escala de severidad.....	29
Tabla 5 Valoración del riesgo	30
Tabla 6 Descripción de la valoración del riesgo	30
Tabla 7 Palabras guía de la metodología HAZOP	32
Tabla 8 Formato para la aplicación de la metodología HAZOP	33
Tabla 9 Resultados del diagnóstico situacional.....	34
Tabla 10 Resultados del diagnóstico situacional	42
Tabla 11 Identificación de nodos del sistema.....	43
Tabla 12 Riesgos Intolerables	54