



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

**” ANÁLISIS DEL RIESGO TOXICOLÓGICO DE ORIGEN LABORAL
POR EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL SECTOR DE
SERVICIOS PETROLEROS ”**



AUTOR: Kenshi Jhoan Campuez Flores
DIRECTOR: Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D_(e)

Ibarra – Ecuador
2026

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004521736		
APELLIDOS Y NOMBRES:	KENSHI JHOAN CAMPUEZ FLORES		
DIRECCIÓN:	PARROQUIA SAN PABLO, CALLE ELOY ALFARO, ENTRE SUCRE Y CHIRIBOGA		
EMAIL:	KJCAMPUEZF@UTN.EDU.EC		
TELF. FIJO:	S/N	TELF. MÓVIL:	0992102967

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS DEL RIESGO TOXICOLÓGICO DE ORIGEN LABORAL POR EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL SECTOR DE SERVICIOS PETROLEROS
AUTOR(ES):	KENSHI JHOAN CAMPUEZ FLORES
FECHA:	2026/01/12
CARRERA/PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL
DIRECTOR:	DR. GUILLERMO NEUSA ARENAS, PH.D _(e)

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Kenshi Jhoan Campuez Flores , con cédula de identidad Nro. 1004521736 , en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 12 días del mes de enero de 2026.

EL AUTOR:

Firma

Nombre: Kenshi Jhoan Campuez Flores

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de enero de 2026.

EL AUTOR:

Firma

Nombre Kenshi Jhoan Campuez Flores

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 12 de enero de 2026.

Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D_(e)
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D_(e)

C.C: 1722323035

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “ Análisis del Riesgo Toxicológico de Origen Laboral por Exposición a Sustancias Químicas en el Sector de Servicios Petroleros ” elaborado por Kenshi Jhoan Campuez Flores , previo a la obtención del título del Ingeniero Industrial , aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

Dr. Guillermo Neusa Arenas, Ph.D_(e)

C.C: 1722323035

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.

C.C: 1003597513

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante y la fortaleza que sostuvo cada paso de este camino académico. Su amor sin límites y su sabiduría han iluminado mis días más complejos, dándome la valentía y la determinación necesarias para avanzar. Sé que en cada momento estuvo a mi lado, ofreciéndome su amparo y su paz. Dedico este logro como muestra de gratitud a su gracia infinita.

A mis padres, por forjar en mí los valores y la esencia de la persona que soy hoy. Cada uno de mis logros, incluido este, nace del esfuerzo, la humildad y la sencillez con las que me criaron. A pesar de las dificultades, nunca dejaron de impulsarme a perseguir mis metas y a confiar en mis capacidades.

A mis hermanos, quienes se convirtieron en inspiración, compañía y apoyo incondicional en todo este proceso. Sus palabras de aliento, su fe en mí y su presencia constante fueron una fuente de fuerza incluso en los momentos más desafiantes.

Y finalmente, a mí mismo, por mantenerme firme, por confiar en mis habilidades y por entregar tiempo, dedicación y corazón en cada etapa de este proyecto. Gracias por levantarme y continuar, aun cuando el camino se hizo difícil.

Kenshi Jhoan Campuez Flores

AGRADECIMIENTO

A Dios, por el regalo de la vida y por permitirme ver materializado uno de mis más grandes anhelos. Gracias por iluminar mi camino, acompañarme en cada etapa de este proceso y concederme sabiduría, salud y fortaleza. En cada tropiezo encontré en Ti la fuerza para volver a levantarme.

A mi madre y a mi padre, quienes han sido mi mayor inspiración para esforzarme día a día y convertirme en una mejor persona. Su ejemplo de trabajo incansable y su amor infinito han sido el motor que me impulsó a seguir adelante. Gracias por todo lo que han hecho y siguen haciendo por mí.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, institución que me brindó una formación académica integral, fortaleciendo mis competencias y contribuyendo de manera decisiva a mi crecimiento profesional.

A mi tutor, el Ing. Guillermo Neusa A., Esp.- MSc., gracias por su orientación constante, por el tiempo dedicado y por la paciencia mostrada. Su experiencia, compromiso y apoyo fueron esenciales para que este proyecto pudiera concretarse.

Finalmente, a todas las personas que confiaron en mí, que me ofrecieron su apoyo, su cariño y palabras de aliento, les doy las gracias. Cada gesto contribuyó a darme la fuerza necesaria para continuar y llegar hasta aquí.

Kenshi Jhoan Campuez Flores

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
ÍNDICE DE FIGURAS	14
ÍNDICE DE TABLAS	14
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	
1.1 Planteamiento del Problema	18
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo General	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3 Alcance y delimitación	20
1.4 Justificación	20
1.5 Importancia y Actualidad del Tema	21
1.6 Beneficiarios Directos	22
1.7 Beneficiarios Indirectos	22
1.8 Impactos del Proyecto	23
1.8.1 Impacto Social	23
1.8.2 Impacto Científico	23
1.8.3 Impacto Económico	23
CAPÍTULO II	
2.1 Antecedentes	24

2.2	Marco Referencial	27
2.2.1	Generalidades del Análisis de Riesgo Toxicológico	27
2.2.1.1	La Evolución	28
2.2.1.2	Estrategias para la Minimización de Riesgos Toxicológicos en la Industria del Petróleo	28
2.2.1.3	Análisis de Contaminantes y su Efecto en la Salud Ocupacional y Ambiental	29
2.2.1.4	La importancia	30
2.3	Marco Legal	30
2.3.1	Legislación Nacional.	31
2.3.2	Normas Internacionales.	31
2.4	Metodologías Aplicables	32
2.4.1	HAZOP (Hazard and Operability Study)	32
2.4.2	ACAF (Análisis Cuantitativo de Análisis de Fallos)	32
2.4.3	Bow-Tie.	32
2.4.4	Método INRS (Francia).	32
2.4.5	Método COSHH Essentials (Reino Unido).	33
2.5	Importancia de la Gestión de Riesgos en el Sector Petrolero	34
2.6	Relación con la Metodología HSEQ	34
 CAPÍTULO III		
3.1	Enfoque y Tipos de Investigación:	37
3.2	Diseño de la Investigación:	38
3.3	Selección del grupo de Estudio	39

3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	39
3.4.1	Entrevistas:	40
3.4.2	Cuestionarios	41
3.4.3	Observación Directa	41
3.4.4	Análisis Documental	43
3.5	Análisis de los Datos:	44
3.5.1	Análisis Cualitativo:	44
3.5.2	Análisis Semi-Cuantitativo	45
3.6	Identificación área de intervención:	46
3.7	Metodología Aplicable de Estudio:	49
 CAPÍTULO IV		
4.1	Resultados del Método Aplicable	56
4.1.1	Área de Laboratorio Químico	56
4.1.2	Área de Soldadura	59
4.1.3	Área de Pintura	61
4.1.4	Área de Fosfatizado	64
4.1.5	Área de Pintura de la Planta ASME	66
4.2	Valor del Nivel de Riesgo (NR)	68
4.3	Patologías Presentes	73

4.3.1	Prevalencia Patológica	73
4.3.1.1	Área de Pintura	73
4.3.1.2	Área de Fosfatizado	74
4.3.1.3	Bodega de Proyectos	75
4.3.1.4	Taller de Soldadura	76
4.3.2	Planta ASME	77
4.3.2.1	Laboratorio Químico	78
4.4	Discusiones	79
4.5	Plan de Mejora	82

4.5.1	Introducción	82
4.5.2	Objetivos	82
4.5.2.1	Objetivo general	82
4.5.2.2	Objetivos específicos	82
4.5.3	Alcance	83
4.5.4	Responsables	83
4.5.5	Desarrollo del Plan	84
4.5.5.1	Laboratorio Químico	84
4.5.5.2	Pintura ASME	85
4.5.5.3	Área de Pintura General	87
4.5.5.4	Área de Fosfatizado	88
4.5.5.5	Taller de Soldadura	89
4.5.5.6	Plan de Mejora por Área, Actividad y Nivel de Riesgo	90
4.5.6	Análisis Costo–Beneficio	93
4.5.7	Plan de Acción y Responsables	97
4.5.8	Programa de Exámenes Médicos	97
4.5.9	Programa de Capacitación	98
4.5.10	Plan de Dotación de EPP	100
4.5.11	Cronograma de Implementación de Mejoras	101
	CONCLUSIONES	102
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA	104
	ANEXOS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Estructura Organizacional	47
Figura 2	Establecimiento de las clases de volatilidad para líquidos.	53
Figura 3	Determinación de la clase de procedimiento y puntuación.	54
Figura 4	Determinación de la clase de procedimiento y puntuación.	55
Figura 5	Filtro de Aire Industrial.	93
Figura 6	Sistema de extracción con filtro HEPA.	94
Figura 7	Cabina cerrada con filtrado HEPA para aplicación de pintura.	95
Figura 8	Layout propuesto para reubicar almacenamiento de sustancias lejos de la zona de trabajo en el área de laboratorio Químico	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Información para la evaluación del riesgo químico.	49
Tabla II	Clases de peligro en función del etiquetado.	50
Tabla III	Cálculo de la clase de cantidad.	51
Tabla IV	Clases según la frecuencia de utilización.	51
Tabla V	Determinación de las clases de exposición potencial.	51
Tabla VI	Puntuación del riesgo potencial.	52
Tabla VII	Establecimiento de prioridades según la puntuación del riesgo. . . .	52
Tabla VIII	Puntuación para cada clase de peligro.	52
Tabla IX	Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad.	53
Tabla X	Caracterización del riesgo por Inhalación/contacto con la piel. . . .	54
Tabla XI	Valor de Nivel de Riesgo de la Empresa	70
Tabla XII	Tabla de colores por nivel de riesgo.	71
Tabla XIII	Áreas organizadas de menor a mayor riesgo	71
Tabla XIV	Plan de mejora del Laboratorio Químico - Método FMR	84
Tabla XV	Plan de mejora del área de pintura ASME - Método FMR	85
Tabla XVI	Plan de mejora del Área de Pintura General - Método FMR	87
Tabla XVII	Plan de mejora del Área de Fosfatizado - Método FMR	88
Tabla XVIII	Plan de mejora del Taller de Soldadura - Método FMR	89
Tabla XIX	Plan de Mejora por Área, Actividad y Nivel de Riesgo	92
Tabla XX	Análisis Costo-Beneficio de las Medidas de Mejora Propuestas	93
Tabla XXI	Plan de Acción por Área y Mejora Propuesta	97
Tabla XXII	Programa de Exámenes Médicos por Tipo, Frecuencia y Área	97
Tabla XXIII	Planificación de la Capacitación	98
Tabla XXIV	Indicadores en evaluación de la capacitación	98
Tabla XXV	Identificación de Necesidades de Capacitación por Área	99
Tabla XXVI	Ejecución de Actividades de Capacitación por Área	99
Tabla XXVII	Cronograma General de Capacitaciones	100
Tabla XXVIII	Asignación de EPP Obligatorio por Área	100
Tabla XXIX	Cronograma de Implementación de Mejoras por Áreas	101

RESUMEN

El análisis del riesgo toxicológico en el sector de servicios petroleros es fundamental debido a la exposición constante de los trabajadores a sustancias químicas peligrosas que pueden comprometer su salud y afectar la continuidad operativa de los procesos, por lo que este estudio se desarrolló con el propósito de evaluar las condiciones reales de exposición en áreas críticas de una empresa del sector; el objetivo general fue analizar los riesgos toxicológicos derivados del manejo de sustancias químicas mediante un estudio técnico y estructurado; la metodología empleada se basó en un enfoque descriptivo, cualitativo y semicuantitativo, utilizando herramientas como observación directa, entrevistas, cuestionarios y análisis documental, complementadas con los métodos INRS y COSHH Essentials para la evaluación del riesgo; los resultados evidenciaron que las áreas de pintura, fosfatizado, laboratorio químico, soldadura y la planta ASME presentan niveles de riesgo que van de moderados a altos, siendo la inhalación y el contacto dérmico las principales vías de exposición; además se identificaron deficiencias en ventilación, etiquetado, almacenamiento y uso de equipos de protección personal; se determinó también la presencia de patologías recurrentes asociadas a la exposición química, especialmente en actividades de pintura y fosfatizado; como conclusión, el estudio confirma la necesidad de implementar medidas de control inmediato y desarrollar un plan de mitigación que fortalezca la gestión preventiva, optimice las condiciones laborales, disminuya la probabilidad de enfermedades ocupacionales y asegure el cumplimiento normativo en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Palabras clave: Riesgo toxicológico, sustancias químicas, exposición laboral, industria petrolera, INRS, COSHH Essentials.

ABSTRACT

The Análisis del Riesgo Toxicológico en el Sector de Servicios Petroleros is fundamental due to the constant exposure of workers to hazardous chemicals that can compromise their health and affect the operational continuity of processes. Therefore, this study was developed with the purpose of evaluating the actual exposure conditions in critical areas of a company in the sector. The general objective was to analyze the toxicological risks derived from the handling of chemical substances through a technical and structured study. The methodology employed was based on a descriptive, qualitative, and semi-quantitative approach, using tools such as direct observation, interviews, questionnaires, and documentary analysis, complemented by the INRS and COSHH Essentials methods for risk assessment. The results showed that the áreas de pintura, fosfatizado, laboratorio químico, soldadura y la planta ASME present risk levels ranging from moderate to high, with inhalation and dermal contact as the main exposure routes. Additionally, deficiencies were identified in ventilation, labeling, storage, and the use of personal protective equipment. The presence of recurrent pathologies associated with chemical exposure was also determined, especially in painting and phosphating activities. In conclusion, the study confirms the need to implement immediate control measures and develop a mitigation plan to strengthen preventive management, optimize working conditions, reduce the likelihood of occupational diseases, and ensure regulatory compliance in occupational health and safety.

Keywords: Toxicological risk, Chemical substances, Occupational exposure, Petroleum industry, INRS, COSHH Essentials.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En el ámbito de los servicios petroleros, la exposición continua a sustancias químicas peligrosas representa un riesgo considerable tanto para la salud de los trabajadores como para la seguridad en las operaciones. Estas sustancias, que abarcan desde solventes y pinturas hasta ácidos y gases industriales, son manipuladas con frecuencia en procesos críticos como la soldadura, el fosfatizado, la pintura y los análisis de laboratorio. Si los productos químicos no se manejan adecuadamente en el lugar de trabajo, a menudo debido a la falta de información sobre los riesgos químicos, esto puede dar lugar a diversas enfermedades laborales [1].

La principal causa de esta problemática radica en la complejidad de los procesos industriales y la falta de control exhaustivo sobre la manipulación y almacenamiento de sustancias peligrosas. Las deficiencias en la ventilación, el uso incorrecto o insuficiente de equipos de protección personal (EPP) y la ausencia de un monitoreo continuo agravan el riesgo [2]. Además, las normativas existentes a veces no se cumplen de forma rigurosa, ya sea por desconocimiento o por limitaciones logísticas dentro de las instalaciones [3].

Las consecuencias no se limitan únicamente al deterioro de la salud de los operarios, sino que también generan impactos negativos en la productividad y aumentan la probabilidad de accidentes laborales graves. [4]La contaminación ambiental derivada de la mala gestión de estos químicos es otro factor preocupante, afectando tanto la atmósfera laboral como el entorno externo.[5]

Este estudio abordará la problemática mediante un análisis del riesgo toxicológico asociado

a la exposición a estas sustancias, empleando un método simplificado de evaluación de riesgos. Desde la perspectiva de la ingeniería, se identificarán las variables críticas, como los niveles de exposición, las características químicas de los compuestos, y las frecuencias de uso, para proponer medidas de mitigación eficientes. La investigación permitirá desarrollar un plan integral de control que mejore las condiciones laborales y garantice el cumplimiento normativo, minimizando tanto los riesgos para la salud como los costos operativos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Analizar los riesgos toxicológicos por exposición a sustancias químicas en el sector productivo de servicios petroleros mediante un análisis técnico de investigación.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un estudio bibliográfico basado en fundamentos técnicos y teóricos para sustentar el proyecto de investigación.
- Evaluar el nivel de riesgo por exposición de acuerdo con los ciclos de trabajo con el uso de herramientas y métodos de evaluación para obtener resultados cuantitativos bajo un método simplificado.
- Proponer un plan de control y mitigación de riesgos basado en los resultados del análisis que incluya la implementación de medidas de seguridad uso de EPP adecuado y mejoras en la ventilación y procedimientos operativos.

1.3 Alcance y delimitación

Este estudio evaluará los riesgos toxicológicos por la exposición a sustancias químicas en áreas específicas del sector petrolero, como pintura y soldadura, identificando sustancias peligrosas, su frecuencia de uso y proponiendo medidas de control. No incluirá la implementación de dichas medidas, sino que se limitará a generar un plan de acción basado en los resultados obtenidos.

1.4 Justificación

La industria de servicios petroleros opera con una amplia variedad de agentes químicos potencialmente dañinos, entre los que destacan disolventes orgánicos, compuestos ácidos y gases de proceso. Esta exposición constante genera una necesidad imperante de establecer protocolos sistemáticos para el manejo de riesgos toxicológicos, no solamente para preservar la salud del personal, sino también para mantener la continuidad operativa y prevenir incidentes que comprometan la eficiencia productiva.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como un concepto complejo que depende de factores sociales, laborales y ambientales.[6] En este sentido, según la OMS (2021), la salud abarca tantos aspectos “objetivos y subjetivos, formales e informales” y depende de las condiciones en los sectores productivos. Este principio se refleja en la Constitución de la República del Ecuador 2008.

Artículo 325.- El Estado tiene la responsabilidad de garantizar el derecho al trabajo. Se reconocen todas las formas de empleo, ya sea bajo una relación laboral formal o de manera independiente, incluyendo labores de autosustento y cuidado de personas. Además, todas las trabajadoras y trabajadores son considerados actores sociales productivos.[7]

Artículo 326.- Queda prohibida la interrupción de los servicios públicos esenciales tales como salud y saneamiento ambiental, educación, justicia, bomberos, seguridad social, energía

eléctrica, agua potable y alcantarillado, producción y manejo de hidrocarburos, transporte y distribución de combustibles, transporte público, correos y telecomunicaciones. La legislación pertinente definirá los límites necesarios para garantizar el funcionamiento continuo de estos servicios.[7]

Art 369.- El seguro universal obligatorio cubrirá las contingencias de enfermedad, maternidad, paternidad, riesgos de trabajo, cesantía, desempleo, vejez, invalidez, discapacidad, muerte y aquellas que defina la ley. Las prestaciones de salud de las contingencias de enfermedad y maternidad se brindarán a través de la red pública integral de salud. El seguro universal obligatorio se extenderá a toda la población urbana y rural, con independencia de su situación laboral. Las prestaciones para las personas que realizan trabajo doméstico no remunerado y tareas de cuidado se financiarán con aportes y contribuciones del Estado. La ley definirá el mecanismo correspondiente.[7]

Establece que el derecho a la salud es fundamental, y que todas las organizaciones deben proporcionar ambientes laborales seguros, respetando la dignidad de sus trabajadores.

1.5 Importancia y Actualidad del Tema

La exposición a sustancias químicas constituye uno de los riesgos más frecuentes en las actividades del sector petrolero. En este tipo de operaciones, los trabajadores mantienen contacto directo o indirecto con agentes que pueden generar efectos nocivos sobre su salud, especialmente cuando no existen controles adecuados. Por esta razón, el presente estudio busca estructurar un procedimiento claro y aplicado que permita reconocer estos riesgos y proponer acciones de prevención y control acordes a la realidad operativa de la empresa.

Desde la perspectiva de la ingeniería industrial, el análisis planteado aporta una herramienta útil para identificar puntos críticos dentro de los procesos y orientar la toma de decisiones en materia de seguridad. Su valor no se limita al ámbito conceptual, ya que el método propuesto facilita la priorización de sustancias y actividades con mayor nivel de

peligro, lo que contribuye a seleccionar medidas de control más efectivas, como mejoras en la ventilación, ajustes operativos o el uso adecuado de equipos de protección personal.

En conjunto, el proyecto pretende fortalecer las condiciones laborales, disminuir la probabilidad de enfermedades relacionadas con la exposición química y promover un entorno de trabajo más seguro y eficiente, lo que también repercute positivamente en la continuidad y productividad de las operaciones.

1.6 Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos de esta investigación son los trabajadores expuestos a sustancias químicas en sus áreas de trabajo, quienes estarán menos propensos a desarrollar enfermedades ocupacionales relacionadas con la exposición a agentes tóxicos. La empresa también se beneficiará de manera directa, ya que al reducir la incidencia de patologías laborales logrará un entorno más seguro y en cumplimiento con las normativas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).

1.7 Beneficiarios Indirectos

Los impactos positivos de mejorar los entornos laborales se extienden más allá del ámbito organizacional, alcanzando a los núcleos familiares de los trabajadores y a la comunidad circundante. Al garantizar condiciones de trabajo más seguras, se fortalece no solamente la estabilidad económica de los hogares, sino que se fomenta además una población laboral con mejor salud y menores riesgos. Esta transformación genera beneficios sociales significativos, particularmente al disminuir las responsabilidades asistenciales y económicas que asumen las familias cuando sus miembros desarrollan patologías relacionadas con el trabajo.

1.8 Impactos del Proyecto

1.8.1 Impacto Social

La investigación tiene un impacto social positivo, promoviendo la salud y la seguridad en el trabajo. En el ámbito hidrocarbúrico, la exposición a sustancias tóxicas es frecuente; por ello, garantizar condiciones seguras es fundamental para la protección de los trabajadores y para la creación de un ambiente de trabajo digno.[8] La implementación de un plan de salud ocupacional promoverá una cultura de prevención, impulsando un compromiso organizacional con la salud de sus empleados.

1.8.2 Impacto Científico

Este proyecto contribuirá al conocimiento técnico y científico en ingeniería industrial y en higiene ocupacional, proporcionando una metodología de evaluación de riesgos químicos aplicable a otras industrias. La investigación facilitará el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos, ayudando a comprender los efectos de la exposición a agentes químicos y promoviendo medidas de control en distintas áreas productivas.[9]

1.8.3 Impacto Económico

Desde una perspectiva económica, la investigación ayudará a reducir los costos derivados de enfermedades y accidentes laborales, beneficiando a la empresa y al entorno productivo. La creación de entornos laborales seguros optimiza el uso de recursos y mejora la eficiencia. Al reducir interrupciones en la producción y reemplazos de personal, la empresa mejora su rentabilidad y reputación en el mercado, generando confianza en sus procesos y productos.[10]

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En los últimos años, se han realizado estudios que abordan la evaluación de riesgos toxicológicos en el sector de servicios petroleros, enfocándose en la exposición a sustancias químicas como hidrocarburos aromáticos y metales pesados que afectan la salud de los trabajadores.

Para este fin, se emplean metodologías analíticas de alta precisión como la cromatografía y técnicas espectrométricas, las cuales identifican con rigor los agentes químicos presentes en los espacios de trabajo. La recolección de muestras en puntos estratégicos, complementada con el examen de contaminantes tanto atmosféricos como superficiales en maquinaria, posibilita aplicar modelos de evaluación que cuantifican el grado de riesgo. Este enfoque permite estimar los niveles de exposición y diseñar intervenciones para mitigar sus consecuencias toxicológicas.

Estudios recientes evidencian que concentraciones de diversos contaminantes exceden los umbrales máximos definidos en estándares internacionales, situación que resalta la prioridad de ejecutar controles operativos inmediatos. Entre las acciones correctivas más relevantes se encuentran la implementación de infraestructura de ventilación especializada y la estandarización de protocolos que regulen el empleo adecuado de equipos de protección individual en zonas con elevada presencia de compuestos químicos [11].

En la apreciación de los impactos sobre la salud que se encuentra vinculados a la exposición de despachadores de gasolina a hidrocarburos, las investigaciones recientes

han evidenciado que compuestos como el benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) representan un alto riesgo para los trabajadores debido a su toxicidad y su potencial cancerígeno. En particular, un estudio descriptivo observacional de corte transversal fue desarrollado con el objetivo de determinar los efectos en la salud de estos trabajadores, aplicando el cuestionario ATS 78 a 38 empleados y analizando los datos en SPSS versión 20.

Los resultados obtenidos indicaron una alta prevalencia de problemas de salud, como dermatitis en un 84 %, cefalea en un 78 %, y conjuntivitis alérgica en un 99 %, especialmente en mujeres. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar programas de capacitación y uso de equipos de protección adecuados en la industria para minimizar el riesgo de enfermedades ocupacionales derivadas de la exposición a estos compuestos tóxicos [12].

La aplicación sistemática de protocolos dirigidos a prevenir riesgos químicos en entornos de laboratorio resulta fundamental, considerando que el personal puede interactuar con compuestos carentes de límites de cuantificación establecidos o valores umbral regulatorios definidos. La presente investigación adoptó el marco metodológico COSHH con el objetivo de detectar, caracterizar y categorizar los peligros asociados a agentes químicos particulares dentro del laboratorio Conhintec Labs. La fase inicial del proceso incluyó una evaluación exhaustiva tanto de las condiciones operativas como de la documentación técnica de seguridad disponible.

A través de esta metodología, se clasificaron las sustancias en función de su nivel de peligrosidad y se estableció un programa preventivo enfocado en la capacitación de los colaboradores en almacenamiento seguro, uso de equipos de protección personal y procedimientos de emergencia. Los resultados demostraron una reducción significativa en los riesgos de exposición, promoviendo buenas prácticas de manejo y conciencia de los riesgos asociados, lo que contribuye a la mejora en la seguridad laboral del laboratorio [13].

Este trabajo investigativo tuvo como objetivo principal examinar las implicaciones para la salud humana derivadas del contacto con terrenos agrícolas que presentan contaminación por metales pesados, específicamente arsénico, cadmio y plomo, en la zona de Carapongo,

ubicada en Lurigancho Chosica. Durante el desarrollo metodológico, se obtuvieron diez muestras de suelo distribuidas en una superficie cercana a una hectárea. Posteriormente, estas muestras fueron sometidas a análisis de laboratorio mediante la técnica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), procedimiento que permite determinar con precisión las concentraciones de los elementos metálicos mencionados.

Luego, se procedió a la evaluación de los riesgos para la salud, calculando el Índice de Peligrosidad (IP) para los riesgos no cancerígenos y el Índice de Riesgo (IR) para los riesgos cancerígenos. Los resultados mostraron que las concentraciones de arsénico, cadmio y plomo en el suelo excedían los límites establecidos para suelos agrícolas, y el análisis de riesgo indicó un nivel no aceptable tanto para adultos como para niños, con el arsénico como principal contribuyente al riesgo no cancerígeno y cancerígeno [14].

El estudio se orientó a valorar los peligros químicos vinculados con el manejo de fuel oil de exportación dentro de las instalaciones de Petroequipos Cia. Ltda. Metodológicamente, se adoptó un diseño híbrido que integró aproximaciones cuantitativas y cualitativas, incorporando instrumentos como encuestas dirigidas al personal operativo y la aplicación simultánea de los marcos COSHH Essentials e INRS para evaluar tanto riesgos por inhalación como por exposición cutánea.

Entre los hallazgos obtenidos se identificaron tres sustancias críticas: sulfuro de hidrógeno, fuel oil y triazina, cuyos niveles de peligrosidad oscilan entre moderados y elevados. Particularmente, el contacto dérmico con triazina representó el factor de mayor preocupación. Paralelamente, se detectaron deficiencias en el etiquetado de seguridad y la señalización apropiada, sumado a una formación insuficiente del personal respecto a los peligros químicos existentes. Esta situación evidencia la necesidad prioritaria de fortalecer los mecanismos de prevención dentro de la organización [15].

2.2 Marco Referencial

En las operaciones de servicios petroleros se manipula una diversidad considerable de compuestos químicos con potencial peligrosidad. La exposición incorrecta a estos agentes puede generar impactos toxicológicos relevantes, afectando tanto el bienestar humano como la integridad del entorno natural. En consecuencia, la implementación de estrategias de gestión eficientes se constituye como un elemento indispensable para garantizar que las actividades industriales se desarrollen con seguridad y sostenibilidad [16].

2.2.1 Generalidades del Análisis de Riesgo Toxicológico

El análisis de riesgo toxicológico es una disciplina clave en la industria petrolera, enfocada en identificar, evaluar y controlar los peligros que surgen de la exposición a sustancias químicas tóxicas. Su objetivo principal es proteger la salud de los trabajadores y reducir el impacto ambiental de las operaciones industriales. Este análisis se basa en metodologías que permiten una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa de los riesgos, facilitando así la implementación de medidas preventivas y correctivas adecuadas.

La identificación de peligros implica reconocer las sustancias químicas presentes en el entorno laboral que pueden representar un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. La evaluación de la exposición considera la magnitud, frecuencia y duración del contacto con dichas sustancias, mientras que la caracterización del riesgo establece la probabilidad de que ocurran efectos adversos bajo condiciones específicas de exposición. Este enfoque integral permite desarrollar estrategias efectivas para la gestión de riesgos, garantizando un entorno laboral seguro y operaciones industriales sostenibles.

2.2.1.1 La Evolución

A lo largo de los años, el análisis de riesgo toxicológico ha experimentado una evolución significativa. Inicialmente, se centraba en la identificación de peligros evidentes y en la reacción ante incidentes ya ocurridos. Con el avance de la tecnología y una mayor comprensión de los procesos industriales, la disciplina ha incorporado metodologías más sofisticadas que permiten una evaluación proactiva y preventiva de los riesgos asociados a la exposición a sustancias químicas. La integración de herramientas como la modelización computacional, la simulación de escenarios y la toxicogenómica ha permitido una comprensión más profunda de los mecanismos de toxicidad y una predicción más precisa de los efectos potenciales. Esta evolución ha sido impulsada por la necesidad de adaptarse a las crecientes complejidades de las industrias modernas y a la demanda de estándares más estrictos en materia de salud ocupacional y protección ambiental [17].

2.2.1.2 Estrategias para la Minimización de Riesgos Toxicológicos en la Industria del Petróleo

- Resulta imprescindible reconocer y categorizar los agentes químicos presentes en los procesos petroleros, considerando su posible impacto adverso tanto en la salud de las personas como en los ecosistemas. Esta tarea exige un examen minucioso de los materiales empleados en las operaciones, así como de los subproductos generados durante dichas actividades industriales.
- Determinar la magnitud, frecuencia y duración del contacto de los trabajadores y el entorno con las sustancias identificadas como peligrosas. Esta evaluación permite establecer niveles de riesgo y priorizar acciones preventivas.
- Evaluar tanto la factibilidad de ocurrencia como la magnitud de las consecuencias nocivas derivadas del contacto con compuestos químicos constituye una prioridad metodológica, tomando en cuenta múltiples situaciones operacionales y variantes en

las circunstancias de exposición.

- Desarrollar e implementar estrategias para minimizar o eliminar los riesgos identificados, incluyendo la adopción de tecnologías más seguras, procedimientos operativos mejorados y equipos de protección personal adecuados.
- Es necesario garantizar que cada actividad y procedimiento industrial se ajuste a la legislación vigente y a los estándares regulatorios aplicables en los ámbitos de seguridad laboral y conservación ambiental. Esta alineación no solamente prevé la imposición de multas, sino que adicionalmente promueve el desarrollo de una cultura organizacional basada en la observancia normativa.
- Promover la formación continua de los empleados en prácticas seguras y en el manejo adecuado de sustancias químicas, fomentando una cultura de seguridad y responsabilidad dentro de la organización.
- Establecer sistemas de seguimiento y evaluación periódica de los riesgos y las medidas implementadas, permitiendo ajustes y mejoras continuas en la gestión de riesgos toxicológicos.

2.2.1.3 Análisis de Contaminantes y su Efecto en la Salud Ocupacional y Ambiental

La evaluación de riesgos toxicológicos dentro del sector petrolero comprende múltiples dimensiones y procesos operativos. Entre sus componentes se encuentra la valoración de peligros asociados al manejo de hidrocarburos y sus derivados, junto con el análisis de agentes químicos empleados en actividades industriales y sus potenciales repercusiones sobre la salud humana y los sistemas ecológicos. Asimismo, se examinan los patrones de dispersión de contaminantes y sus consecuencias en los ecosistemas receptores.

Otra faceta considera la detección de amenazas para poblaciones vecinas expuestas a compuestos químicos, la evaluación de escenarios de exposición tanto de carácter accidental como prolongado y el establecimiento de esquemas de monitoreo ambiental y seguimiento

epidemiológico.

Esta perspectiva integral posibilita una gestión efectiva de los riesgos en diversos escenarios operativos, promoviendo la toma de decisiones basadas en evidencia y la implementación de medidas de control apropiadas para salvaguardar tanto la salud de los trabajadores como la protección del medio ambiente [18].

2.2.1.4 La importancia

La evaluación de riesgos toxicológicos constituye un componente esencial dentro del sector petrolero, al contribuir directamente a la protección de la salud humana mediante la prevención de patologías ocupacionales y otros efectos adversos derivados del contacto con agentes tóxicos. Paralelamente, desempeña un rol crucial en la preservación del entorno natural, al minimizar la contaminación y salvaguardar la diversidad biológica.

Este enfoque analítico asegura además la conformidad con las disposiciones legales vigentes, garantizando que las actividades industriales se desarrollen dentro de los parámetros regulatorios establecidos. Este alineamiento es determinante para prevenir sanciones administrativas y conservar el respaldo social necesario para las operaciones.

Desde una perspectiva de mejora continua, la aplicación sistemática de estos análisis permite perfeccionar los procesos industriales, detectando oportunidades para optimizar el manejo de compuestos químicos. Tal optimización puede traducirse en incrementos de eficiencia operacional y disminuciones significativas en los gastos asociados a contingencias y penalizaciones regulatorias [19].

2.3 Marco Legal

La regulación de la gestión de riesgos toxicológicos en el sector petrolero se basa en normativas tanto nacionales como internacionales que establecen pautas para el manejo seguro

de sustancias químicas.

2.3.1 Legislación Nacional

- **Decreto Ejecutivo 255:** Se establece la obligatoriedad de llevar a cabo programas de prevención y de asegurar el uso correcto de equipos de protección personal (EPP) durante las actividades industriales.
- **Reglamento Ambiental para Actividades Hidrocarburíferas (RAAH):** Promueve una gestión adecuada de los residuos peligrosos y el control de las emisiones en las operaciones petroleras.
- **NTE INEN 2261:2013:** Establece los criterios para la clasificación y etiquetado de compuestos químicos peligrosos, garantizando su armonización con normativas internacionales para facilitar una comunicación efectiva acerca de los peligros asociados.

2.3.2 Normas Internacionales

- **ISO31000:2018:** Proporciona directrices para la gestión del riesgo, ofreciendo un marco común y principios generales aplicables a cualquier tipo de organización, incluidas las del sector hidrocarburos [20].
- **ISO 20815:2008:** Introduce el concepto de aseguramiento de la producción en sistemas y operaciones relacionados con la perforación, explotación, procesamiento y transporte en la industria petrolera, proporcionando procesos y actividades para la gestión sistemática de la fiabilidad [21].
- **API RP 580 y RP 581:** Desarrollados por el American Petroleum Institute, ofrecen directrices detalladas para la implementación de programas de inspección basados en riesgos y la evaluación de la integridad de los equipos en instalaciones de hidrocarburos [22].

2.4 Metodologías Aplicables

En el contexto de la industria petrolera, la valoración de peligros toxicológicos se sustenta en múltiples enfoques metodológicos diseñados para detectar y examinar las amenazas vinculadas al contacto con agentes químicos.

2.4.1 HAZOP (Hazard and Operability Study)

Es un método cualitativo utilizado para identificar peligros y problemas operativos en procesos industriales. Se recomienda su uso en procesos de cualquier nivel de complejidad para asegurar la identificación de riesgos potenciales [23].

2.4.2 ACAF (Análisis Cuantitativo de Análisis de Fallos)

Método cuantitativo empleado en procesos complejos para evaluar la probabilidad y consecuencias de fallos en sistemas, permitiendo una valoración detallada de los riesgos [23].

2.4.3 Bow-Tie

Esta metodología se centra en determinar la eficiencia e insuficiencia de las barreras de control, facilitando la visualización de los riesgos y las medidas de mitigación asociadas [23].

2.4.4 Método INRS (Francia)

El método INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) es un sistema simplificado de evaluación de riesgos químicos ampliamente utilizado en Francia, especialmente en pequeñas y medianas empresas. Este método permite realizar una clasificación rápida de los riesgos mediante la combinación de 3 factores principales:

- **Peligrosidad del producto (P):** según sus propiedades toxicológicas (carcinógeno, irritante, tóxico, etc.).
- **Cantidad utilizada (Q):** volumen o masa de sustancia manipulada.
- **Medidas preventivas aplicadas (P+Q+M):** eficacia de las medidas de control implementadas (ventilación, EPP, procedimientos, etc.).

El resultado es un índice numérico que ayuda a priorizar las sustancias químicas según su nivel de riesgo, lo que permite determinar cuán urgente es implementar medidas preventivas adicionales.

Este método es especialmente útil en el sector petrolero por la gran variedad de productos químicos utilizados y permite una toma de decisiones práctica para implementar controles adaptados a cada sustancia.

2.4.5 Método COSHH Essentials (Reino Unido)

El método COSHH Essentials (Control de Substances Hazardous to Health Essentials) fue creado por el Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido. Su propósito es ayudar a las empresas a cumplir con las normativas relacionadas con el control de sustancias que pueden ser peligrosas para la salud.

Este sistema propone controles basados en:

- Las propiedades peligrosas de la sustancia (peligro intrínseco).
- La cantidad utilizada.
- El estado físico de la sustancia (polvo, gas, vapor, líquido, etc.).
- La duración y frecuencia de la exposición.
- Las rutas de exposición (inhalación, contacto dérmico, ingestión).

A partir de estos factores, el método sugiere implementar controles de ingeniería, administrativos y de protección personal que sean adecuados para reducir al mínimo los riesgos. COSHH Essentials ofrece guías prácticas, incluso para aquellas empresas que no cuentan con especialistas en higiene industrial, lo que lo hace especialmente útil en sectores como el de la petrolera, donde se manejan diversos agentes químicos.

2.5 Importancia de la Gestión de Riesgos en el Sector Petrolero

Una administración eficaz de los riesgos toxicológicos resulta indispensable para asegurar tres aspectos fundamentales:

1. **Salud Ocupacional:** Implica prevenir patologías profesionales asociadas al contacto con agentes químicos, salvaguardando así la integridad física y mental del personal.
2. **Protección Ambiental:** Comprende la disminución de emisiones contaminantes y la gestión correcta de desechos peligrosos, con el objetivo de reducir la huella ecológica de las actividades petroleras.
3. **Cumplimiento Legal:** Consiste en adecuar las operaciones a los marcos regulatorios existentes, evitando penalizaciones, optimizando procesos y consolidando tanto la sostenibilidad operacional como la responsabilidad institucional.

2.6 Relación con la Metodología HSEQ

El modelo HSEQ (Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad) integra aspectos clave de la gestión organizacional, promoviendo:

- **Capacitaciones Constantes:** Formación continua del personal en prácticas seguras y manejo de sustancias químicas, fortaleciendo la cultura de seguridad.

- **Auditorías Periódicas:** Evaluaciones regulares para asegurar el cumplimiento de los estándares aplicables en el manejo de sustancias químicas, facilitando la mejora continua [23].

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La formulación de este estudio y la obtención de resultados se basó en la aplicación de herramientas y metodologías específicas, así como en la implementación de una investigación descriptiva que permitió conocer de manera directa la situación actual dentro de la empresa.

El propósito consiste en detectar los puestos laborales que presentan una mayor incidencia en riesgos toxicológicos a los cuales están expuestos los trabajadores. Según el artículo 53 de la Resolución CD4.513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), la prevención en materia de riesgos laborales se basa en diversos principios, destacándose entre ellos:

- Gestión de riesgos en la fuente, en el entorno o finalmente en la persona afectada.
- Evaluación de aquellos riesgos que no puedan evitarse.
- Controlar los riesgos desde su origen.
- Ajustar el trabajo a las características de la persona, especialmente en el diseño de los puestos, la selección de equipos y métodos laborales, con el objetivo de reducir la monotonía y repetición y minimizar sus efectos en la salud.
- Considerar los avances tecnológicos.
- Reemplazar lo peligroso por opciones que representen poco o ningún riesgo.
- Organizar la prevención de forma integral, abarcando aspectos técnicos, la gestión del trabajo, las condiciones laborales, las relaciones sociales y la influencia del entorno.
- Priorizar las medidas de protección colectiva frente a las individuales.
- Proporcionar la capacitación e instrucciones adecuadas a los trabajadores.

Estos principios sientan las bases metodológicas necesarias para identificar, evaluar y controlar los riesgos en el entorno laboral, etapas que son esenciales para el estudio que se está llevando a cabo.

La identificación de peligros implica reconocer las fuentes de riesgo toxicológico presentes en los diferentes puestos de trabajo. La evaluación de riesgos consiste en analizar la probabilidad y severidad de los posibles efectos adversos derivados de la exposición a dichos peligros.

3.1 Enfoque y Tipos de Investigación:

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo-descriptivo, centrado en la identificación y caracterización de riesgos toxicológicos mediante herramientas normativas, observación directa, entrevistas y análisis documental.

Aunque se utilizan matrices de evaluación que asignan valores o categorías de riesgo, no se lleva a cabo un análisis estadístico de los datos. En este contexto, se recurre a un enfoque semi-cuantitativo basado en criterios establecidos por metodologías como el INRS y el COSHH Essentials, lo que permite clasificar los riesgos sin necesidad de realizar pruebas estadísticas. Según Hernández, Fernández y Baptista, la investigación descriptiva tiene como objetivo detallar las características y propiedades de los fenómenos observados, y esto se aplica en este trabajo para identificar peligros y sugerir medidas de control en el sector de servicios petroleros. [24].

En este sentido, se recopilaron datos numéricos sobre la frecuencia y niveles de exposición a sustancias químicas, así como sobre la incidencia de incidentes relacionados con la toxicidad en el entorno laboral.

Desde la perspectiva cualitativa, se empleó un enfoque fenomenológico para explorar las experiencias y percepciones de los trabajadores respecto a los riesgos toxicológicos. Este enfoque permite profundizar en las vivencias subjetivas de los individuos, proporcionando

una comprensión más completa de cómo perciben y manejan los riesgos en su entorno laboral. Como señala Martínez, "la fenomenología se centra en describir la esencia de las experiencias humanas respecto a un fenómeno"[25].

La integración de ambas perspectivas posibilitó no solamente cuantificar la frecuencia de los riesgos toxicológicos presentes, sino también comprender las percepciones y actitudes del personal frente a dichas amenazas. Este entendimiento multidimensional permitió posteriormente diseñar mecanismos de mitigación con mayor pertinencia operativa y ajustados a las condiciones específicas del ámbito industrial analizado.

3.2 Diseño de la Investigación:

El diseño de la investigación es de tipo no experimental transversal y correlacional. En un diseño no experimental, "no se manipulan deliberadamente variables independientes, sino que se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos"[26]. Este enfoque es adecuado dado que la investigación se centra en observar y analizar los riesgos toxicológicos presentes en el entorno laboral sin intervenir directamente en las variables de estudio.

El carácter transversal del diseño implica que la recolección de datos se realizó en un único momento en el tiempo, proporcionando una "fotografía" de la situación actual de los riesgos toxicológicos en el sector de servicios petroleros. Este enfoque es útil para describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento específico [24]. Además, el diseño es correlacional, ya que busca "medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables"[27]. En este caso, se analizó la relación entre variables como el nivel de exposición a sustancias tóxicas y la incidencia de problemas de salud entre los trabajadores, así como la relación entre las percepciones de riesgo y la adherencia a las prácticas de seguridad.

El esquema metodológico adoptado hizo posible detectar correlaciones relevantes entre los factores examinados, generando así un fundamento robusto para formular propuestas y

planes de acción orientados a disminuir los peligros toxicológicos en la industria de servicios petroleros.

3.3 Selección del grupo de Estudio

Para este análisis se delimitaron cinco unidades operativas estratégicas dentro de la organización bajo examen. La selección de estos espacios se fundamentó en su vinculación directa con actividades que involucran contacto con agentes químicos y la presencia de peligros toxicológicos en el ámbito laboral.

Los sectores analizados son los siguientes:

- Área de fosfatizado.
- Área de pintura.
- Laboratorio químico.
- Taller de soldadura.
- Planta ASME.

Cada uno de estos sectores fue objeto de observación directa y análisis mediante metodologías cualitativas y semi-cuantitativas, con el propósito de recolectar información útil para evaluar las condiciones actuales y proponer acciones de mejora en la gestión del riesgo toxicológico.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para llevar a cabo esta investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos que permitieron obtener información tanto cuantitativa como cualitativa, asegurando una comprensión integral de los riesgos toxicológicos en el sector de servicios

petroleros. Por medio de la investigación de campo, la observación directa y entrevistas informales a los trabajadores de cada una de las áreas visitadas, se obtuvieron registros detallados que se presentan en los Anexos 1 al 5.

3.4.1 Entrevistas:

Se implementaron entrevistas con formato semiestructurado dirigidas a operarios, supervisores y encargados del área de seguridad en la compañía de servicios petroleros. Este instrumento metodológico fusiona un cuestionario base con la capacidad de explorar temas emergentes durante el diálogo, facilitando así una captura más profunda de las perspectivas y vivencias reportadas por los involucrados [28].

Este enfoque es especialmente valioso para indagar en las actitudes y creencias de las personas sobre los riesgos toxicológicos y las prácticas de seguridad en el trabajo. Las entrevistas se realizaron en un entorno privado dentro de las instalaciones de la empresa, asegurando la confidencialidad y comodidad de los participantes. Cada entrevista duró entre 45 y 60 minutos y fue grabada con el consentimiento de los entrevistados, para que luego se pudiera transcribir y analizar.

Las preguntas se centraron en temas como la identificación de sustancias químicas presentes en el entorno laboral, experiencias personales relacionadas con la exposición a dichas sustancias, percepción de las medidas de seguridad implementadas y sugerencias para mejorar la gestión de riesgos toxicológicos.

Este enfoque permitió obtener información detallada y contextualizada sobre las prácticas laborales y las percepciones de los trabajadores, proporcionando una base sólida para el análisis cualitativo de los datos.

3.4.2 Cuestionarios

Se creó un cuestionario estructurado con el fin de recopilar datos cuantitativos sobre la exposición a riesgos tóxicos y la adherencia a las prácticas de seguridad. Este cuestionario incluía preguntas cerradas y escalas tipo Likert para medir la frecuencia de exposición a sustancias químicas específicas, el uso de equipos de protección personal, la participación en programas de capacitación y la percepción sobre la efectividad de las medidas de seguridad implementadas.

Para verificar la claridad y pertinencia de los ítems, el instrumento fue sometido a una validación preliminar mediante una prueba piloto aplicada a un reducido grupo de personal operativo. Posteriormente, se administró a una muestra representativa de colaboradores provenientes de diversas áreas productivas de la organización. La participación se basó en el principio de voluntariedad, asegurándose la confidencialidad de las respuestas para incentivar la veracidad y exactitud de los datos reportados. Esta técnica de recolección proporcionó una perspectiva cuantificable respecto al grado de exposición a compuestos químicos peligrosos y al seguimiento de protocolos de seguridad por parte del personal.

3.4.3 Observación Directa

La observación in situ se empleó como un recurso metodológico central para recolectar información directa sobre los procedimientos de trabajo y las condiciones del entorno en las instalaciones de la compañía petrolera. Este enfoque posibilita que el investigador acceda a datos primarios, sin mediación de los participantes, contribuyendo a minimizar distorsiones y generando una apreciación objetiva de la dinámica laboral.

A lo largo de un ciclo de cuatro semanas, se efectuaron inspecciones planificadas y no programadas en múltiples sectores operativos, como áreas de perforación, plantas de procesamiento y sitios de almacenamiento de agentes químicos. Cada visita tuvo una duración media de seis horas y se distribuyó entre diversos turnos para obtener un registro integral

que incluyera operaciones diurnas y nocturnas. Se aplicó un protocolo de observación sistematizado que contemplaba dimensiones fundamentales, entre ellas:

- **Identificación de sustancias químicas:** Documentación de las clases y volúmenes de compuestos presentes en cada zona, además de su identificación mediante etiquetado y las condiciones de almacenamiento.
- **Prácticas de manipulación:** Evaluación de cómo los trabajadores manejan sustancias tóxicas, lo que incluye el uso de equipos de protección personal (EPP) y su cumplimiento con los protocolos de seguridad establecidos.
- **Condiciones ambientales:** Monitoreo de factores como ventilación, iluminación, niveles de ruido y presencia de contaminantes en el aire.
- **Señalización y accesibilidad:** Verificación de la existencia y claridad de señales de advertencia, rutas de evacuación y disponibilidad de equipos de emergencia.

Para complementar la observación, se utilizaron herramientas como cámaras fotográficas y decibelímetros, lo que permitió documentar visualmente las condiciones observadas y medir los niveles de ruido, respectivamente. Además, se tomaron notas detalladas durante las visitas para registrar incidencias, comportamientos y cualquier desviación de las prácticas de seguridad estándar.

Este método proporcionó un entendimiento detallado de las interacciones laborales y permitió detectar inconsistencias entre los lineamientos de seguridad establecidos en documentos y su aplicación operativa. Como ilustración, se observó que, pese a la existencia de procedimientos rigurosos para manipular solventes aromáticos como el benceno, en la práctica cierto personal omitía el uso de guantes de protección durante tareas de corta duración, incrementando así el peligro de contacto dérmico. Esta evidencia se alinea con investigaciones previas que resaltan la relevancia del monitoreo constante y la formación continua para garantizar la adherencia a los controles de seguridad [29].

3.4.4 Análisis Documental

El análisis documental se llevó a cabo para enriquecer la información obtenida mediante otras técnicas de recolección de datos, ofreciendo un contexto más amplio y una comprensión más profunda de las políticas, procedimientos y registros históricos relacionados con la gestión de riesgos toxicológicos en la empresa.

Se recopilaron y revisaron varios documentos, incluyendo:

- **Manuales de procedimientos de seguridad:** Estos documentos describen las directrices y protocolos que los empleados deben seguir al manejar sustancias químicas peligrosas. Su análisis permitió evaluar la claridad y exhaustividad de las instrucciones proporcionadas, además de identificar posibles áreas que necesitan mejoras o actualizaciones.
- **Registros de incidentes y accidentes:** Se examinaron reportes de eventos vinculados a exposición a agentes tóxicos registrados en el lustro anterior. Esta revisión posibilitó reconocer tendencias repetitivas, factores causales fundamentales y el grado de eficacia de las acciones correctivas ejecutadas.
- **Informes de auditorías internas y externas:** La organización lleva a cabo evaluaciones periódicas para verificar la observancia de la normativa en seguridad y salud laboral. Los hallazgos de estas auditorías aportaron datos significativos respecto a sectores con incumplimientos y las intervenciones aplicadas para su corrección.
- **Registros de capacitación:** Se analizaron los esquemas de entrenamiento impartidos al personal, considerando su periodicidad, temáticas abordadas y nivel de asistencia. Este examen permitió valorar el grado de preparación del equipo para gestionar peligros toxicológicos y la efectividad operativa de las estrategias formativas implementadas.

La sistematización documental se realizó mediante una matriz de análisis que facilitó la estructuración de los datos y la detección de núcleos temáticos relevantes. Por ejemplo,

al cruzar información de incidentes con registros de capacitación, se identificó que tras ciclos de formación concentrada, la tasa de ocurrencia de eventos adversos se reducía de manera notable, indicando una correlación favorable entre el entrenamiento y la mitigación de peligros.

Además, al revisar los manuales de procedimientos, se descubrió que, aunque las directrices eran en general completas, algunas no habían sido actualizadas recientemente para abordar nuevos riesgos que surgieron con la introducción de sustancias químicas nuevas en los procesos operativos. Este hallazgo resalta la importancia de establecer un proceso regular para revisar y actualizar los procedimientos de seguridad.

3.5 Análisis de los Datos:

El análisis de los datos se centró en métodos cualitativos y semi-cuantitativos, con el propósito de comprender los riesgos toxicológicos en las distintas áreas de trabajo. Se integraron entrevistas semiestructuradas, observación directa, análisis documental y la aplicación de metodologías normativas para la evaluación del riesgo químico.

Aunque se utilizaron herramientas que asignan valores para clasificar los niveles de riesgo, estos corresponden a criterios predefinidos de tipo normativo. En consecuencia, no se aplicaron técnicas estadísticas ni procedimientos inferenciales, sino métodos de clasificación que permiten establecer prioridades de intervención basadas en el nivel de exposición y el tipo de sustancia.

3.5.1 Análisis Cualitativo:

Para ejecutar el procesamiento cualitativo, se aplicó el método de análisis de contenido, procedimiento que requirió detectar, etiquetar y agrupar los núcleos temáticos más significativos extraídos de las entrevistas y observaciones de campo. Esta estrategia metodológica facilitó una comprensión más profunda de las valoraciones del personal respecto

a los peligros toxicológicos, las circunstancias operacionales, el clima de seguridad y el desempeño de los controles establecidos.

Se identificaron tendencias recurrentes, tales como el escaso dominio sobre compuestos químicos específicos, la utilización incorrecta de elementos de protección individual y la ausencia de protocolos definidos para el manejo de materiales peligrosos. Estos resultados fundamentaron el desarrollo de propuestas correctivas y el diseño de una estrategia de optimización.

3.5.2 Análisis Semi-Cuantitativo

La evaluación de los riesgos se llevó a cabo mediante métodos semi-cuantitativos basados en criterios normativos. Se emplearon herramientas de clasificación que permiten valorar la peligrosidad de las sustancias, la frecuencia de exposición y la efectividad de las medidas de control aplicadas en las áreas de trabajo.

Las metodologías utilizadas establecen parámetros numéricos orientativos que no representan datos estadísticos, sino niveles de referencia que ayudan a priorizar los riesgos. La combinación de factores como la cantidad manipulada, las condiciones del entorno y el tiempo de exposición permitió asignar un nivel de riesgo estimado a cada sustancia y área evaluada.

Los datos recabados fueron sistematizados y evaluados según los indicadores calculados, asignando a los peligros categorías diferenciadas de prioridad. Esta aproximación buscó distinguir los focos críticos que demandan atención urgente, así como aquellos sectores que pueden conservarse bajo supervisión mediante los controles ya implementados.

La interpretación de los resultados se realizó de forma descriptiva, tomando como referencia las guías de evaluación incluidas en las metodologías utilizadas. Esto permitió establecer un diagnóstico claro del nivel de exposición en cada área y fundamentar el diseño del plan de mejora, sin necesidad de aplicar herramientas estadísticas ni análisis de correlación entre variables.

3.6 Identificación área de intervención:

En el contexto ecuatoriano, la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) determina la obligatoriedad de detectar y gestionar los peligros asociados al empleo de compuestos químicos peligrosos en ambientes industriales. Este corpus regulatorio se articula con estándares internacionales, entre ellos los lineamientos de la OSHA y la norma ISO/IEC 17025:2017 aplicable a laboratorios de análisis, los cuales proporcionan directrices para valorar los riesgos químicos y administrar dichos agentes con seguridad.

En el sector energético, petrolero y minero, el manejo de estas sustancias peligrosas se convierte en uno de los principales riesgos para la salud de los trabajadores, ya que están expuestos constantemente a agentes corrosivos, inflamables y tóxicos. Por eso, aplicar metodologías simplificadas para evaluar estos riesgos es fundamental para prevenir enfermedades ocupacionales y asegurar un ambiente de trabajo seguro.

En este sector, existen organizaciones ecuatorianas que se han especializado durante más de tres décadas en brindar soluciones integrales con tecnología de punta a nivel industrial, consolidándose como referentes por su innovación tecnológica, compromiso con la calidad y responsabilidad social.

- **Ubicación**

Quito y sucursales estratégicamente ubicadas en provincias como Orellana y Sucumbíos, lo que facilita su operación en áreas clave del país.

- **Misión:** Generar soluciones integrales para el sector energético con tecnología de punta.

- **Visión:** Excelencia en soluciones energéticas a nivel mundial.

Estructura Organizacional

Figura 1.

Estructura Organizacional



Productos y Servicios

Ofrece una amplia variedad de productos y servicios en diferentes áreas de negocio:

- **Servicios Petroleros:** Se encuentran involucrados en todas las etapas del proceso de hidrocarburos (Upstream, Midstream, Downstream), siempre cumpliendo con los estándares internacionales.
- **Proyectos IPCM:** Desarrollo de proyectos de Ingeniería, Procura, Construcción y Mantenimiento, ejecutados por profesionales capacitados.
- **Área Industrial:** Fabricación de equipos industriales como recipientes a presión y partes con tecnología CNC, cumpliendo normas ASME.
- **Minería:** Producción de recipientes, mantenimiento predictivo y preventivo, fabricación de piezas, estudios de yacimiento e ingeniería especializada.
- **Energías Renovables:** Proyectos referente a la energía limpia, aprovechando la infraestructura y el talento humano calificado.

En su base operativa ubicada en la Amazonía ecuatoriana, estas entidades desarrollan procesos altamente especializados como análisis en laboratorio químico, soldadura, pintura, fosfatizado, pintura ASME y gestión de proyectos. En el marco de su compromiso con

la mejora continua, han demostrado interés en reforzar su gestión de higiene ocupacional mediante la aplicación del método simplificado para la evaluación del riesgo químico, en colaboración con estudiantes de instituciones académicas nacionales.

El análisis técnico realizado ha evidenciado que, pese a la aplicación de esquemas de control, persisten deficiencias de carácter estructural. Dichas limitaciones se focalizan fundamentalmente en la formación del personal, los sistemas de ventilación apropiados y la renovación periódica del empleo de Equipos de Protección Personal (EPP). En consecuencia, se ha registrado la aparición de manifestaciones clínicas asociadas a exposición química en una parte del personal.

Después de realizar un análisis tanto cuantitativo como cualitativo en las diferentes áreas operativas, se ha identificado al Laboratorio Químico como el que presenta el mayor nivel de riesgo, según el valor del Nivel de Riesgo (NR) que se obtuvo en el estudio. Esto se debe a varios factores como lo son:

- El uso intensivo de sustancias altamente peligrosas como el Glutaraldehído (NR: 7000) y el Ácido Clorhídrico (NR: 7000).
- Alta frecuencia de exposición y cantidades empleadas que superan los límites permisibles establecidos por la OSHA.
- Las condiciones físicas en el lugar de trabajo son inadecuadas, con problemas en la ventilación y la separación de áreas.
- Se identificaron deficiencias en el mantenimiento y la aplicación apropiada de los equipamientos de protección personal (EPP), situación que ha derivado en manifestaciones adversas como vértigo y afecciones dermatológicas.

3.7 Metodología Aplicable de Estudio:

En el ámbito de la Higiene Industrial, se emplean métodos simplificados de valoración del riesgo químico asociado a efectos en la salud para evaluar la exposición a sustancias peligrosas. Este enfoque busca recabar la información requerida con el fin de determinar si es necesario implementar medidas preventivas. Mediante técnicas de observación, se recopilieron diversos datos, los cuales se organizaron y presentaron de acuerdo con las tablas de referencia que se citan a continuación:

Información de los agentes químicos	Condiciones de trabajo
Propiedades físico-químicas	Proceso de producción. procedimientos y tareas de trabajo.
Propiedades toxicológicas	Cantidad utilizada
Efectos para la salud	Forma en la que se emplea o está presente en el lugar de trabajo (aerosol. gas o vapor)
Valores límite ambientales y biológicos	Configuración del lugar de trabajo
Vías de penetración	Medidas de prevención y de protección (eficacia y suficiencia)
Etc.	Fuentes de emisión
	Trabajadores expuestos
	Periodos y tiempo de exposición
	Carga de trabajo
	Etc

Tabla I.

Información para la evaluación del riesgo químico.





Clase de peligro	Frases de riesgo	Pictograma	VLAs mg/m ³	Naturaleza del agente químico
1	Ninguna	Ninguno	>100	
2	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66		10 -100	Hierro / Cereal y derivados/Grafito/Material de construcción/Talco/Cemento/Composites/Madera de combustión tratada/Soldadura/Metal-Plástico/Vulcanización/Material vegetal-animal.
		Xi Irritante		
3	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68	 	1- <10	Soldadura inox/Fibras cerámicas-vegetales/Pinturas de plomo/Muelas/Arenas/Aceites de corte y refrigerantes.
		Xn Nocivo		
		C Corrosivo		
4	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R24/25, R23/24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	 	>0,1 <1	Madera y derivados / Plomo metálico/Armianto y materiales que lo contienen/Fundición y alinaje de plomo/Betunes y breas/Gasolina[carburante].
		T Tóxico		
		C Corrosivo		
5	R26, R27, R28, R32, R26/27, R26/28, R27/28, R26/27/28, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28		<0,1	
		T + Muy Tóxico		

Tabla II.

Clases de peligro en función del etiquetado.

Clase de cantidad	Q_i/Q_{\max}
1	<1 %
2	1 - 5 %
3	5 - 12 %
4	12 - 33 %
5	33- 100 %

Tabla III.

Cálculo de la clase de cantidad.

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	<30''	30 -120''	2 - 6 horas	>6 horas
Semana	<2 horas	2 - 8 horas	1 - 3 días	>3 días
Mes	<1 día	1 - 6 días	6- 15 días	>15 días
Año	<5 días	15 días - 2 meses	2 - 5 meses	>5 meses
Clase	1	2	3	4

''0: El agente químico no se usa hace al menos un año.

El agente químico no se usa más.''

Tabla IV.

Clases según la frecuencia de utilización.

Clase de cantidad					
5	0	4	5	5	5
4	0	3	4	4	5
3	0	3	3	3	4
2	0	2	2	2	2
1	0	1	1	1	1
	0	1	2	3	4
					Clase de frecuencia

Tabla V.

Determinación de las clases de exposición potencial.

Clase de exposición ponencial						
5	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	
4	30	300	3.000	30.000	300.000	
3	10	100	1.000	10.000	100.000	
2	3	30	300	3.000	30.000	
1	1	10	100	1.000	10.000	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Tabla VI.

Puntuación del riesgo potencial.

Puntuación	Prioridad
>10.000	Fuerte
100 - 10.000	Media
<100	Baja

Tabla VII.

Establecimiento de prioridades según la puntuación del riesgo.

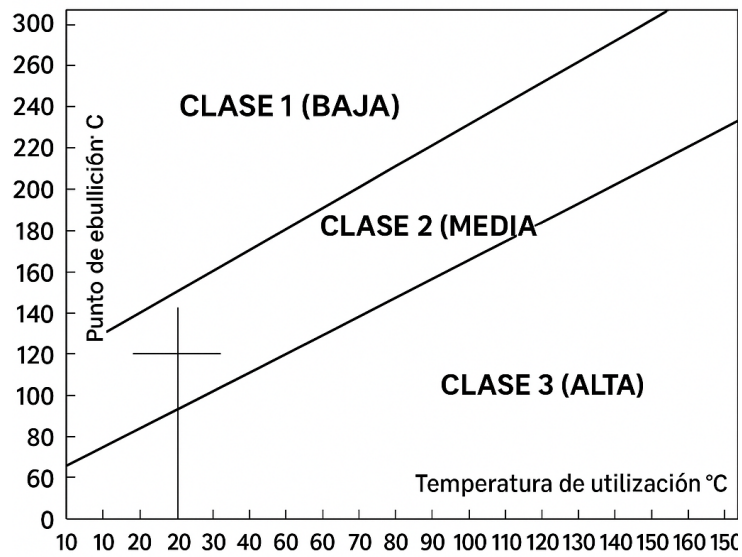
Clase de Peligro	Puntuación de Peligro
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Tabla VIII.

Puntuación para cada clase de peligro.

Figura 2.

Establecimiento de las clases de volatilidad para líquidos.



Un punto de ebullición de 120° C y una temperatura de uso de 25° C dan una volatilidad de Clase 2

Clase de volatilidad	Puntuación de Volatilidad
3	100
2	10
1	1

Tabla IX.


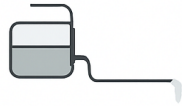
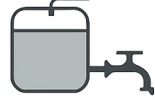

Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad.

Inhalación = Peligro x Volatilidad x Procedimiento x Protección colectiva

Contacto la piel = Peligro Superficie x Frecuencia

Figura 3.

Determinación de la clase de procedimiento y puntuación.

persivo	Abierto	Cerrado/abierto regularmente	Cerra perman
 <p>Ejemplos ro a pistola, ro, muelà, io de sacos io, cuba... dura al arco, eza con nas portàtiles os, cepillos...)</p>	 <p>Ejemplos Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de posicionamiento (toneles, bidones..) Manejar y vigilar màquinas de</p>	 <p>Ejemplos Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, tolva con mezcla ese descargarse en fase líquida o de vapor...</p>	 <p>Ejemplos Reactor qu</p>
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,00

nte: INRS [8].

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
>1000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
100 - 1.000	2	Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada
<100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Tabla X.

Caracterización del riesgo por Inhalación/contacto con la piel.

Figura 4.
Determinación de la clase de procedimiento y puntuación.

Ausencia de ventilación mecánica 	Trabajador alejado de la fuente de emisión 	Ventilación mecánica general 	
Clase 4 Puntuación = 1	Clase 3, puntuación = 0,7		
Campana superior 	Rendija de aspiración 	Mesa con aspiración 	Aspiración integrada a la herramienta 
Clase 2, puntuación = 0,1			
Cabina de pequeñas dimensiones ventilada 	Cabina horizontal 	Cabina vertical 	Captación envolvente (vitrina de laboratorio) 
Clase 2, puntuación = 0,1			Clase 1 Puntuación = 0,001

Fuente: INRS (8).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Resultados del Método Aplicable

Se realizó un estudio de las sustancias peligrosas utilizadas en la empresa, aplicando el método simplificado de evaluación del riesgo químico, de acuerdo con el punto anterior 3.7, realizado en 5 áreas de las operaciones con el fin de determinar aquellas sustancias que representa un riesgo a los trabajadores, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1 Área de Laboratorio Químico

- a) **Solvente Mutual:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 2 (tabla 2) al tratarse de una sustancia irritante, cuya cantidad de utilización varia de entre un 5 a un 12 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 70, con una prioridad de acción de 3 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)” (tabla 11).

Según el límite establecido por la OSHA como el nivel de exposición a que un trabajador debe estar expuesto al trabajar con el solvente mutual es de 10 partes por millón (ppm) como promedio ponderado en el tiempo durante una jornada laboral de 8 horas, también establece un límite de exposición de 15 ppm para periodos cortos, como una exposición de 15 minutos (STEL), que a comparación

de la cantidad utilizada en el laboratorio químico que es de 50 ml diarios, lo que representa que esta sustancia si se utiliza de acuerdo a las especificaciones establecidas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA. Se debe tomar en cuenta que el incorrecto uso del EPP en puede generar irritaciones a la piel y a los ojos, al ser absorbido a través de la piel puede llevar a una exposición sistémica, efectos sobre el sistema nervioso central, manifestándose como mareos, dolores de cabeza, sistemas que ya han sido presentados por los trabajadores del laboratorio químico lo que implica que se debe realizar una correcta actualización del EPP utilizado por los trabajadores de esta área. [30]

- b) Glutaraldehído:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 4 (tabla 2) al tratarse de una sustancia toxica corrosiva, cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera intermitente se atribuye a una clase de frecuencia 2(tabla 4) siendo esta la más alta, además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 7000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11). Según el límite establecido por la OSHA como el nivel de exposición ocupacional ponderada al que un trabajador debe estar expuesto al trabajar con glutaraldehído es de 0.2 partes por millón (ppm) durante una jornada laboral de 8 horas, que a comparación de la cantidad utilizada en el laboratorio químico que es de 15 galones en pozo, representa que esta sustancia se utiliza más de 427.95 ppm que son utilizados una vez al mes, sin embargo aún representa una cantidad elevada de esta sustancia a comparación de las especificaciones establecidas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA. Se obtiene un resultado que exhibe la necesidad de tomar medidas correctivas

inmediatas con respecto a esta sustancia química, ya que la exposición directa al glutaraldehído puede causar dermatitis y sensibilización cutánea en algunas personas, por lo cual es crucial implementar medidas de control adecuadas, como ventilación adecuada y cambio periódico del EPP. [31]

- c) **Ácido Clorhídrico:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 4 al tratarse de una sustancia toxica corrosiva (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera frecuente se atribuye a una clase de frecuencia 3 (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 7000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11).

Según el límite establecido por la OSHA como el nivel de exposición ocupacional ponderada al que un trabajador debe estar expuesto al trabajar con ácido clorhídrico es de 5 partes por millón (ppm) durante una jornada laboral de 8 horas, que a comparación de la cantidad utilizada en el laboratorio químico que es de alrededor de 80 galones en pozo al mes que representa un aproximado de 1369.44 ppm que es una cantidad elevada de exposición a esta sustancia en comparación a las especificaciones establecidas por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional OSHA.

Se obtiene un resultado que exhibe la necesidad de tomar medidas correctivas inmediatas con respecto a esta sustancia química, ya que la exposición directa al ácido clorhídrico puede causar irritación en las vías respiratorias, por inhalación vapores de esta sustancias, el contacto directo con la piel puede provocar irritación, enrojecimiento y en casos más graves quemaduras, por tanto es crucial seguir practicas seguras de trabajo al manipular dicha sustancia, y la correcta utilización y cambio del EPP además de implementar medidas de control como

la ventilación adecuada. [32]

Cabe destacar que al tratarse en un compuesto que al ser analizado bajo la caracterización del riesgo por inhalación no se toma en cuenta el EPP utilizado por los trabajadores, factores que alterarían el resultado para cada sustancia. El área de laboratorio químico resulta ser el sector de mayor riesgo a sustancias peligrosas debido a que trabajan con una gran cantidad de sustancias químicas, mismas que resultan peligrosas para los operarios si no se toman en cuenta las medidas y practicas adecuadas para el manejo de cada una de las sustancias con las que laboran, además que las condiciones en la que operan los trabajadores de esta área, necesitan cambios como adaptar el área en el que se separen la zona de laboratorio y el lugar de almacén de químicos el cual debe encontrarse en un espacio refrigerado, además de mejorar la ventilación y la revisión y cambio constante del EPP utilizado.

4.1.2 Área de Soldadura

- a) **Argón:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 2 al tratarse de una sustancia irritante (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 3 (alta) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 700, con una prioridad de acción de 2 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada” (tabla 11).

Se exhibe un resultado moderado, el principal riesgo asociado con el argón es su capacidad para desplazar el oxígeno en el aire, en concentraciones elevadas, puede crear un ambiente deficiente en oxígeno, lo que lleva a situaciones de asfixia, es crucial evitar la acumulación de argón en espacios confinados sin una adecuada

ventilación, el argón en sí mismo no es inflamable ni combustible, sin embargo, puede contribuir a la extinción de llamas en situaciones donde se está utilizando argón para proteger contra la oxidación durante procesos de soldadura. [33]

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral al argón es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que en esta área se operan con alrededor de 5 botellas de este compuesto.

b) Acetileno: Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 4 al tratarse de una sustancia toxica corrosiva (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 5 a un 12 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera frecuente se atribuye a una clase de frecuencia 3 (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 3 (alta) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 70 000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11).

Se obtiene como resultado que se necesitan medidas inmediatas para este tipo de sustancia debido a que la exposición prolongada o en concentraciones elevadas puede causar efectos adversos en la salud, incluyendo irritación de los ojos, nariz y garganta, además, la inhalación de concentraciones significativas puede tener efectos tóxicos en el sistema nervioso central.

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral al acetileno es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que el acetileno es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire en ciertas concentraciones, puede representar riesgos significativos de incendio y explosión en presencia de una

fFuente de ignición. [34]

Cabe destacar que al tratarse en un compuesto que al ser analizado bajo la caracterización del riesgo por inhalación no se toma en cuenta el EPP utilizado por los trabajadores, factores que alterarían el resultado para cada sustancia. El área de soldadura resulta ser uno de los sectores de menor riesgo a sustancias peligrosas debido a que se trabaja en un espacio abierto y los trabajadores no han presentado síntomas de dolores o malestares, sin embargo, es necesario tomar en cuenta que el EPP debe ser constantemente cambiado para evitar la inhalación o el contacto con las sustancias con las que se trabajan.

4.1.3 Área de Pintura

- a) **Thinner:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 3 al tratarse de una sustancia nocivo corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 700, con una prioridad de acción de 2 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada” (tabla 11).

El límite de exposición ocupacional de esta sustancia es de 400 ppm durante las 8 horas de jornada laboral, según la hoja de seguridad de Thinner de ADICTEC ECUATORIANA CÍA. LTDA. En el área de pintura se usan alrededor de 5 a 10 galones diarios que representan 85. 59 ppm, que en comparación a la hoja de seguridad esta sustancia si se maneja de acuerdo a las especificaciones. [35]

Se ha obtenido un resultado de riesgo moderado, sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la exposición prolongada puede causar irritación en las vías

respiratorias, mareos, dolor de cabeza y, en casos más graves, afectar el sistema nervioso central, síntomas que ya han sido presentados por los trabajadores de esta área, por lo cual es necesario tomar en cuenta que se debe tener un cambio periódico del EPP, en especial de las mascarillas y a pesar de trabajar en un espacio abierto en la zona de almacenamiento es necesario contar con un extractor de gases para evitar la acumulación de vapores en dicha zona.

b) Pintura esmalte: Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 3 al tratarse de una sustancia nocivo corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 7000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11).

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral de la pintura es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que los solventes presentes en las pinturas pueden emitir vapores que, cuando son inhalados, pueden causar irritación en las vías respiratorias y afectar el sistema nervioso central. [36]

Se ha obtenido un resultado de riesgo elevado por la gran cantidad de sustancia peligrosa de 8 galones diarios con disolventes altamente tóxicos, por lo cual han presentado síntomas como dolores de cabeza por lo cual es necesario adoptar medidas de seguridad para evitar estos sistemas en los trabajadores, en especial se debe realizar cambios periódicos de las mascarillas o en caso de los filtros y en general de todo el EPP.

c) Removedor: Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 4 al tratarse de una sustancia nocivo corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 5 a un 12 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera intermitente se atribuye a una clase de frecuencia 2 (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 70, con una prioridad de acción de 3 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)” (tabla 11).

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral del removedor es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que los vapores emitidos por los removedores industriales pueden ser inhalados durante su uso, estos vapores pueden contener productos químicos que causan irritación en las vías respiratorias y afectan el sistema respiratorio. [37]

Se obtuvo un resultado de un riesgo bajo debido a la sustancia, utilizando pocas veces al mes; Sin embargo, es necesario tener en cuenta el EPP adecuado además de cambios constantes de los filtros de las mascarillas.

Cabe destacar que al tratarse en un compuesto que al ser analizado bajo la caracterización del riesgo por inhalación no se toma en cuenta el EPP utilizado por los trabajadores, factores que alterarían el resultado para cada sustancia. El área de Pintura también presenta uno de los sectores menos riesgosos en cuanto a sustancias peligrosas esto debido a que si cuentan con espacio de trabajo en área abierta además de contar con el EPP adecuado sin embargo los trabajadores de esta área ya han presentados indicios de síntomas como dolores de cabeza por lo que es necesario tener en cuenta cada cuanto se realizan los cambios de filtros de mascarillas y del EPP en general.

4.1.4 Área de Fosfatizado

a) **Fosfato 38:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 4 al tratarse de una sustancia toxico corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera frecuente se atribuye a una clase de frecuencia 3 (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 7000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11).

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral del fosfato 38 es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que la inhalación de polvo de fosfato puede irritar las vías respiratorias y causar molestias respiratorias. [38]

Se obtuvo un resultado de un nivel de riesgo elevado esto se debe a que la sustancia se usa en gran cantidad siendo este de hasta 5 galones además de ser de una sustancia de alto riesgo al poder cuásar irritaciones en la piel y en los ojos, por lo cual es necesario el cambio periódico del EPP.

b) **Anticor 3:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 4 al tratarse de una sustancia toxico corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 3 (alta) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 70 000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado

(medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11).

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral del Anticor 3 es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que los vapores o aerosoles liberados por productos anticorrosivos pueden ser inhalados, causando irritación en las vías respiratorias. Al obtener resultados por el NR elevado esto se debe a la cantidad que se utiliza de esta sustancia que es de 5 galones, además de ser una sustancia sumamente corrosiva lo que provoca que el contacto directo con la piel o los ojos con el producto puede causar irritación o quemaduras, por lo cual es necesario contar con la capacitación correcta de manejo de dicha sustancia. [39]

c) Desengrasante: Al analizar las MSDS presenta un riesgo de clase 2 al tratarse de una sustancia irritante (tabla 2), cuya cantidad de utilización varía de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 3 (alta) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 700, con una prioridad de acción de 2 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada” (tabla 11).

Al lograr un resultado moderado ya que el desengrasante se usa en cantidades grandes de hasta 5 galones, la inhalación de vapores de desengrasantes puede causar irritación en las vías respiratorias, algunos desengrasantes pueden contener solventes volátiles que emiten vapores, el contacto directo con la piel o los ojos puede causar irritación. [40]

Cabe destacar que al tratarse en un compuesto que al ser analizado bajo la caracterización del riesgo por inhalación no se toma en cuenta el EPP utilizado por los trabajadores, factores que alterarían el resultado para cada sustancia. El área

de Fosfatizado también presenta uno de los sectores menos resgosos en cuanto a sustancias peligrosas esto debido a que si cuentan con espacio de trabajo en área abierta además de contar con el EPP adecuado sin embargo es necesario tener en cuenta cada cuanto se realizan los cambios de filtros de mascarillas y del EPP en general.

4.1.5 Área de Pintura de la Planta ASME

- a) **Pintura Sigma:** Al analizar las MSDS presenta un riesgo de clase 3 al tratarse de una sustancia nocivo corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 3 (alta) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 7000, con una prioridad de acción de 1 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)” (tabla 11).

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral de la pintura es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP con el que operen, ya que los solventes presentes en las pinturas pueden emitir vapores que, cuando son inhalados, pueden causar irritación en las vías respiratorias y afectar el sistema nervioso central. [41]

En los resultados por el NR elevado eso debe a la gran cantidad con la que laboran pues llegan a ser de hasta 5 galones diarios, por lo cual han presentado síntomas como dolores de cabeza, esto se debe a que el espacio en el que laboran a pesar de contar con un extractor este no es el adecuado debido a que se cubre con un plástico para evitar que se manche ya que el extintor se encuentra en el suelo, por lo cual es necesario contar con una nueva tecnología y reposicionamiento del

extractor para el correcto flujo del aire.

- b) Thinner 2106:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 3 al tratarse de una sustancia nocivo corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 700, con una prioridad de acción de 2 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo moderado. Es posible que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo”. (tabla 11).

A pesar de que no se han establecido límites de exposición laboral de la pintura es necesario tomar en cuenta que se debe tener una correcta capacitación de manejo con dicha sustancia, además que es esencial el correcto uso y cambio periódico del EPP ya que cuando son inhalados, pueden causar irritación en las vías respiratorias y afectar el sistema nervioso central.

Se obtuvo un resultado de riesgo moderado esto se debe a que la cantidad utilizada no es mucha siendo esta de solo 1 galón, además que se cuenta con el EPP necesario.

- c) Thinner Laca:** Al analizar la hoja de seguridad o MSDS presenta un riesgo de clase 3 al tratarse de una sustancia nocivo corrosivo (tabla 2), cuya cantidad de utilización varia de entre un 33 a un 100 % (tabla 3), que al ser utilizado de manera permanente se atribuye a una clase de frecuencia 4 siendo esta la más alta (tabla 4), además que al ser un compuesto que se maneja en estado líquido se encuentra en la clase 2 (media) de volatilidad (figura 4), que al ser una caracterización de riesgo por inhalación se exhibe una puntuación de riesgo de 700, con una prioridad de acción de 2 que según la caracterización de riesgo se trata de un “Riesgo

moderado. Es posible que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo”. (tabla 11).

Este resultado se debe a que la cantidad utilizada no es mucha siendo esta de solo un galón por lo que no representa un riesgo significativo, más sin embargo es necesario tener en cuenta que se debe contar con un extractor de aire adecuado ya que se labora en un espacio cerrado.

Cabe destacar que al tratarse en un compuesto que al ser analizado bajo la caracterización del riesgo por inhalación no se toma en cuenta el EPP utilizado por los trabajadores, factores que alterarían el resultado para cada sustancia. El área de pintura en la planta ASME representa también uno de los sectores de mayor riesgo en cuanto a sustancias químicas esto se debe al poco flujo de aire que circula en esta área ya que a pesar de contar con un extractor este se encuentra en el suelo por lo que constantemente está cubierto con un plástico para evitar que este se manche por lo que es necesario adaptar el extractor a un lugar donde pueda existir un correcto flujo de aire, además de que se debe realizar cambio periódicos de los filtros de máscaras y del EPP en general.

4.2 Valor del Nivel de Riesgo (NR)

En base a todos los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación y a los análisis realizados en cada una de las áreas operativas, se determinaron los valores del Nivel de Riesgo (NR) asociados a la exposición a sustancias químicas. Estos valores se obtuvieron aplicando el método simplificado de evaluación del riesgo químico, el cual toma en cuenta tres factores principales: la peligrosidad de la sustancia, la cantidad utilizada y las medidas preventivas implementadas, siguiendo la metodología del INRS (Francia) y reforzada con elementos del enfoque COSHH Essentials (Reino Unido).

Cada sustancia química fue evaluada según su clasificación toxicológica, el volumen y frecuencia de uso en el proceso, y el nivel de control aplicado (ventilación, uso de EPP,

almacenamiento, etc.). Estos criterios generaron una puntuación numérica que permitió caracterizar el riesgo como alto (NR >6000), medio (NR entre 4000 y 6000) o bajo (NR <4000).

A partir de estos resultados, se calculó el NR general por área, considerando la sustancia más crítica (con mayor NR), el número de sustancias con niveles elevados, y la frecuencia de exposición reportada por los trabajadores. En la siguiente tabla se detalla el NR por área, y su correspondiente nivel de riesgo:

ÁREA DE LABORATORIO QUÍMICO			
Sustancia	Puntuación riesgo	Prioridad acción	Caracterización riesgo
Solvente Mutual	70	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones).
Glutaraldehido	7000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
Ácido Clorhídrico	7000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
ÁREA DE SOLDADURA			
Argón	700	2	Riesgo moderado. Es Probable que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo
Acetileno	70 000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
ÁREA DE PINTURA			
Thinner	700	2	Riesgo moderado. Es Probable que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo
Pintura	7000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
Removedor	70	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones).
ÁREA DE FOSFATIZADO			
Fosfato 38	7000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
Anticor 3	70 000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
Desengrasante	700	2	Riesgo moderado. Es Probable que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo
ÁREA DE PINTURA DE LA PLANTA ASME			
Pintura sigma	7000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas).
Thinner 2106	700	2	Riesgo moderado. Es Probable que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo
Thinner laca	700	2	Riesgo moderado. Es Probable que se requieran acciones correctivas y un análisis más profundo

Tabla XI.

Valor de Nivel de Riesgo de la Empresa

Riego	Color
Bajo	VERDE
Medio	AMARILLO
Alto	ROJO

Tabla XII.

Tabla de colores por nivel de riesgo.

Finalmente, mediante la aplicación del método simplificado para la evaluación de riesgos químicos con efectos para la salud, y considerando no solo los valores numéricos obtenidos del Nivel de Riesgo (NR), sino también las condiciones específicas de cada zona de trabajo (como ventilación, uso de equipos de protección personal y frecuencia de exposición), se logró establecer un orden jerárquico de las áreas analizadas. Este orden refleja el nivel general de riesgo toxicológico al que están expuestos los trabajadores en cada espacio operativo.

En la siguiente tabla se presenta la ubicación de las áreas organizadas de menor a mayor riesgo, lo cual permite priorizar las intervenciones y focalizar las medidas correctivas en los entornos con mayor impacto potencial sobre la salud ocupacional.

Área	Sustancia Crítica	NR más alto	Frecuencia	Condiciones físicas	Nivel de riesgo	Justificación del orden
Laboratorio Químico	Glutaraldehído / HCl	7000	Alta	Ventilación deficiente, EPP limitado	Alto	Sustancias altamente tóxicas + exposición frecuente
Pintura ASME	Pintura Sigma	7000	Alta	Ventilación limitada, exposición continua	Alto	Alta carga química + espacio cerrado
Área de Pintura	Esmalte, Diluyente	7000	Media-alta	Ventilación parcial	Alto	Uso de solventes + EPP parcial
Fosfatizado	Fosfato + Anticor	7000	Media	Ventilación regular	Medio	Mejor ventilación que pintura
Soldadura	Acetileno	7000	Baja	Ambiente abierto	Medio-Bajo	Sustancia crítica pero exposición esporádica

Tabla XIII.

Áreas organizadas de menor a mayor riesgo

1. **Laboratorio Químico – Riesgo Muy Alto:** Es el área con mayor nivel de riesgo ya que se utilizan sustancias altamente peligrosas como glutaraldehído y ácido clorhídrico, ambas con NR de 7000. Las condiciones de trabajo presentan deficiencias en ventilación, exposición directa y diaria, además de uso inconsistente de EPP. La frecuencia de manipulación es alta, y se han evidenciado síntomas en los trabajadores como mareos, o dermatitis, lo que confirma un entorno crítico desde el punto de vista toxicológico.
2. **Área de Pintura ASME – Riesgo Alto:** Esta área presenta condiciones similares a la anterior en cuanto a cerramiento del ambiente y acumulación de vapores, debido al uso de pintura Sigma el nivel de NR es alto. La frecuencia de uso es continua, y aunque existen medidas de control, estas son insuficientes o parcialmente aplicadas. La exposición se agrava por la duración de las jornadas y la magnitud de las superficies pintadas.
3. **Área de Pintura – Riesgo Alto:** Se trabaja con esmaltes, diluyentes y solventes orgánicos volátiles, también con NR crítico. La ventilación es parcial, y el uso de EPP, aunque presente, no es uniforme. La manipulación constante de estas sustancias en ambientes cerrados sin extracción mecánica efectiva incrementa el riesgo. Existe riesgo combinado por exposición dérmica e inhalatoria.
4. **Área de Fosfatizado – Riesgo Medio:** Se utiliza ácido fosfórico y productos anticorrosivos, con valores de NR altos, sin embargo, el entorno cuenta con mejor ventilación natural y separación física de procesos. La frecuencia de uso es moderada, y el personal aplica en mayor medida el EPP, lo que reduce la exposición general. Aun así, se mantiene una categoría de riesgo medio por la naturaleza corrosiva de las sustancias.
5. **Área de Soldadura – Riesgo Medio-Bajo:** Aunque se detectó el uso de acetileno, una sustancia con alto NR, su utilización es esporádica y en espacios abiertos o semiabiertos, lo que facilita la dispersión de vapores. Además, el uso del EPP es consistente en la mayoría de los trabajadores. La frecuencia de exposición es baja, y no

se han registrado síntomas o patologías asociadas a este proceso, por lo que representa el menor riesgo relativo entre las áreas evaluadas.

4.3 Patologías Presentes

4.3.1 Prevalencia Patológica

- **Gases y Vapores:** Forman una mezcla perfecta con el aire llegando al fondo de los pulmones, estos permanecen largo tiempo en el ambiente y se expanden rápidamente pueden no tener ni olor ni color.
- **Líquidos y Sólidos:** Pueden permanecer durante largo tiempo suspendidos en el aire en forma de aerosoles.
- **Efectos de los Contaminantes:** Toxicidad es la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible en el organismo. [42]

Las sustancias químicas ingresan al organismo principalmente por inhalación, absorción a través de la piel o ingestión.

En los procesos industriales, existe una gran variedad de contaminantes químicos presentes en actividades como la pintura industrial, fabricación de fertilizantes y pesticidas, limpieza de instalaciones, así como en la combustión de hornos, calderas y motores, producción de plásticos, y desengrasado de superficies metálicas, entre otras. [42]

4.3.1.1 Área de Pintura

Sustancias tóxicas que se encuentran en esta área:

- Thinner Laca.

- Pintura.
- Removedor.

Las patologías que se presentan en el área de pintura debido a la exposición a sustancias químicas peligrosas como el thinner Laca, pintura, removedor pueden ser de tipo agudo o crónico.

a) Patologías agudas: Las patologías agudas más comunes que se presentan en el área de pintura son:

- Irritación de los ojos, nariz, garganta y pulmones.
- Náuseas, vómitos y diarrea.
- Dolor de cabeza, mareos y confusión.

b) Patologías crónicas: Las patologías crónicas que se presentan en el área de pintura son:

- Enfermedades respiratorias, como asma, bronquitis crónica, rinitis, conjuntivitis.
- Enfermedades cardiovasculares, como hipertensión, infarto de miocardio y accidente cerebro-vascular.
- Cáncer, especialmente de pulmón, vejiga y piel. [43]

4.3.1.2 Área de Fosfatizado

Sustancias tóxicas que se encuentran en esta área:

- Fosfato 38.
- B y C.
- Anticor 3.

- Desengrasante.

Específicamente, las patologías que se presentan con mayor frecuencia debido a la exposición a estas sustancias son:

- Irritación de los ojos, nariz, garganta y pulmones.
- Náuseas, vómitos y diarrea.
- Dolor de cabeza, mareos y confusión.
- En algunos casos, puede producirse la muerte.
- Enfermedades cardiovasculares, como hipertensión, infarto de miocardio y accidente cerebro-vascular.
- Cáncer, especialmente de pulmón, vejiga y piel.

Las sustancias químicas que pueden causar estas patologías son, entre otras:

- Ácidos, como el ácido sulfúrico, el ácido fosfórico y el ácido clorhídrico.
- Fosfatos, como el fosfato tri-sódico, el fosfato mono-sódico y el fosfato di-básico.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV), como el tolueno, el xileno y el benceno.

4.3.1.3 Bodega de Proyectos

La aspiración de estos agentes químicos como consecuencia de una disposición inadecuada del espacio de pintura puede desencadenar diversas afecciones y complicaciones médicas. Los recubrimientos contienen comúnmente disolventes, colorantes, polímeros y otros componentes químicos con potencial nocivo para la salud humana. Por tal motivo, resulta imprescindible establecer protocolos de seguridad específicos en dicha zona operativa para minimizar el contacto con estos materiales riesgosos.

Entre las condiciones patológicas asociadas a una localización deficiente del área de pintura se destacan:

- **Problemas Respiratorios:** La inhalación de emanaciones de pintura, particularmente aquellas con disolventes de alta volatilidad, puede generar irritación del tracto respiratorio, episodios de tos, disnea y, en situaciones severas, provocar deterioro pulmonar.
- **Irritación Cutánea y Ocular:** El contacto directo con la piel o los ojos con pinturas y solventes puede causar irritación, enrojecimiento, picazón y, en algunos casos, dermatitis.
- **Toxicidad Sistémica:** La exposición a componentes químicos presentes en pinturas, tales como plomo, mercurio u otros metales pesados, puede ocasionar disfunciones en órganos internos y afectar múltiples sistemas corporales.
- **Problemas Neurológicos:** Determinados disolventes contenidos en estos recubrimientos pueden incidir sobre el sistema nervioso central, generando manifestaciones como vértigo, cefalea, inestabilidad y, en cuadros más graves, lesiones neurológicas permanentes.
- **Efectos en el Sistema Cardiovascular:** El contacto con ciertos compuestos químicos puede interferir con este sistema, induciendo incrementos en los valores de presión arterial.

4.3.1.4 Taller de Soldadura

Hablemos de las sustancias tóxicas que se encuentran en el contexto de la soldadura y las patologías que pueden causar. En este apartado se evidencian los riesgos y problemas de salud asociados con estos gases:

a) Argón:

- **Asfixia:** Aunque el argón es un gas inerte y no tóxico por sí mismo, puede desplazar el oxígeno en el aire. Existen altas concentraciones de argón en un espacio cerrado, puede provocar asfixia al reducir la cantidad de oxígeno a niveles peligrosamente bajos.
- **Efectos Respiratorios:** La inhalación de altas concentraciones de argón puede desplazar el oxígeno y llevar a dificultades respiratorias.

b) Acetileno:

- **Inflamabilidad y Explosividad:** El acetileno es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas en el aire. Su uso incorrecto o almacenamiento inadecuado puede dar lugar a riesgos de incendio o explosión.
- **Irritación Respiratoria:** La aspiración de emanaciones de acetileno puede generar inflamación en las vías aéreas, ocasionando episodios de tos y complicaciones respiratorias.
- **Neurotoxicidad:** Exposiciones prolongadas o repetidas al acetileno pueden tener efectos sobre el sistema nervioso central, causando mareos, debilidad y en casos graves, daño neurológico. [44]

4.3.2 Planta ASME

Las patologías que se presentan en ASME debido a la exposición a sustancias químicas peligrosas como el thinner Laca, pintura son los siguientes:

- Irritación de los ojos, nariz, garganta y pulmones.
- Náuseas, vómitos y diarrea.
- Dolor de cabeza, mareos y confusión.
- Enfermedades respiratorias, como asma, bronquitis crónica, rinitis, conjuntivitis.

- Enfermedades cardiovasculares, como hipertensión, infarto de miocardio y accidente cerebrovascular.
- Cáncer, especialmente de pulmón, vejiga y piel.

4.3.2.1 Laboratorio Químico

Sustancias tóxicas que se encuentran y sus patologías que presentan en cada una:

a) **Ácido Clorhídrico (HCl):**

- **Irritación Respiratoria:** Inhalar vapores de ácido clorhídrico puede irritar las vías respiratorias, lo que provoca tos, dificultad para respirar y, en casos severos, daño a los pulmones.
- **Irritación Cutánea y Ocular:** La interacción directa con la epidermis o los globos oculares puede desencadenar inflamación, eritema y lesiones por quemadura.
- **Daño Gastrointestinal:** En caso de ingestión accidental, puede producir ulceraciones en la cavidad oral, el esófago y el estómago, generando cólicos abdominales, náuseas y emesis.

b) **Glutaraldehído al 25 %:**

- **Irritación Respiratoria y Ocular:** La inhalación de vapores puede irritar tanto las vías respiratorias como los ojos.
- **Irritación Cutánea:** El contacto con la piel puede provocar irritación, enrojecimiento y posiblemente dermatitis.
- **Reacciones Alérgicas:** En algunos casos, el glutaraldehído puede desencadenar respuestas alérgicas en individuos sensibles.

c) **Solvente Mutuo:**

- **Inhalación de Vapores:** Dependiendo de la composición específica, los solventes pueden causar irritación respiratoria y, en algunos casos, daño pulmonar.

- **Irritación Cutánea y Ocular:** La exposición directa a la dermis o a las estructuras oculares puede generar procesos inflamatorios y eritema.
- **Toxicidad Sistémica:** La exposición prolongada o repetida a ciertos solventes puede tener efectos tóxicos en órganos internos. [45]

4.4 Discusiones

Tomando resultados de otros estudios técnicos - científicos y bases bibliográficas sobre la exposición a sustancias peligrosas, se sitúa en discusión los siguientes aspectos:

De acuerdo con el estudio realizado por Velasteguí Villamarín (2015), enfocado en la gestión de riesgos laborales en la planta A.S.M.E. de la empresa SERTECPET S.A., ubicada en la provincia de Orellana, se identificó que dicha instalación, perteneciente al sector de servicios petroleros, presenta niveles de riesgo catalogados como moderados e importantes. Estas condiciones implican una exposición constante del personal a posibles accidentes, incidentes y enfermedades ocupacionales.

Se estima en riesgo químico un 14 % de sustancias con un grado de peligrosidad 4 y un 17 % de sustancias con un grado de peligrosidad 3, los cuales deben ser tomados en cuenta para establecer medidas de control. Las sustancias con el grado de peligrosidad 4 afectan directamente a trabajadores encargados de la pintura, ya que manejan productos altamente volátiles y se encuentran en constante exposición; en el caso de los puestos de trabajo susceptibles por el grado de peligrosidad 3, nos encontramos con el área de soldadura, donde se manejan electrodos y tintas penetrantes de alta volatilidad.

En comparación con el informe de análisis de higiene ocupacional – sustancias peligrosas elaborado por los estudiantes de 6to. nivel de la Universidad Técnica del Norte; al analizar la hoja de seguridad se presenta un riesgo de clase 3 en las siguientes sustancias, las cuales afectan directamente al área de pintura de la planta A.S.M.E, por lo tanto, es necesaria la aplicación de medidas correctas inmediatas:

- Pintura Sigma.
- Thinner 2106.
- Thinner Laca.

Considerando que entre ambos estudios existe una diferencia de 9 años, se evalúa que esta industria del sector de servicios petroleros se ha encontrado trabajando dentro de este periodo con hasta 5 galones diarios dependiendo del tipo de sustancia, las cuales poseen un riesgo probable muy elevado y son empleadas dentro de un espacio cerrado, sin uso del extractor de gases y con una distribución laboral inadecuada, donde, consecuentemente, los trabajadores han presentado síntomas como dolores de cabeza. [46]

Se plantea la evolución de la gestión de riesgos durante este periodo y la ineffectividad sobre las medidas de control implementadas en la planta industrial. La falta de actualización y revisión constante de los protocolos de seguridad y gestión de riesgos es evidente en la presencia de síntomas entre los trabajadores. Este hallazgo sugiere que las condiciones de trabajo no cumplen con los estándares de seguridad necesarios para proteger la salud y bienestar de los empleados. Además, la exposición continua a sustancias peligrosas en espacios cerrados y sin una adecuada ventilación destaca la necesidad urgente de revisar y mejorar los procedimientos operativos y de seguridad de la planta y la industria del sector petrolero.

Según el examen realizado por Gálvez Maldonado (2016) acerca de la administración de seguridad y salud ocupacional en una instalación de SERTECPET S.A., se determina que dentro del entorno industrial ecuatoriano, las intervenciones en seguridad laboral frecuentemente se ejecutan bajo un modelo reactivo; esto es, solo después de que ocurre un evento adverso. Con base en esto, el investigador enfatiza la urgencia de incorporar una perspectiva proactiva que facilite la prevención ante potenciales peligros, accidentes e incidentes, garantizando de este modo una salvaguarda más efectiva para el personal.

De acuerdo con el análisis de sustancias peligrosas, realizado por los estudiantes de sexto nivel de la Universidad Técnica del Norte, las áreas de estudio, a pesar de contar con un plan de riesgos, métodos estandarizados y equipos de protección personal, no aplican la salud industrial pro-activamente. En consecuencia, varios trabajadores de áreas críticas poseen indicios de enfermedades ocupacionales por exposición a largos periodos de sustancias químicas.

En el proceso de pintura en la planta A.S.M.E., se deben controlar varios factores que afectan las condiciones de seguridad y salud. Darwin Gálvez aplicó una matriz de diagnóstico SSO, donde se observó que la planta industrial del sector petrolero en el año 2016 tenía un resultado parcial de cumplimiento según la Norma OHSAS 18001 del 0 % en señalización, 0 % en espacios de trabajo, 30 % en espacios contra incendios, 0 % de almacenaje de sustancias peligrosas y 12 % de capacitación.

Actualmente, la planta A.S.M.E. se encuentra correctamente señalizada, el espacio de trabajo ha mejorado considerablemente; a pesar de ello, el área de pintura cuenta con una ubicación y espacio de trabajo inadecuado. Los espacios contra incendios han tenido mejoras y las capacitaciones al personal son más frecuentes; caso contrario a lo visualizado en el proceso de almacenaje de sustancias peligrosas en donde no existen mejoras. Por lo tanto, varios aspectos en esta planta industrial poseen un grado de deficiencia en el cumplimiento legal de las normas de salud y seguridad de los trabajadores. De modo que se sugiere la implementación de un proceso efectivo de gestión de riesgos con el objetivo de reducir la probabilidad de ocurrencia de riesgos ocupacionales. [47]

Finalmente, es necesario enfatizar la importancia de adoptar una cultura de anticipación y control activo de enfermedades ocupacionales, ya que ambos estudios señalan deficiencias significativas en varios aspectos donde varios problemas han persistido en el tiempo. Es esencial que la industria de servicios petroleros no solo cumpla con los requisitos legales, sino también adopte prácticas para garantizar la salud y seguridad de sus trabajadores de manera continua y efectiva.

4.5 Plan de Mejora

4.5.1 Introducción

La creación de un plan de higiene y ergonomía referente a las sustancias químicas peligrosas presentes en las áreas analizadas resulta esencial para promover un ambiente que priorice la salud y seguridad de los trabajadores, además de construir un entorno productivo libre de riesgos que impacta directamente en el bienestar físico y mental, el rendimiento laboral y la eficacia de la organización. El plan busca cumplir con las normativas nacionales y estándares establecidos para el control y prevención de riesgos hacia la salud de los trabajadores, asegurando condiciones óptimas de limpieza, seguridad, descanso, infraestructura, tratamiento de sustancias químicas y más por medio de la sugerencia de mejoras en el área de trabajo y medidas de control específicas.

4.5.2 Objetivos

4.5.2.1 Objetivo general

Garantizar un entorno laboral seguro y saludable al monitorear y controlar las sustancias químicas peligrosas utilizadas en las áreas analizadas, por medio del cumplimiento de normativas ambientales y de seguridad para proteger a los trabajadores y minimizar impactos negativos en el medio ambiente.

4.5.2.2 Objetivos específicos

- Cumplir con las regulaciones ambientales y de seguridad que rigen la emisión de sustancias químicas peligrosas, manteniendo los registros actualizados y hacer los reportes necesarios a las autoridades competentes.

- Capacitar al personal en el manejo seguro de estas sustancias, asegurándose de que sepan cómo utilizar correctamente los equipos de protección personal.
- Realizar inspecciones periódicas en equipos y maquinaria que puedan generar sustancias químicas peligrosas, asegurando su correcto funcionamiento y mantenimiento.

4.5.3 Alcance

La presente investigación tiene un alcance teórico sobre los riesgos de sustancias químicas peligrosas, por medio de una metodología aplicable; método cualitativo y cuantitativo, bajo la disciplina de Seguridad y Salud en el Trabajo, enfocándose en las áreas de laboratorio químico, área de soldadura, área de pintura, área de fosfatizado y área de pintura ASME. Se centra en el análisis, la síntesis y evaluación de las problemáticas que pueden originarse en los lugares de trabajo por exposición a diversos factores de riesgos químicos. La investigación teórica se basa en la disponibilidad y accesibilidad de la información, centrándose en la revisión y aplicación de teorías específicas, para lo cual el informe se fundamenta de manera primordial y conforme al documento titulado “Aplicación de Métodos Simplificados de Evaluación del Riesgo Químico con efectos para la salud”.

4.5.4 Responsables

- Gerente General
- Gerencia Financiera
- Dirección Talento Humano
- Técnico en SST
- Médico en Salud Ocupacional
- CPSST

4.5.5 Desarrollo del Plan

En función del análisis de riesgo realizado, a continuación se presenta el detalle del plan de mejora por cada área evaluada, aplicando el método Fuente – Medio – Receptor y clasificando el nivel de riesgo mediante colores, con base en el valor del NR obtenido.

Esta sección incluye tanto el desarrollo técnico por área, donde se contextualiza el riesgo identificado y las medidas de control correspondientes, como una síntesis en tablas que organizan las acciones propuestas, plazos, responsables, recursos necesarios y actividades de capacitación. La combinación de ambos formatos permite garantizar la trazabilidad técnica del plan y facilitar su implementación operativa.

4.5.5.1 Laboratorio Químico

Elemento	Detalle
Sustancia Crítica	Glutaraldehído / Ácido Clorhídrico
NR más alto	7000
Frecuencia	Alta
Condiciones físicas	Ventilación deficiente, EPP limitado
Nivel de riesgo	Alto
Justificación	Sustancias altamente tóxicas con exposición directa y frecuente

Tabla XIV.
Plan de mejora del Laboratorio Químico - Método FMR

FUENTE

- **Eliminación:** Reducción de uso de glutaraldehído donde no sea estrictamente necesario.
- **Sustitución:** Uso de ortoftalaldehído o enzimas para limpieza.

- **Medidas de Ingeniería:** Campana de flujo laminar, separación de zona húmeda/seca, extracción superior.

MEDIO (Medidas Administrativas)

- SOP por sustancia.
- Inventario digitalizado.
- Capacitación bimestral y simulacros por derrame.

RECEPTOR (EPPs)

- Respirador Full Face ABEK1.
- Guantes nitrilo pesado.
- Gafas químicas.
- Overol Tychem nivel B.

4.5.5.2 Pintura ASME

Elemento	Detalle
Sustancia Crítica	Pintura SIGMA
NR más alto	7000
Frecuencia	Alta
Condiciones físicas	Ventilación limitada, exposición continua
Nivel de riesgo	Alto
Justificación	Alta carga química en ambiente cerrado y manipulación constante

Tabla XV.

Plan de mejora del área de pintura ASME - Método FMR

FUENTE

- **Eliminación:** Evitar mezclas abiertas o sin ventilación.
- **Sustitución:** Pinturas con bajo contenido de COV.
- **Medias de Ingeniería:** Cabinas presurizadas con extracción forzada, zona de mezcla separada.

MEDIO (Medidas Administrativas)

- SOP aplicación y limpieza.
- Control de tiempos por turno.
- MSDS disponibles y señalización de almacenamiento.

RECEPTOR (EPPs)

- Respirador Full Face.
- Gafas cerradas antivaho.
- Guantes especiales para solventes.
- Traje impermeable reutilizable.

4.5.5.3 Área de Pintura General

Elemento	Detalle
Sustancia Crítica	Esmalte / Diluyente (Thinner)
NR más alto	7000
Frecuencia	Media-alta
Condiciones físicas	Ventilación parcial
Nivel de riesgo	Alto
Justificación	Uso frecuente de solventes, presencia de vapores, EPP incompleto

Tabla XVI.

Plan de mejora del Área de Pintura General - Método FMR

FUENTE

- **Eliminación:** Restricción del uso de thinner como limpiador.
- **Sustitución:** Uso de productos base agua y sin solventes aromáticos.
- **Medidas de Ingeniería:** Ventilación cruzada, reubicación de zonas de limpieza.

MEDIO (Medidas Administrativas)

- Capacitación en riesgos químicos.
- Etiquetado GHS y zonas marcadas.
- Supervisión de prácticas seguras.

RECEPTOR (EPPs)

- Mascarilla media cara A1.

- Guantes resistentes a solventes.
- Ropa con mangas largas.
- Gafas de seguridad con ventilación indirecta.

4.5.5.4 Área de Fosfatizado

Elemento	Detalle
Sustancia Crítica	Fosfato 38 / Anticorrosivos
NR más alto	7000
Frecuencia	Media
Condiciones físicas	Ventilación regular
Nivel de riesgo	Medio
Justificación	Sustancias agresivas pero menor frecuencia y mejor ventilación que pintura

Tabla XVII.

Plan de mejora del Área de Fosfatizado - Método FMR

FUENTE

- **Eliminación:** Prohibición de mezclado manual de químicos.
- **Sustitución:** Sistema cerrado por aspersión.
- **Medias de Ingeniería:** Tapas automáticas, extracción superior, bandejas antiderrame.

MEDIO (Medidas Administrativas)

- Permisos de trabajo en zonas de fosfatado.
- Procedimientos operativos estandarizados.

- Registro digital de acceso y turnos.

RECEPTOR (EPPs)

- Mascarilla media cara ABEK1.
- Guantes neopreno.
- Delantal PVC.
- Careta facial.
- Botas antideslizantes.

4.5.5.5 Taller de Soldadura

Elemento	Detalle
Sustancia Crítica	Acetileno / Humos metálicos
NR más alto	7000
Frecuencia	Baja
Condiciones físicas	Ambiente abierto
Nivel de riesgo	Medio-Bajo
Justificación	Sustancias críticas pero exposición esporádica y mayor dispersión por ventilación natural

Tabla XVIII.

Plan de mejora del Taller de Soldadura - Método FMR

FUENTE

- **Eliminación:** Retiro de electrodos con plomo o cadmio.
- **Sustitución:** Electrodos de baja toxicidad y gas protector limpio.

- **Medidas de Ingeniería:** Campanas móviles, re-ubicación de estaciones de soldadura, monitoreo de gases.

MEDIO (Medidas Administrativas)

- Permisos de trabajo en caliente.
- Registro digital de horas expuestas.
- Capacitación en exposición a humos metálicos.

RECEPTOR (EPPs)

- Respirador con filtro P100.
- Gafas con protección UV/IR.
- Guantes térmicos.
- Overol ignífugo.
- Calzado dieléctrico con puntera reforzada.

4.5.5.6 Plan de Mejora por Área, Actividad y Nivel de Riesgo

Marco legal El presente plan de mejora se sustenta en el cumplimiento del Decreto 255 – Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, en lo relacionado a la gestión de riesgos químicos. Se consideraron los siguientes artículos:

- Art. 42. Riesgos químicos
- Art. 47. Identificación y evaluación de riesgos laborales
- Art. 48. Límites permisibles de exposición

- Art. 49. Medidas de prevención y protección
- Art. 56. Toxicología laboral
- Art. 60. Productos tóxicos con exposición sobre los límites permitidos

Responsables La ejecución de este plan está a cargo de los siguientes responsables institucionales:

- Gerente General
- Gerencia Financiera
- Dirección de Seguridad e Higiene Industrial

Área	Actividad	Factor	Riesgo	Nivel	Mejora	Ubicación	Tipo de Control	Corto	Mediano	Largo
Laboratorio Químico	Ensayos con sustancias químicas	Uso manual de diferentes sustancias químicas, irritantes tóxicas y corrosivas.	Patologías como irritación cutánea y ocular	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar sistema de extracción con filtro HEPA • Reubicar almacenamiento de sustancias lejos de la zona de trabajo • Capacitación trimestral sobre manejo de sustancias peligrosas 	Medio	Ingeniería y Administrativa	X		
Pintura ASME	Preparación de materiales tóxicos	Elementos tóxicos	Produce patologías como enfermedades respiratorias como asma	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseñar sistema de ventilación con flujo cruzado • Capacitación trimestral sobre manejo de sustancias peligrosas 	Medio	Ingeniería y Administrativas	X		
Pintura	Preparación de materiales tóxicos	Elementos tóxicos	Produce daños a la salud y a terceros	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicar zona a área aislada con extracción • Cabina cerrada con filtrado HEPA para aplicación de pintura • Señalización luminosa y audible para manejo de químicos 	Fuente	Ingeniería y Administrativas	X		
Fosfatizado	Estructuración con materiales tóxicos	Elementos tóxicos	enfermedades cardiovasculares, como hipertensión	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicar zona a área aislada con extracción • Cabina cerrada con filtrado para aplicación de pintura • Señalización luminosa y audible para manejo de químicos • Capacitación trimestral sobre manejo de sustancias peligrosas 	Fuente	Ingeniería y Administrativas		X	
Soldadura	Unión de piezas con material tóxico	Gases inflamables	Riesgo de incendio, intoxicaciones o explosión	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar controles de salud una vez a la semana para detectar enfermedades gastrointestinales y cardiorrespiratorias. • Capacitación trimestral sobre manejo de sustancias peligrosas 	Receptor	Administrativas		X	

Tabla XIX.

Plan de Mejora por Área, Actividad y Nivel de Riesgo

4.5.6 Análisis Costo–Beneficio

Área	Mejora Propuesta	Costo Estimado	Beneficio Esperado	Ganancia Proyectada
Laboratorio Químico	Instalar sistema de extracción con filtro HEPA	1500	Reducción del 80 % en enfermedades respiratorias	4000
Laboratorio Químico	Reubicar almacenamiento de sustancias lejos de la zona de trabajo	800	Evita reacciones peligrosas por cercanía	2500
Área de Pintura ASME	Rediseñar sistema de ventilación con flujo cruzado	2000	Disminución del 70 % en exposición a gases	5000
Área de Pintura	Reubicar zona a área aislada con extracción	1800	Menor exposición y mejora ambiental	4500
Área de Pintura	Cabina cerrada con filtrado HEPA para aplicación de pintura	2500	Disminuye intoxicaciones y mejora la calidad de aplicación	5200
Área de Pintura	Señalización luminosa y audible para manejo de químicos	600	Prevención de accidentes	2200
Área de Fosfatizado	Cortinas industriales y ventilación mecánica	1700	Control de vapores de ácido fosfórico	3800
Taller de Soldadura	Realizar controles de salud una vez a la semana para detectar enfermedades gastrointestinales y cardiorrespiratorias	2200	Menor rotación, mejora salud respiratoria	5500
General (todas las áreas)	Capacitación trimestral sobre manejo de sustancias peligrosas	900	Mejora continua, prevención de errores y multas	3000

Tabla XX.

Análisis Costo-Beneficio de las Medidas de Mejora Propuestas

Figura 5.

Filtro de Aire Industrial.



- **Sistema de Extracción con Filtro HEPA (Laboratorio Químico)**

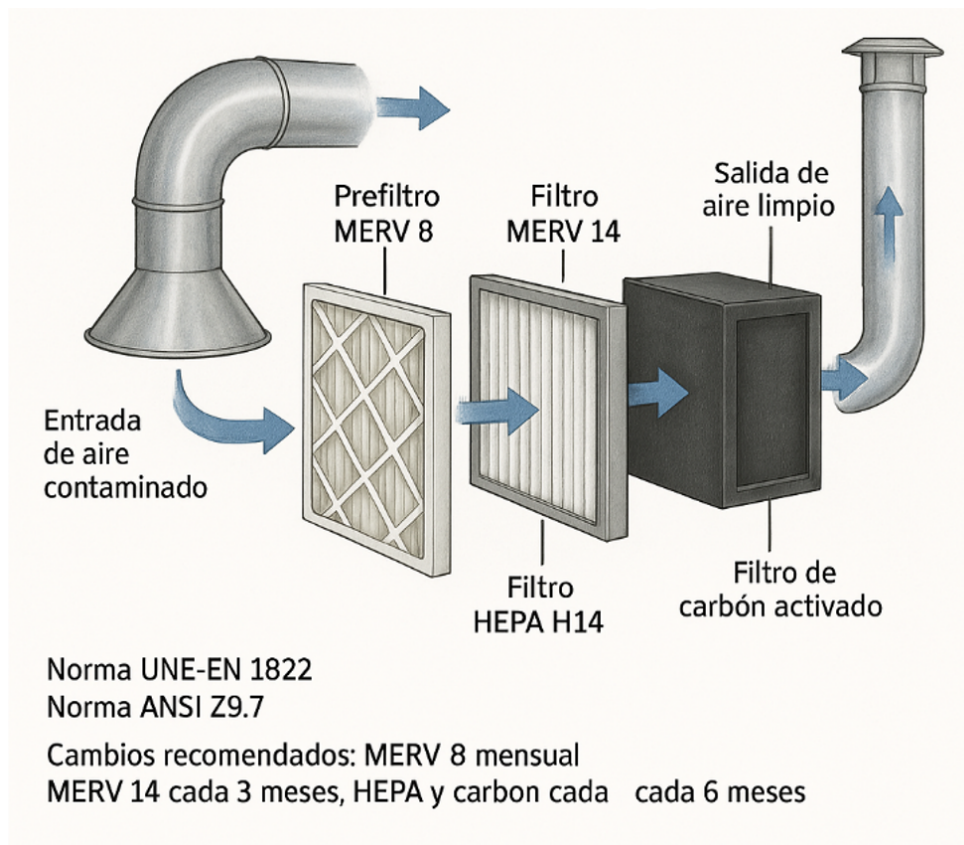
La mejora correspondiente a la instalación del sistema de extracción con filtro HEPA incluye un sistema con extracción forzada, donde el aire contaminado es succionado y tratado a través de un prefiltro MERV 8 (retención de polvo grueso), un filtro MERV 14 (retención de aerosoles químicos) y un filtro HEPA H14 (eficacia del 99.995 % para partículas de 0.3 μ m), junto con un cartucho de carbón activado para compuestos

orgánicos volátiles (COVs). Este sistema permite la captura de solventes, metales pesados y nieblas ácidas, reduciendo el riesgo de daño pulmonar y toxicidad crónica.

El mantenimiento incluye el cambio de prefiltros cada mes, MERV14 cada tres meses, y HEPA + carbón activado cada seis meses. Cumple con las normativas UNE-EN 1822 y ANSI Z9.7, y se muestra en la Figura 6 como esquema funcional del diseño propuesto.

Figura 6.

Sistema de extracción con filtro HEPA.



■ **Cabina Cerrada con Flujo Cruzado (Área de Pintura General y Fosfatizado)**

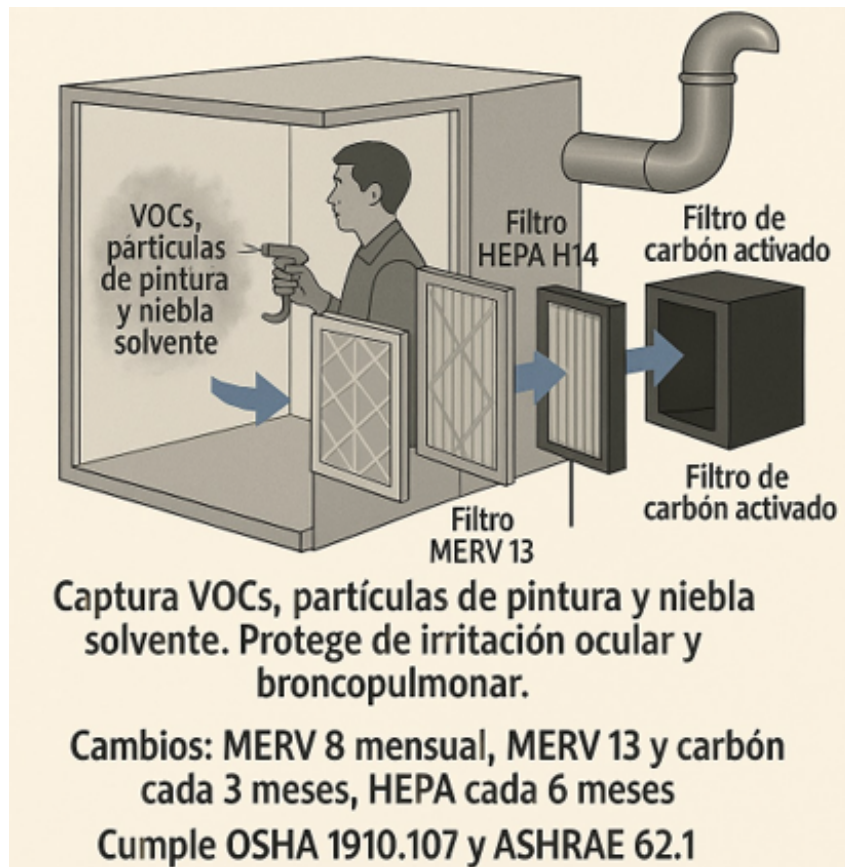
La mejora denominada “cabina cerrada con flujo cruzado” incluye un sistema de entrada de aire filtrado por etapas MERV 8 y MERV 13, complementado con extracción forzada a través de filtro HEPA H14 y cartucho de carbón activado. Esta configuración permite capturar compuestos orgánicos volátiles (VOCs), partículas de pintura y niebla de solventes, protegiendo al operador de la irritación ocular y problemas broncopulmonares.

El mantenimiento recomendado incluye cambio mensual del MERV 8, y reemplazo

cada tres meses de MERV 13 y carbón activado. El filtro HEPA debe reemplazarse cada seis meses. El sistema cumple con los estándares establecidos por OSHA 1910.107 y ASHRAE 62.1, y se muestra en la Figura 7 como esquema funcional del diseño propuesto.

Figura 7.

Cabina cerrada con filtrado HEPA para aplicación de pintura.



■ Descripción del Layout Propuesto para la Reubicación de Sustancias

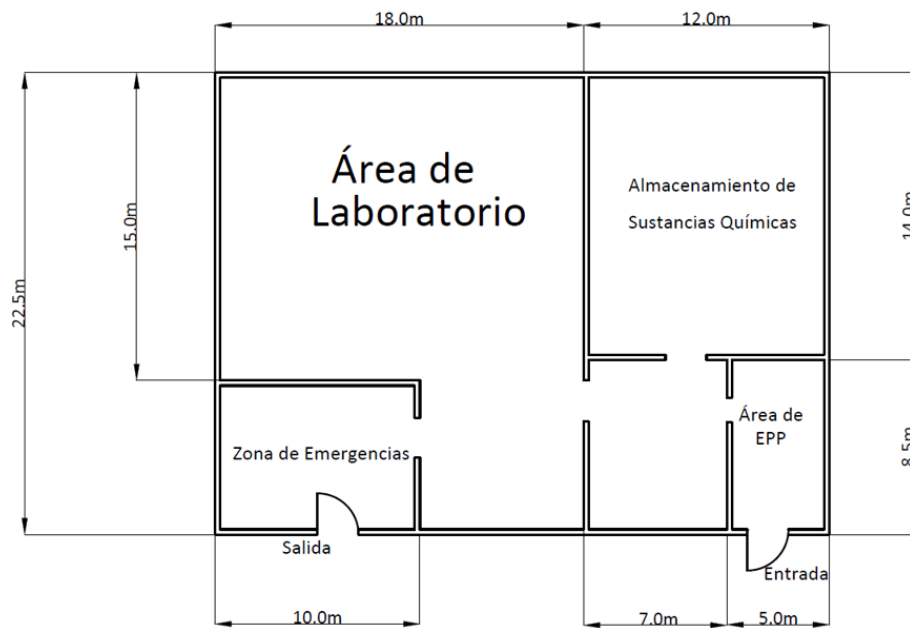
La propuesta de distribución espacial pretende optimizar las condiciones de seguridad en el Laboratorio Químico mediante la reubicación del almacén de agentes peligrosos hacia un sector alejado del espacio de trabajo. Con este propósito, se ha proyectado la incorporación de una división estructural mediante un cerramiento, elemento que permite atenuar la posibilidad de contacto inmediato con compuestos de alto riesgo.

Además, la distribución interna permite identificar de forma clara la zona de emergencia, el área destinada al uso de EPP y los espacios de circulación, lo cual favorece un flujo ordenado y una respuesta más rápida ante cualquier incidente. Esta

mejora también contribuye al cumplimiento de las normas de seguridad y al orden general del laboratorio, como se muestra en la Figura 8.

Figura 8.

Layout propuesto para reubicar almacenamiento de sustancias lejos de la zona de trabajo en el área de laboratorio Químico



4.5.7 Plan de Acción y Responsables

Área	Mejora Propuesta	Pasos principales	Responsable
Laboratorio Químico	Instalar sistema de extracción con filtro HEPA	1. Cotización 2. Compra 3. Instalación 4. Pruebas 5. Capacitación	Jefe de Mantenimiento - Gerente de Seguridad
Laboratorio Químico	Reubicar almacenamiento de sustancias lejos de la zona de trabajo	1. Identificar nueva ubicación 2. Adecuar espacio 3. Traslado seguro 4. Señalización	Jefe de Almacén - Coordinador SST
Área de Pintura ASME	Rediseñar sistema de ventilación con flujo cruzado	1. Diseño del sistema 2. Compra de ventiladores 3. Instalación 4. Pruebas	Ingeniero de Mantenimiento - Supervisor de Producción
Área de Pintura	Reubicar zona a área aislada con extracción	1. Selección del área 2. Montaje de divisiones 3. Instalación de extractor	Coordinador de Producción - Jefe de Seguridad
Área de Pintura	Cabina cerrada con filtrado HEPA para aplicación de pintura	1. Diseño de cabina 2. Compra/Fabricación 3. Instalación 4. Capacitación	Ingeniero de Proyectos - Supervisor de Calidad
Área de Pintura	Señalización luminosa y audible para manejo de químicos	1. Compra 2. Instalación 3. Pruebas	Técnico de Seguridad - Supervisor de Turno
Área de Fosfatizado	Cortinas industriales y ventilación mecánica	1. Compra 2. Instalación de cortinas y ventiladores 3. Ajustes	Ingeniero de Mantenimiento - Coordinador SST
Taller de Soldadura	Realizar controles de salud semanales	1. Contratar servicio médico 2. Protocolos 3. Iniciar chequeos	Médico Ocupacional - Jefe de Recursos Humanos
General (todas las áreas)	Capacitación trimestral sobre manejo de sustancias peligrosas	1. Contratar capacitador 2. Planificar temas 3. Realizar sesiones 4. Evaluar	Coordinador de Capacitación - Consultor SST externo

Tabla XXI.

Plan de Acción por Área y Mejora Propuesta

4.5.8 Programa de Exámenes Médicos

Tipo	Frecuencia	Descripción	Responsable	Indicador
Semanal	Cada semana	• Chequeo de presión arterial • Evaluación gastrointestinal • Respiratoria básica	Médico Ocupacional	con problema / total atendidos
Trimestral	Cada 3 meses	• Espirometría • Electrocardiograma • Pruebas de sangre • Pruebas de orina	Médico Ocupacional	con problema / total atendidos
Anual	1 vez al año	• Examen ocupacional completo	Médico Ocupacional	100 % del personal

Tabla XXII.

Programa de Exámenes Médicos por Tipo, Frecuencia y Área

4.5.9 Programa de Capacitación

Mes	Área	Tema	Contenidos tratados	Responsable	Duración total	Modalidad
Enero	Laboratorio químico	Manejo seguro de químicos	Clasificación, MSDS, pictogramas GHS, manipulación, almacenamiento, neutralización	Consultor SST externo	4 h	Presencial
Enero	Área de fosfatizado	Manejo seguro de químicos	Riesgos del ácido fosfórico, EPP, derrames, primeros auxilios	Consultor SST externo	4 h	Teórico-práctico
Abril	Taller de soldadura	Uso correcto de EPP	EPP para soldadura, limpieza, reemplazo, protección ocular, respiratoria	Coordinador de Capacitación	6 h	Teórico-práctico
Abril	Área de pintura ASME	Uso correcto de EPP	Tipos de protección, selección, uso adecuado y mantenimiento	Coordinador de Capacitación	6 h	Presencial
Julio	Todas las áreas	Procedimientos de emergencia	Planes de evacuación, rutas, manejo de incidentes químicos, simulacros	Consultor SST externo	4 h	Simulación + teoría
Octubre	Área de pintura (general)	Almacenamiento y ventilación industrial segura	Control de vapores, sistema de extracción, cortina de agua, normas OSHA	Coordinador de Capacitación	5 h	Teórico-práctico

Tabla XXIII.

Planificación de la Capacitación

Indicador	Fórmula	Frecuencia
% de satisfacción de participantes	$(\text{Encuestas} \geq 8/10 / \text{Total encuestas}) \times 100$	Al finalizar cada capacitación
% de aprobación post-test	$(\text{Aprobados} / \text{Asistentes}) \times 100$	Inmediato
% de mejora entre pre y post test	$((\text{Post} - \text{Pre}) / \text{Pre}) \times 100$	Inmediato
% de aplicación en el trabajo	$(\text{Casos aplicados} / \text{Total observados}) \times 100$	1-3 meses después
% de reducción de incidentes	$((\text{Antes} - \text{Después}) / \text{Antes}) \times 100$	Trimestral o semestral
Necesidades de capacitación	$(\text{N}^\circ \text{trabajadores con deficiencia detectada} / \text{Total trabajadores del área}) \times 100$	Área

Tabla XXIV.

Indicadores en evaluación de la capacitación

Área	Total personas	Personas con deficiencia	% Necesidad Capacitación	Tema principal detectado
Laboratorio químico	20	8	40 %	Manejo seguro de sustancias químicas
Área de pintura ASME	50	30	60 %	Uso de EPP, ventilación y atmósferas tóxicas
Área de pintura (general)	80	25	31.25 %	Exposición a solventes y vapores orgánicos
Área de fosfatizado	40	22	55 %	Riesgos químicos y manipulación de ácidos
Taller de soldadura	60	36	60 %	Gases de soldadura y fichas de seguridad
Total	250	121		

Tabla XXV.
Identificación de Necesidades de Capacitación por Área

Área	Tema de capacitación	Contenidos principales	Duración	Modalidad	Responsable	Participantes
Laboratorio químico	Manejo seguro de sustancias químicas	Clasificación de químicos, pictogramas GHS, hojas de seguridad (MSDS), almacenamiento seguro	4 h	Presencial	Ing. Seguridad Química	20
Área de pintura ASME	Uso adecuado de EPP y ventilación local	Tipos de EPP, mantenimiento, uso correcto, sistemas de extracción, normativas OSHA	6 h	Teórico-práctico	Supervisor SST	50
Área de pintura	Control de exposición a solventes y vapores	Sustancias orgánicas volátiles (VOC), ventilación, protección respiratoria, normativas MINSAL	5 h	Presencial	Higienista industrial	80
Área de fosfatizado	Manipulación de soluciones químicas y ácidos	Uso seguro de ácido fosfórico, riesgos químicos, neutralización, procedimientos de emergencia	4 h	Teórico-práctico	Químico responsable	40
Taller de soldadura	Riesgos en soldadura y uso de fichas de seguridad	Gases generados, exposición a metales pesados, lectura e interpretación de MSDS	6 h	Presencial	Técnico en soldadura	60

Tabla XXVI.
Ejecución de Actividades de Capacitación por Área

Mes	Semana	Área	Actividad programada	Observaciones
Enero	2	Laboratorio químico	Manejo seguro de químicos	Riesgo alto por manipulación directa
Enero	3	Área de fosfatizado	Manejo seguro de químicos	Uso de ácidos fuertes
Abril	2	Taller de soldadura	Uso correcto de EPP	Necesidad alta por exposición metálica
Abril	3	Área de pintura ASME	Uso correcto de EPP	Riesgo por pintura con presión
Julio	2	Todas las áreas	Procedimientos de emergencia	Ensayo y formación en simulacros
Octubre	2	Área de pintura (general)	Almacenamiento y ventilación industrial segura	Exposición a vapores y solventes

Tabla XXVII.

Cronograma General de Capacitaciones

4.5.10 Plan de Dotación de EPP

Área	EPP obligatorio	Norma aplicable	Costo Unitario	Tiempo de uso / Cambio recomendado	Responsable de entrega
Laboratorio químico	Mascarilla cartucho químico, gafas de seguridad, guantes nitrilo, bata química	OSHA 1910.1450, NFPA 45	95	<ul style="list-style-type: none"> • Cartuchos: cada 30 días • Guantes: diarios • Bata: mensual 	Jefe de Higiene Industrial
Área de pintura ASME	Respirador media cara, gafas, overol, guantes resistentes	OSHA Subpart I, ANSI Z87.1	110	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro: cada 20 jornadas • Overol: quincenal • Guantes: semanales 	Coordinador de Producción
Área de pintura manual	Respirador, guantes PVC, protección ocular, ropa barrera	NIOSH, ISO 20347	90	<ul style="list-style-type: none"> • Respirador: 2 meses • Guantes: semanales • Ropa: mensual 	Supervisor de SST
Área de fosfatizado	Mascarilla química, guantes neopreno, mandil PVC, careta facial	NFPA 70E, OSHA 1910.132	120	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes: diarios • Mandil: mensual • Mascarilla: cada 30 días 	Responsable del Área Química
Taller de soldadura	Careta soldador, guantes cuero, delantal ignífugo, calzado dieléctrico	ANSI Z87.1, ISO 11611	150	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes: quincenal • Careta: anual • Calzado: semestral 	Encargado del Taller

Tabla XXVIII.

Asignación de EPP Obligatorio por Área

4.5.11 Cronograma de Implementación de Mejoras

Área	Mejora	Acción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Meta	Medio de Verificación
Laboratorio Químico	Instalar sistema de extracción HEPA	Cotización	■										Instalar el 100 % del sistema HEPA en las áreas críticas antes de finalizar el año	Informe técnico de instalación, fotografías, acta de recepción y prueba de eficiencia
Laboratorio Químico	Instalar sistema de extracción HEPA	Compra		■										
Laboratorio Químico	Instalar sistema de extracción HEPA	Instalación			■									
Laboratorio Químico	Instalar sistema de extracción HEPA	Pruebas y capacitación				■								
Laboratorio Químico	Reubicar almacenamiento de sustancias	Identificación de área	■										Reubicar el 100 % de los químicos a áreas designadas y ventiladas según norma interna	Plano actualizado, registro fotográfico, acta de cumplimiento firmada por SST
Laboratorio Químico	Reubicar almacenamiento de sustancias	Adecuación de espacio		■										
Laboratorio Químico	Reubicar almacenamiento de sustancias	Traslado seguro			■									
Laboratorio Químico	Reubicar almacenamiento de sustancias	Señalización				■								
Área de Pintura ASME	Rediseñar ventilación flujo cruzado	Diseño	■										Implementar el rediseño en un 100 % en las áreas definidas dentro del primer semestre	Informe de ingeniería, diagramas de flujo, acta de verificación de operación
Área de Pintura ASME	Rediseñar ventilación flujo cruzado	Compra de equipos		■										
Área de Pintura ASME	Rediseñar ventilación flujo cruzado	Instalación			■									
Área de Pintura ASME	Rediseñar ventilación flujo cruzado	Pruebas finales				■								
Taller de Soldadura	Controles de salud semanales	Contratar médico ocupacional	■										Realizar controles médicos al 100 % del personal expuesto semanalmente	Historias clínicas, formatos firmados de control médico, registro del servicio de salud
Taller de Soldadura	Controles de salud semanales	Protocolos y agenda		■										
Taller de Soldadura	Controles de salud semanales	Inicio controles			■	■	■	■	■	■	■	■		
General (todas áreas)	Capacitación trimestral	Planificación	■										Ejecutar el 100 % de las capacitaciones planificadas según cronograma anual	Listas de asistencia, material entregado, evaluaciones aplicadas
General (todas áreas)	Capacitación trimestral	Primera sesión				■								
General (todas áreas)	Capacitación trimestral	Segunda sesión						■						
General (todas áreas)	Capacitación trimestral	Tercera sesión										■		

Tabla XXIX.

Cronograma de Implementación de Mejoras por Áreas

CONCLUSIONES

- En este trabajo de integración curricular se desarrolló un estudio bibliográfico que sustentó el análisis del riesgo toxicológico en el sector de servicios petroleros. Se revisaron fuentes como el Decreto Ejecutivo 255, la norma ISO 31000:2018, el método INRS , COSHH Essentials y artículos científicos sobre toxicidad ocupacional. Esta base teórica facilitó la identificación de sustancias peligrosas, sus efectos en la salud (detallados en las tablas X y XI) y la formulación de estrategias de control. El sustento regulatorio y técnico permitió enmarcar el problema y validar intervenciones urgentes en áreas sensibles como el laboratorio químico y pintura ASME.
- En este trabajo de integración curricular se evaluó el nivel de riesgo por exposición a sustancias químicas en cinco áreas operativas, utilizando el método simplificado del INRS complementado con COSHH Essentials. Los resultados, que se presentan en la Tabla XI, revelaron que el 60 % de las actividades presentan un alto riesgo ($NR \geq 7000$), siendo especialmente preocupantes el laboratorio químico (glutaraldehído y ácido clorhídrico), la pintura ASME (pintura Sigma) y el fosfatizado (Anticor 3). La Tabla XIII clasifica las áreas de mayor a menor riesgo, y se observó que la exposición frecuente, la ventilación inadecuada y el uso limitado de EPP son factores clave. Estos hallazgos fueron corroborados mediante observación directa, entrevistas y análisis documental.
- En este trabajo de integración curricular se propuso un plan de mejora integral por área, actividad y nivel de riesgo, detallado en las Tablas XIV a XIX. Las medidas incluyen la instalación de sistemas de extracción con filtro HEPA (Figura 6), cabinas cerradas con flujo cruzado (Figura 7), reubicación de zonas de almacenamiento (Figura 8) y señalización preventiva. Además, se diseñó un cronograma de implementación (Tabla XXIX), un plan de acción por responsables (Tabla XXI) y un programa de capacitación y exámenes médicos (Tablas XXII a XXVII). Estas acciones están alineadas con el Decreto 255 y buscan reducir la incidencia de patologías respiratorias, dérmicas y cardiovasculares asociadas a la exposición química.

RECOMENDACIONES

- Es fundamental que la empresa implemente un sistema de gestión de riesgos químicos que incluya un monitoreo constante, actualizaciones regulares de los inventarios de sustancias químicas, revisión de las fichas de datos de seguridad y el cumplimiento de los límites de exposición permitidos según las normativas nacionales (Decreto Ejecutivo 255, Reglamento Ambiental para Actividades Hidrocarburíferas) e internacionales (ISO 31000:2018). Esto asegurará una prevención efectiva y continua frente a los riesgos toxicológicos que se han identificado.
- Reubicar las áreas de almacenamiento de productos químicos lejos de zonas de trabajo frecuentadas, con el fin de evitar exposiciones innecesarias y garantizar una mejor distribución espacial. Esto se alinea con las buenas prácticas de almacenamiento señaladas en los lineamientos internacionales de seguridad química y las observaciones realizadas en campo.
- Implementar un sistema de ventilación cruzada rediseñado, con entradas y salidas de aire estratégicamente ubicadas para evitar la acumulación de contaminantes. Se sugiere realizar una evaluación técnica que garantice la eficiencia de la renovación del aire, mejorando la calidad del ambiente laboral.
- Establecer un programa permanente de vigilancia de la salud ocupacional, con controles médicos semanales o periódicos según el nivel de riesgo identificado, a fin de detectar de manera oportuna posibles efectos adversos derivados de la exposición química crónica. Esto permitirá una intervención temprana y una mejor trazabilidad de los casos potenciales.
- Desarrollar un plan de capacitación trimestral obligatorio para todo el personal expuesto, orientado a fortalecer la cultura de la prevención y el uso adecuado de los Equipos de Protección Personal (EPP), así como el conocimiento sobre riesgos específicos. Las entrevistas realizadas durante el estudio demostraron la necesidad de reforzar estas instancias educativas de forma continua.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Intoxicaciones agudas por productos químicos: análisis de los primeros 15 años del Sistema Español de Toxicovigilancia (SETv)*. dirección: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272020000100082.
- [2] W. Villalobos-González et al., “Evaluación de los riesgos químicos por inhalación de las sustancias utilizadas en una industria gráfica,” *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 34, págs. 122-134, 2 mar. de 2021, ISSN: 0379-3982. DOI: 10.18845/TM.V34I2.4977. dirección: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822021000200122&lng=en&nrm=iso&tlng=es%20http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0379-39822021000200122&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- [3] *Decreto Ejecutivo Nro. 255 – cite.com.ec*. dirección: <https://newsite.cite.com.ec/decreto-ejecutivo-nro-255/>.
- [4] *Intoxicación por tolueno*. dirección: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152020000200053.
- [5] E. S. Q. Alvarado, P. A. A. Almeida y L. Y. V. Rade, “Comercio exterior e impacto ambiental,” *AlfaPublicaciones*, vol. 4, págs. 6-16, 1.1 feb. de 2022, ISSN: 2773-7330. DOI: 10.33262/ap.v4i1.1.136. dirección: <https://alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/136>.
- [6] *Constitución*. dirección: <https://www.who.int/es/about/governance/constitution>.
- [7] “CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial,” dirección: www.lexis.com.ec.
- [8] “SEGURIDAD QUÍMICA SUBDIRECCIÓN DE SALUD AMBIENTAL NOVIEMBRE, 2022,” dirección: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev06/Spanish/ST-SG-AC10-30-.

- [9] C. R. Padilla, “REVISTA MEDICINA LEGAL DE COSTA RICA Intoxicación por tolueno Toluene poisoning,” vol. 37, pág. 2020, 2, ISSN: 2215-5287.
- [10] A. I. A. Mite, D. J. P. Torres y V. A. H. Bermello, “Intoxicación ocupacional por cloruro de aluminio,” *RECIMUNDO*, vol. 7, págs. 228-237, 2 jul. de 2023. DOI: 10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.228-237. dirección: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2044>.
- [11] R. N. Renovables et al., “Maestría en Opción de Titulación: Artículos profesionales de alto nivel,” 2019.
- [12] “APROBACIÓN DE LOS TUTORES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN,”
- [13] *MetaFlip*. dirección: <https://metaflip.metabiblioteca.com/?pdf=https://repositorio.ecci.edu.co/server/api/core/bitstreams/8514e0c4-1dd9-4461-a9dc-6d2f6fdbccf4/content?authentication-token=null>.
- [14] O. Cristobal y D. Sofia, “Metadatos Complementarios Datos de autor,”
- [15] I. G. F. M. Santos, “Valoración de riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.,” Tesis doct., Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Esmeraldas), feb. de 2023, págs. 1-70. dirección: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4b8accba-6611-4536-a632-e9979ec754ca/content>.
- [16] *¿Qué es una entrevista? Todo lo que debes saber al respecto*. dirección: https://www.questionpro.com/blog/es/tecnicas-de-recoleccion-de-datos-entrevista/#Ejemplo_de_entrevista.
- [17] *Checklist: ¿qué es, cuáles son los beneficios y cómo hacerlo?* Dirección: <https://www.sydle.com/es/blog/checklist-61a786f45448461cf98f7b23>.
- [18] *Observación directa: características, tipos y ejemplo*. dirección: <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>.
- [19] *Resumen de Salud Pública: Hidrocarburos totales de petróleo [Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)] | PHS | ATSDR*. dirección: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs123.html.

- [20] *ISO 9001:2015 - Quality management systems — Requirements*. dirección: <https://www.iso.org/standard/62085.html>.
- [21] *ISO 20815:2018(en), Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Production assurance and reliability management*. dirección: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:20815:ed-2:v1:en>.
- [22] *API | API 580 - Risk Based Inspection*. dirección: <https://www.api.org/products-and-services/individual-certification-programs/certifications/api580>.
- [23] M. E. G. YEPES, *EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS QUÍMICOS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO*, 1.ª ed., S. Ardila, ed. Alfaomega Colombiana S.A., 2019, vol. 1. dirección: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587785814_A43764025/preview-9789587785814_A43764025.pdf.
- [24] F. C. C. H. S. Roberto, *Metodología de la Investigación*, 1.ª ed., S. M. Valencia y C. P. M. Torres, eds. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014, vol. 1, págs. 1-624. dirección: https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/981/Investigacion_sampieri_6a_ED.pdf.
- [25] D. Elida y F. Guillen, “Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico Qualitative Research: Hermeneutical Phenomenological Method,” *Propósitos y Representaciones*, vol. 7, págs. 201-229, 1 2019, ISSN: 2307-7999. DOI: 10.20511/pyr2019.v7n1.267. dirección: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267> ORCID: <https://orcid.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>.
- [26] M. C. en Roberto Hernández Sampieri, C. F. Collado, D. P. B. Lucio y M. de la Luz Casas Pérez, “METODOLOGÍA DELA INVESTIGACIÓN,” 1991.
- [27] M. T. y Tamayo, “Tamayo Mario - El Proceso De La Investigacion Cientifica.pdf,” *El Proceso de la Investigación Científica*, págs. 1-183, 2003. dirección: https://www.academia.edu/29308889/Tamayo_Mario_El_Proceso_De_La_Investigacion_Cientifica_pdf.

- [28] *Taylor y Bogdan - Introducción a métodos cualitativos.pdf* - Google Drive. dirección: https://drive.google.com/file/d/0B71s-wFYdNJ4SWVCdmV5NFBNUUk/view?resourcekey=0-A3PCkU9_CXXCx0YxvhtoUQ.
- [29] J. Reason, "Human Error," oct. de 1990. DOI: 10 . 1017 / CB09781139062367. dirección: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781139062367/type/book>.
- [30] *Page not found » Seguridad y Salud en el Trabajo*. dirección: <https://medinaempresarialsst.com/los-solventes-desengrasantes/>.
- [31] *CDC - Publicaciones de NIOSH - El glutaraldehído: Los peligros ocupacionales en los hospitales (2001-115)*. dirección: https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2001-115_sp/default.html.
- [32] *ToxFAQsTM: Cloruro de hidrógeno (Hydrogen Chloride) | ToxFAQ | ATSDR*. dirección: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts173.html.
- [33] . dirección: <http://nj.gov/health/workplacehealthandsafety/right-to->.
- [34] "Derecho a Saber Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas," dirección: <http://nj.gov/health/workplacehealthandsafety/right-to->.
- [35] *404 No encontrado | Aditec*. dirección: <https://www.aditec-ec.com/productos/tratamiento-de-superficies/thinner/ficha-seguridad-thinner.pdf>.
- [36] *Qué elementos de seguridad debe usar un pintor- Pinturas Super*. dirección: <https://www.pinturassuper.com/elementos-seguridad-usar-pintor/>.
- [37] "HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS)," dirección: www.crcindustries.com.
- [38] "Nombre común: ÁCIDO FOSFÓRICO (PHOSPHORIC ACID),"
- [39] *Page not found - Pinturas Pintuland*. dirección: https://pintuland.com.co/wp-content/uploads/2022/10/Hoja_De_Seguridad_Anticorrosivo.pdf.
- [40] oiss, *TALLERES DE REPARACION DE VEHÍCULOS*. dirección: <https://oiss.org/wp-content/uploads/2019/06/25-DisolventesTalleres.pdf>.

- [41] *Qué elementos de seguridad debe usar un pintor- Pinturas Super.* dirección: <https://www.pinturassuper.com/elementos-seguridad-usar-pintor/>.
- [42] *Enfermedades por agentes químicos | ISTAS.* dirección: <https://istas.net/istas/riesgo-quimico/efectos-sobre-la-salud-y-el-medio-ambiente/enfermedades-por-agentes-quimicos>.
- [43] . dirección: [www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/..](http://www.cdc.gov/niosh/topics/ctrlbanding/)
- [44] *Página no encontrada - AEPSAL.* dirección: <https://aepsal.com/soldadura-y-humos-metalicos/>.
- [45] *Introducción a las enfermedades pulmonares ambientales y profesionales - Trastornos del pulmón y las vías respiratorias - Manual MSD versión para público general.*
 dirección: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-del-pulm%C3%B3n-y-las-v%C3%ADas-respiratorias/enfermedades-pulmonares-ambientales-y-ocupacionales/introducci%C3%B3n-a-las-enfermedades-pulmonares-ambientales-y-profesionales?mredirectid=2127&ruleredirectid=755autoredirectid%3D23364>.
- [46] “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,”
- [47] G. De et al., “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA,” 1800.

ANEXOS

DOCUMENTO: APLICACIÓN DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO CON EFECTOS PARA LA SALUD															
FECHA	ÁREA	ACTIVIDADES	HORA	SUSTANCIAS PELIGROSAS	TIPO DE LA SUSTANCIA				VALORACIÓN MÉTODO SIMPLIFICADO	MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES	RESPONSABLES	MARCO LEGAL		
					ESTADO DE LA SUSTANCIA	PELIGRO DE LA SUSTANCIA	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	CANTIDAD UTILIZADA							
01/10/2021	ÁREA DE PINTURA	LIMPIO LINEALES APLICACIÓN DE PINTURA	11:07	TINTORER LIGERA	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido y Líquido <input type="checkbox"/> Sólido y Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido y Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido, Líquido y Gaseoso	<input type="checkbox"/> No tóxico <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico - corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico - irritante <input type="checkbox"/> No inflamable <input type="checkbox"/> Inflamable	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	2 a 10 gramos diarios (1 galón = 3,785 litros)	Toxicidad de grado 1	1.- Hay que usar ropa protectora. 2.- Evitar la generación de chispas. 3.- Evitar el contacto con la piel. 4.- Evitar el escape de vapor. 5.- Evitar el contacto con los ojos.	1.- Implementación de un plan de gestión de riesgos. 2.- Implementación de un plan de emergencia. 3.- Implementación de un plan de mantenimiento. 4.- Implementación de un plan de seguridad. 5.- Implementación de un plan de salud y seguridad.	Obrero general Obrero de mantenimiento Obrero de seguridad Obrero de salud y seguridad	Decreto 1073, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo; Artículo 42. Reglas generales de seguridad y salud en el trabajo. Artículo 47. Manipulación y transporte de cargas. Artículo 48. Límites permisibles de exposición. Artículo 49. Medidas de prevención y protección. Artículo 50. Tareas de mantenimiento. Artículo 60. Prácticas seguras que implementan sobre los riesgos químicos.
				PINTURA	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido y Líquido <input type="checkbox"/> Sólido y Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido y Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido, Líquido y Gaseoso	<input type="checkbox"/> No tóxico <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico - corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico - irritante <input type="checkbox"/> No inflamable <input type="checkbox"/> Inflamable	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	2 gramos diarios (1 galón = 3,785 litros)	Toxicidad de grado 1					
				REMOVEDOR	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido y Líquido <input type="checkbox"/> Sólido y Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido y Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido, Líquido y Gaseoso	<input type="checkbox"/> No tóxico <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico - corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico - irritante <input type="checkbox"/> No inflamable <input type="checkbox"/> Inflamable	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Sí	10 gramos al día (1 galón = 3,785 litros)	Toxicidad de grado 2					

Observación:
 Se observó un mal uso de los equipos, los cuales generan contaminación en la salud de los trabajadores de la zona de pintura, se recomienda a gestionar un cambio de los equipos de pintura, para crear condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

Anexo 1. Formato de registro de sustancias peligrosas - Área de Pintura. Fuente. (autor)

DOCUMENTO. APLICACIÓN DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO CON EFECTOS PARA LA SALUD														
FECHA	ÁREA	ACTIVIDADES	HORA	TIPO DE RIESGOS				VALORACIÓN MÉTODO SIMPLIFICADO	MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES	RESPONSABLES	MARCO LEGAL		
				ESTANCIAS PELIGROSAS	ESTADO DE LAS ESTANCIAS	PELIGRO DE LA ESTANCIAS	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO						CANTIDAD UTILIZADA	
VIENEVO	ÁREA DE FOSFATIZADO	FOSFATIZADO FOSFATO ALZARCO FOSFATO AL MONTAÑERO ACETAFADO	11:30	FOSFATIZADO	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input checked="" type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input checked="" type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	5 galones cada una (total 10 galones 3,785)	Próxima descripción: 1				
				BYC ANTECORDER	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input checked="" type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	5 galones cada una (total 10 galones 3,785)	Próxima descripción: 1	1. Quitar o reemplazar el agente químico de la máquina. 2. No exponer a nadie en el área de operación. 3. Usar equipo de protección personal (EPP) como: mascarilla (N95), guantes, gafas, etc. 4. Evitar beber, comer o fumar en el área de trabajo. 5. Contaminar la ropa de trabajo. 6. Evitar el contacto con la piel.	1. Cambiar periódicamente el agua de lavado de la máquina. 2. No exponer a nadie en el área de operación. 3. Usar equipo de protección personal (EPP) como: mascarilla (N95), guantes, gafas, etc. 4. Evitar beber, comer o fumar en el área de trabajo. 5. Contaminar la ropa de trabajo. 6. Evitar el contacto con la piel.	Control personal O&S & env. Trabajo de seguridad Mantenimiento	Decreto 255: Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. - Artículo 41: Uso de equipos de protección personal. - Artículo 42: Identificación y etiquetado de sustancias peligrosas. - Artículo 43: Límites permisibles de exposición. - Artículo 44: Medidas de prevención y protección. - Artículo 45: Inspección de áreas. - Artículo 46: Procedimientos de emergencia.
				DESEMBAJANTE	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	<input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado <input type="checkbox"/> habilitado	2 galones cada una (total 4 galones 15,142)	Próxima descripción: 2				

OBSERVACIONES:
 Si la evaluación preliminar indica un riesgo, se debe proporcionar información a los trabajadores de los efectos de los productos químicos. Por tanto, es necesario proporcionar un cambio de los procedimientos de trabajo, para evitar lesiones o enfermedades de los trabajadores.

Anexo 2. Formato de registro de sustancias peligrosas - Área de Fosfatizado. *Fuente.* (autor)

DOCUMENTO: APLICACIÓN DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO CON EFECTOS PARA LA SALUD															
FECHA	ÁREA	ACTIVIDADES	BIOLA	SUSTANCIAS PELIGROSAS	TIPO DE BIOLA				VALORACIÓN MÉTODO SIMPLIFICADO	MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES	RESPONSABLES	MARCO LEGAL		
					ESTADO DE LA BIOLANCIA	FECHA DE LA BIOLANCIA	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	CANTIDAD UTILIZADA							
01/09/2013	PLANTA ASME	EXTRACCIÓN DE GASES SANDBLAST PINTURA REMOVIDO COBRE DISGANELADO	1420	Forma Sólida	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo <input type="checkbox"/> Polvo adherido <input type="checkbox"/> Polvo adherido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Líquido	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	1 kg de pintura que consume 3 galones (1 galón = 3.785 litros)	Propiedad de riesgo: 1	1. Análisis de riesgo 2. Chequear niveles de exposición 3. Lavado de ojos 4. Descontaminar 5. El uso de ropa 6. El uso de Paños de Protección Personal (PPE) 7. Ropa adecuada (nivel adecuado) 8. Control de exposición 9. Evitar que nadie se quede en el área de trabajo 10. Mantener la distancia adecuada 11. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 12. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 13. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 14. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 15. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 16. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 17. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 18. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 19. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 20. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada	1. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 2. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 3. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 4. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 5. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 6. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 7. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 8. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 9. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 10. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 11. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 12. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 13. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 14. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 15. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 16. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 17. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 18. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 19. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 20. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada	Director ISS: Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo Artículo 43: Seguridad Química Artículo 45: Identificación y Etiquetado de Peligros Químicos Artículo 46: Control de Exposición Artículo 47: Medidas de Protección Personal Artículo 48: Procedimientos de Emergencia Artículo 49: Eliminación de Residuos Peligrosos	Oficina general Oficina de Técnico de seguridad Médico	
				Forma Líquida	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo <input type="checkbox"/> Polvo adherido <input type="checkbox"/> Polvo adherido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Líquido	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	1 galón de pintura que consume 3 galones (1 galón = 3.785 litros)	Propiedad de riesgo: 2	1. Análisis de riesgo 2. Chequear niveles de exposición 3. Lavado de ojos 4. Descontaminar 5. El uso de ropa 6. El uso de Paños de Protección Personal (PPE) 7. Ropa adecuada (nivel adecuado) 8. Control de exposición 9. Evitar que nadie se quede en el área de trabajo 10. Mantener la distancia adecuada 11. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 12. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 13. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 14. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 15. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 16. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 17. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 18. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 19. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 20. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada	1. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 2. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 3. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 4. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 5. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 6. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 7. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 8. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 9. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 10. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 11. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 12. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 13. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 14. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 15. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 16. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 17. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 18. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 19. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 20. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada	Director ISS: Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo Artículo 43: Seguridad Química Artículo 45: Identificación y Etiquetado de Peligros Químicos Artículo 46: Control de Exposición Artículo 47: Medidas de Protección Personal Artículo 48: Procedimientos de Emergencia Artículo 49: Eliminación de Residuos Peligrosos	Oficina general Oficina de Técnico de seguridad Médico	
				Forma Líquida	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo <input type="checkbox"/> Polvo adherido <input type="checkbox"/> Polvo adherido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Líquido	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho <input type="checkbox"/> Líquido - cartucho	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No	3 galones de pintura que consume 3 galones (1 galón = 3.785 litros)	Propiedad de riesgo: 3	1. Análisis de riesgo 2. Chequear niveles de exposición 3. Lavado de ojos 4. Descontaminar 5. El uso de ropa 6. El uso de Paños de Protección Personal (PPE) 7. Ropa adecuada (nivel adecuado) 8. Control de exposición 9. Evitar que nadie se quede en el área de trabajo 10. Mantener la distancia adecuada 11. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 12. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 13. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 14. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 15. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 16. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 17. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 18. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 19. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 20. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada	1. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 2. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 3. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 4. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 5. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 6. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 7. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 8. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 9. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 10. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 11. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 12. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 13. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 14. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 15. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 16. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 17. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 18. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 19. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada 20. Evitar el uso de ropa que pueda ser dañada	Director ISS: Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo Artículo 43: Seguridad Química Artículo 45: Identificación y Etiquetado de Peligros Químicos Artículo 46: Control de Exposición Artículo 47: Medidas de Protección Personal Artículo 48: Procedimientos de Emergencia Artículo 49: Eliminación de Residuos Peligrosos	Oficina general Oficina de Técnico de seguridad Médico	

OBSERVACIÓN:
 Si detectamos la contaminación de las sustancias químicas peligrosas que se utilizan en su lugar, se debe tomar las medidas de control y se debe informar al área de seguridad.

Anexo 4. Formato de registro de sustancias peligrosas - Planta ASME - Área de Pintura. Fuente. (autor)

DOCUMENTO: APLICACIÓN DE MÉTODOS SIMPLIFICADOS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO CON EFECTOS PARA LA SALUD													
FECHA	ÁREA	ACTIVIDADES	BOLEA	SUSTANCIAS PELIGROSAS	TIPO DE SUSTANCIAS				VALORACIÓN MÉTODO SIMPLIFICADO	MEDIDAS DE CONTROL	RECOMENDACIONES	RIESGOS IDENTIFICADOS	MARCO LEGAL
					ESTADO DE LA SUSTANCIA	PELIGRO DE LA SUSTANCIA	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	CANTIDAD UTILIZADA					
6/19/2012	ÁREA DE SOLDADURA	SOLDADURA CONSTRUIR BARRANDELLAS REPARAR BARRANDELLAS	10-40	ACETILENO	<input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input checked="" type="checkbox"/> Inerte <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Inflamable <input type="checkbox"/> Explosivo <input type="checkbox"/> Irritante <input type="checkbox"/> Tóxico	<input type="checkbox"/> Inhalación <input type="checkbox"/> Contacto dérmico <input type="checkbox"/> Contacto con ojos <input type="checkbox"/> Ingestión	<input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido	2 cilindros de 15 dm ³ 1 litro	1.- Delimitación 2.- Equipo de Protección Personal (EPP) 3.- Señalización (en el caso de presencia) 4.- Señales de peligro 5.- Señales de riesgo 6.- Señales de prohibición 7.- Señales de precaución 8.- Señales de información 9.- Señales de sustancia peligrosa 10.- Señales de sustancia muy peligrosa 11.- Señales de sustancia extremadamente peligrosa 12.- Señales de sustancia muy tóxica 13.- Señales de sustancia muy corrosiva 14.- Señales de sustancia muy irritante 15.- Señales de sustancia muy nociva	1.- Evitar el contacto directo con la sustancia 2.- Evitar la inhalación de la sustancia 3.- Evitar el contacto dérmico con la sustancia 4.- Evitar el contacto con los ojos 5.- Evitar la ingestión de la sustancia 6.- Evitar el contacto con la sustancia 7.- Evitar el contacto con la sustancia 8.- Evitar el contacto con la sustancia 9.- Evitar el contacto con la sustancia 10.- Evitar el contacto con la sustancia 11.- Evitar el contacto con la sustancia 12.- Evitar el contacto con la sustancia 13.- Evitar el contacto con la sustancia 14.- Evitar el contacto con la sustancia 15.- Evitar el contacto con la sustancia	0 riesgos por el uso de la sustancia	Decreto 585 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo Artículo 40: Diseño químico Artículo 47: Identificación y evaluación del riesgo laboral Artículo 48: Límites permisibles de exposición Artículo 49: Medidas de prevención y protección Artículo 50: Fumigación laboral Artículo 51: Prácticas seguras que regulan sobre los límites permisibles
				ACETILENO	<input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Inerte <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Inflamable <input type="checkbox"/> Explosivo <input type="checkbox"/> Irritante <input type="checkbox"/> Tóxico	<input type="checkbox"/> Inhalación <input type="checkbox"/> Contacto dérmico <input type="checkbox"/> Contacto con ojos <input type="checkbox"/> Ingestión	<input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido	2 cilindros de 15 dm ³ 1 litro	1.- Delimitación 2.- Equipo de Protección Personal (EPP) 3.- Señalización (en el caso de presencia) 4.- Señales de peligro 5.- Señales de riesgo 6.- Señales de prohibición 7.- Señales de precaución 8.- Señales de información 9.- Señales de sustancia peligrosa 10.- Señales de sustancia muy peligrosa 11.- Señales de sustancia extremadamente peligrosa 12.- Señales de sustancia muy tóxica 13.- Señales de sustancia muy corrosiva 14.- Señales de sustancia muy irritante 15.- Señales de sustancia muy nociva	1.- Evitar el contacto directo con la sustancia 2.- Evitar la inhalación de la sustancia 3.- Evitar el contacto dérmico con la sustancia 4.- Evitar el contacto con los ojos 5.- Evitar la ingestión de la sustancia 6.- Evitar el contacto con la sustancia 7.- Evitar el contacto con la sustancia 8.- Evitar el contacto con la sustancia 9.- Evitar el contacto con la sustancia 10.- Evitar el contacto con la sustancia 11.- Evitar el contacto con la sustancia 12.- Evitar el contacto con la sustancia 13.- Evitar el contacto con la sustancia 14.- Evitar el contacto con la sustancia 15.- Evitar el contacto con la sustancia	0 riesgos por el uso de la sustancia	Decreto 585 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo Artículo 40: Diseño químico Artículo 47: Identificación y evaluación del riesgo laboral Artículo 48: Límites permisibles de exposición Artículo 49: Medidas de prevención y protección Artículo 50: Fumigación laboral Artículo 51: Prácticas seguras que regulan sobre los límites permisibles

OBSERVACIONES:
 En el momento de la inspección se observó la falta de señalización en el área de soldadura. Por lo tanto, se recomendó al personal un cambio de la señalización en el área de soldadura, que cumpla con la señal y seguridad de las sustancias.

Anexo 5. Formato de registro de sustancias peligrosas - Taller de Soldadura. Fuente. (autor)

HORA	ÁREA	SUBSTANCIAS PELIGROSAS	ESTADO DE LA SUSTANCIA	PELIGRO DE EXPOSICIÓN	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	OBSERVACIONES
2:20		Pintura SIGMA 4 botellones	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gasoso	<input checked="" type="checkbox"/> Irritable <input checked="" type="checkbox"/> Neuro-tóxico <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semanas <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	-Cantidad utilizada. En función a la pieza 1 Kit diario, semanalmente. 3-4 Kit 5 galones 3 tanques = 50 galones 1 galón = 3,785 L
		Tiner 2006 9053 9122	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gasoso	<input type="checkbox"/> Irritable <input checked="" type="checkbox"/> Neuro-tóxico <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semanas <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	Grupo de pintura personal Manual de mantenimiento Hoja de vida, resaca Hojas de vapor Nivel detectado
		Tiner para de limpieza Combin. Limpieza de equipos.	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gasoso	<input type="checkbox"/> Irritable <input checked="" type="checkbox"/> Neuro-tóxico <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semanas <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	Cantidad en función a los trabajos 2 Galones por trabajo Filtros paños de todo siempre. (Manos y ropa) Guantes de algodón Después de cada día lavadores de ojos Porcentaje de vapor de agua 1 galón por cada 5 galones

Anexo 6. Recolección de datos - Área de Pintura ASME. Fuente. (autor)

HORA	ÁREA	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ESTADO DE LA PAQUETERÍA	PELIGRO DE ROTOMER	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	OBSERVACIONES
239.		Solvente Metilal EPOBLU - RX1000 Dolor de cabeza Quemadura	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Botellas	<input checked="" type="checkbox"/> Irritable <input type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semanas <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	Cantidad utilizada 50 ml. diarios Cantidad de material que se guarda
		CLOTARAL - DEHIDRAL 25 l.	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Botellas	<input checked="" type="checkbox"/> Irritable <input type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semanas <input checked="" type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input checked="" type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Permanente	15 galones en pozos. Cambio de los filtros cada que intentan que el agua salga ve
		Ácido Clorhídrico 10 litros litros. 2 personas Almacén. no tienen etiquetas reglamentarias.	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Botellas	<input type="checkbox"/> Irritable <input type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Muy tóxico	<input type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semanas <input checked="" type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input checked="" type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Permanente	Envase de 1 litro → desecha de la casa 550 galones en pozos.

Anexo 7. Recolección de datos - Área de Laboratorio Químico. Fuente. (autor)

HORA	AREA	SUSTANCIAS	PELIGROS	ESTADO DE LA SUSTANCIA	PELIGRO DE SUSTANCIA	UTILIZACION DEL RECIPIENTE QUIMICO	OPERACIONES	
10:40	Soldadura		Argon	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input type="checkbox"/> Líquido <input checked="" type="checkbox"/> Gaseoso	<input checked="" type="checkbox"/> Irritable <input type="checkbox"/> Nocivo acuático <input checked="" type="checkbox"/> Tóxico corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año	<input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	- Cantidad utilizada - Diferente del bote - 3 días de bote - Recambio de bote - Carga 15 días / 10 m ² - Gaseoso 100% de argón - Botes - Material de QNER gaseoso - Licencia, Año 34 2017 - Cargas muy mal homologadas API
10:40	Servicio 8 h semana 20 personas 8/7	Para el alumbrado 9 am Acetileno	Acetileno	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input type="checkbox"/> Líquido <input checked="" type="checkbox"/> Gaseoso	<input checked="" type="checkbox"/> Irritable <input type="checkbox"/> Nocivo acuático <input type="checkbox"/> Tóxico corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input type="checkbox"/> Día <input checked="" type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año 0-3 veces a 6 meses	<input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input checked="" type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Permanente	Cantidad → 2 bote cada 2 semanas 100% 10 m ² Oper. 100% de cambio de 1 litro? En ningún caso de 2 días
				<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Irritable <input type="checkbox"/> Nocivo acuático <input type="checkbox"/> Tóxico corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año	<input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Permanente	

Anexo 8. Recolección de datos - Área de Soldadura. Fuente. (autor)

HORA	ÁREA	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ESTADO DE LA SUSTANCIA	PELIGRO DE SUSTANCIA	UTILIZACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	OPERACIONES
11:07	Pintura	Tiñes	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en graso <input type="checkbox"/> Partícula o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Irritable <input checked="" type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	- Cantidad utilizada - 8 - 10 galones - diario - 8 horas → 4 horas 4 días, inhalación (caso: guantes, mascarilla cara y ojos, overol) - Solares, maera.
11:08	Pintura	Pintura- Condo TAN Esmalte sintético para 2nd c. apt.	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en graso <input type="checkbox"/> Partícula o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Irritable <input checked="" type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input checked="" type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Permanente	- 8 galones diarios - 4 galones, diario - caso, todo EPP - 8 horas diario - 4 horas →
11:09	Pintura	Removido	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en graso <input type="checkbox"/> Partícula o grano <input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Irritable <input checked="" type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input type="checkbox"/> Muy tóxico	<input type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Semana <input checked="" type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Ocasional <input checked="" type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Permanente	- Para limpieza - (caso: overol) - Mix → para certificación - 4 galones de solvente - EPP → completa

Anexo 9. Recolección de datos - Área de Pintura. Fuente. (autor)

Hora	Área	Sustancias Peligrosas	Efecto de la sustancia	Peligro de la sustancia	Utilización del agente químico	Cantidad utilizada	Observaciones
11:40	Bodega de Fertilizantes Área de fosfatizado	Fosfato Fosfato 38 Fosfato antes del proceso	<input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano	Irritante <input type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Muy tóxico <input type="checkbox"/>	Ocasional <input type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Intermittente <input type="checkbox"/> Semana <input checked="" type="checkbox"/> Frecuente <input checked="" type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Permanente <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> 2 jornadas.	5 galones 3 jornadas. 7 personas	Bodega de proyectores Operación en \$1,00 riesgo de combustible - Solo hay riesgo asociado. Proceder Muestra de H2SO4 70.3 para gases de los filtros de carbón activado - Cambiar filtros cada mes - Filtros deben de cubrirse 2 veces a lo semanas para guardar falso y gases para el patio 3-2 personas 14/4 puntos de hilos cada 2 horas - reglamentados 4
	Full Ac. 1 año. Equipo 3M Máscara S Guantes de cuero y látex. Cambio de filtro a la semana.	Fosfato BYC RINTILCOR 3 ↳ Admisión al Eno.	<input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano	Irritante <input type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Muy tóxico <input type="checkbox"/>	Ocasional <input type="checkbox"/> Día <input checked="" type="checkbox"/> Intermittente <input type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/>	2 jornadas 5 galones.	
	- Alisar química y pintas 2 personas 5/2. pensas activas 15. 2 reglamentados aluzo	Fosfato Desmopante.	<input checked="" type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Polvo fino <input type="checkbox"/> Polvo en grano <input type="checkbox"/> Pastilla o grano	Irritante <input checked="" type="checkbox"/> Nocivo-corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico-corrosivo <input checked="" type="checkbox"/> Muy tóxico <input type="checkbox"/>	Ocasional <input type="checkbox"/> Día <input checked="" type="checkbox"/> Intermittente <input type="checkbox"/> Semana <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Permanente <input checked="" type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/>	El galón dura 2 jornadas 50 herramientas 5 galones.	

Anexo 10. Recolección de datos - Área de Fosfatizado. Fuente. (autor)



Anexo 11. Área de pintura. *Fuente.* (autor)



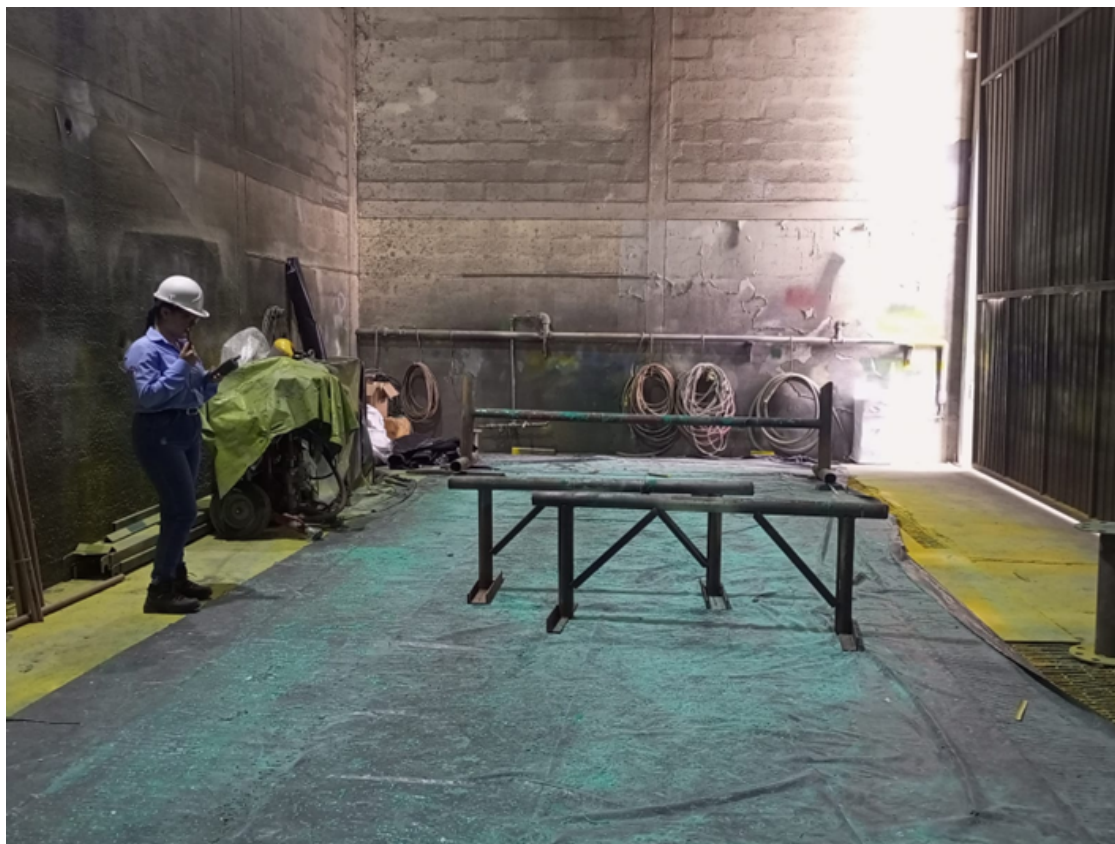
Anexo 12. Área de Fosfatizado. *Fuente.* (autor)



Anexo 13. Área de Laboratorio Químico. *Fuente.* (autor)



Anexo 14. Taller de Soldadura. *Fuente.* (autor)



Anexo 15. Plantas ASME - Área de Pintura. *Fuente.* (autor)



Anexo 16. Bodega de Proyectos. *Fuente.* (autor)



Anexo 17. Mascarilla Full Face (varias áreas). **Fuente.** (autor)



Anexo 18. EPP de Laboratorio Químico. *Fuente.* (autor)



Anexo 19. EPP del Área de Pintura. *Fuente.* (autor)



Anexo 20. Sustancia peligrosa (pintura), Planta ASME. **Fuente.** (autor)



Anexo 21. Mascarilla de media cara (varias áreas). *Fuente.* (autor)



Anexo 22. EPP del Taller de Soldadura. *Fuente.* (autor)