



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

**Programa de Maestría en Gestión de Riesgos, mención
Prevención de Riesgos Laborales**

Programa Posgrados en Riesgos Laborales

Valoración de riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión del Conocimiento e Innovación Empresarial

Tesis de grado previo a la obtención del título de Magister en Gestión de Riesgos, Mención Prevención de Riesgos Laborales

Autor: Ing. Galo Fernando Molina Santos

Asesor: Ph.D. Jorge Velazco Vargas

Esmeraldas, Ecuador, Febrero, 2023

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos establecidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Título: Valoración de riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oíl de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.

Autor: Ing. Galo Fernando Molina Santos

Ph.D. Jorge Velazco
DIRECTOR DE TESIS

F. _____

Mgt. Luis Hidalgo Solórzano
LECTOR 1

F. _____

Mgt. Karla Solis Charcopa
LECTOR 2

F. _____

Mgt. Orlin Álava Chila
COORDINADOR DEL PROGRAMA

F. _____

Ing. Alex David Guashpa Gómez
SECRETARIO GENERAL PUCESE

F. _____

Esmeraldas, Ecuador, Febrero - 2023

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Galo Fernando Molina Santos, portador de la cédula de ciudadanía No. 0802822825 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del Título de Magister en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola exclusiva responsabilidad legal y académica.

Ing. Galo Fernando Molina Santos

C.I. 0802822825

CERTIFICACIÓN

Yo, Jorge Luis Velazco Vargas con cédula de identidad No. 1756764732, docente y asesor del maestrante Galo Fernando Molina Santos, de la Maestría en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales, certifico que él maestrante ha finalizado satisfactoriamente el Trabajo Final de Máster con los cambios sugeridos por sus lectores, por lo tanto, se encuentra apto para ser calificado y posterior solicitar fecha para defensa.

Ph.D. Jorge Velazco Vargas
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Mi primera dedicatoria está dirigida a Dios, por sostenerme de su mano en todo el transcurso de esta nueva meta que se va sumando en mi vida.

A mis padres, por los valores y principios inculcados, su esfuerzo para formarme personal y profesionalmente, enseñándome lo importante de la educación y que con sacrificio, dedicación y disciplina se pueden alcanzar todos los objetivos que nos propongamos.

A mi esposa y a mis hijos, por soportar todas mis ocupaciones, por la comprensión brindada ya que al enfocarme en obtener esta meta se vio afectado el tiempo de atención hacia ustedes, por ser ese soporte y motivación para seguir luchando en cumplir objetivos para el bienestar de nuestra familia.

Galo Molina Santos

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Empresa Petroequipos Cia. Ltda, por permitir que la ejecución de este trabajo de investigación se efectúe en esa prestigiosa institución.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas, un centro de estudios de alta calidad que permite a los estudiantes esmeraldeños y de otra parte del Ecuador, cumplir sus metas académicas.

A los docentes que impartieron su cátedra durante todo el proceso de la maestría, gracias por entregar todos sus conocimientos y experiencias en beneficio de nuestro crecimiento profesional.

A mi tutor, Ph.D. Jorge Velasco Vargas, por toda su guía y apoyo en todo el proceso, por la paciencia y orientación para llevar a cabo mi tema de investigación.

A mi familia por ser ese soporte de inspiración y motivación para avanzar día a día y poder alcanzar este logro profesional.

Valoración de riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda

RESUMEN

La presente investigación busca identificar y valorar los posibles riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda. En cuanto a la metodología, tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, de nivel descriptivo, no experimental y realizada en el campo mismo donde se presenta el fenómeno. La población estuvo conformada por 10 trabajadores del área de producción de la empresa a los cuales se le realizó una encuesta. Para la evaluación de los riesgos químicos por inhalación se aplicó la metodología simplificada de acuerdo con el método COSHH Essentials y en referencia a la NTP 750 del INSHT; para la evaluación de los riesgos por contacto con la piel se aplicó la norma NTP 750. Entre los resultados se estableció que dentro del tratamiento químico del fuel oil se identifican tres agentes químicos: sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico, fuel oil y la triazina. En torno a su evaluación por inhalación se evidenció, que el sulfuro de hidrógeno a pesar de tener una volatilidad alta, la cantidad que se utiliza es pequeña, estableciendo un nivel de riesgo 3, el fuel oil al tener una volatilidad media y la cantidad utilizada es mediana, establece un nivel de riesgo 3, y la triazina al tener una volatilidad mediana pero se utiliza en grandes cantidades establece un nivel de riesgo 4; en la evaluación por contacto con la piel tanto el sulfuro de hidrógeno como el fuel oil se encuentran en un nivel comprendido de 100 a 1000, considerado como riesgo moderado, pero la triazina se encuentra en un nivel comprendido de igual o mayor a 1000, considerado como un riesgo probable muy elevado. Finalmente, en la jerarquización de los riesgos, se evidenció que varios de los agentes químicos presentes en el tratamiento no se encuentran con sus respectivas etiquetas de seguridad, no permitiendo que se advierta a los trabajadores de los peligros a los que están expuestos. De igual manera no se cuenta con una adecuada señalización en el área de trabajo, a más de que los trabajadores no reciben una correcta inducción y capacitación constante sobre riesgos químicos por parte de las autoridades de la empresa.

PALABRAS CLAVE. – Fuel oil, agentes químicos, riesgos químicos, prevención de riesgos.

Chemical risk assessment in the chemical treatment of export fuel oil carried out by the company Petroequipos Cia. Ltda

ABSTRACT

The present investigation seeks to identify and assess the possible chemical risks present in the chemical treatment of export fuel carried out by the company Petroequipos Cia. Ltda. Regarding the methodology, it had a quantitative and qualitative approach, of a descriptive level, not experimental and carried out in the same field where the phenomenon occurs. The population consisted of 10 workers from the production area of the company who were surveyed. For the evaluation of the chemical risks by inhalation, the simplified methodology was applied according to the COSHH Essentials method and in reference to the NTP 750 of the INSHT; The NTP 750 standard was applied for the evaluation of risks due to skin contact. Among the results, it was established that within the chemical treatment of fuel oil, three chemical agents were identified: hydrogen sulfide or hydrogen sulfide, fuel oil and triazine. Regarding its evaluation by inhalation, it was evidenced that hydrogen sulfide, despite having a high volatility, the amount used is small, establishing a level of risk 3, fuel oil having a medium volatility and the amount used it is medium, it establishes a risk level of 3, and triazine, as it has a medium volatility but is used in large quantities, establishes a risk level of 4; in the evaluation by skin contact, both hydrogen sulfide and fuel oil are found at a level between 100 and 1000, considered a moderate risk, but triazine is found at a level equal to or greater than 1000, considered as a very high probable risk. Finally, in the ranking of risks, it was shown that several of the chemical agents present in the treatment do not have their respective safety labels, not allowing workers to be warned of the dangers to which they are exposed. Similarly, there is no adequate signage in the work area, in addition to the fact that workers do not receive a correct induction and constant training on chemical risks by the company authorities.

KEYWORDS. – Treatment of fuel oil, chemical risks, risk prevention.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
Presentación del tema de investigación	1
Planteamiento del problema	2
Justificación	3
Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. Fundamentación teórico-conceptual.....	5
1.1.1 Fuel oil.....	5
1.1.2 Tratamiento químico del fuel oil	5
1.1.3 Ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H ₂ S).....	6
1.1.4 Ácido sulfhídrico en el petróleo	6
1.1.5 Ácido sulfhídrico en fuel oil.....	7
1.1.6 Secuestrante de ácido sulfhídrico	7
1.1.7 Riesgo y factores de riesgos	8
1.1.8 Riesgos químicos.....	8
Polvos	9
Humos.....	9

Gases.....	9
Vapores.....	10
1.2. Antecedentes.....	10
1.3. Fundamentación legal.....	14
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	16
2.1 Tipo de estudio	16
2.2 Definición conceptual y operacionalización de las variables	17
2.3 Población y muestra	17
2.4 Técnicas e instrumentos	18
Figura 2. Etapas de modelo COSHH Essentials.....	19
Tabla 3. Frases R de agentes químicos.....	20
Figura 3. Identificación de volatilidad de los agentes químicos.....	21
2.5 Recolección y análisis de datos	26
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....	28
3.1 Riesgos químicos identificados en el tratamiento químico del fuel oil	28
3.2 Medición de los riesgos químicos identificados en el tratamiento químico del fuel oil de exportación	32
3.2.2 Riesgo por contacto con la piel	34
Determinación de la clase de peligro.....	35
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN.....	42
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. Conclusiones.....	48
5.2. Recomendaciones	49

INDICE DETABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de las variables sujetas a estudio.....	17
Tabla 2.	Frases R de agentes químicos.....	20
Tabla 3.	Determinación de cantidad de sustancias en agentes químicos sólidos	21
Tabla 4.	Determinación de cantidad de sustancia en agentes químicos líquidos	22
Tabla 5.	Tabla de puntuación de peligro	22
Tabla 6.	Puntuación por superficie expuesta.....	23
Tabla 7.	Puntuación por frecuencia de exposición.....	23
Tabla 8.	Clasificación de agentes químicos	25
Tabla 9.	Caracterización del riesgo	26
Tabla 10.	Hoja de seguridad – ácido sulfhídrico.....	29
Tabla 11.	Hoja de seguridad – fuel oil de exportación.....	30
Tabla 12.	Hoja de seguridad – Triazina	31
Tabla 13.	Determinación del nivel de riesgo.....	33
Tabla 14.	Resultados de evaluación de riesgos por inhalación	34
Tabla 15.	Resultados de evaluación de riesgo por inhalación.....	35
Tabla 16.	Resultado del análisis de puntuación	36
Tabla 17.	Resultados de puntuación por superficie expuesta.....	37
Tabla 18.	Resultados de la frecuencia de exposición.....	37
Tabla 19.	Puntuación obtenida de la evaluación de riesgos por contacto con la piel ..	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujos del proceso de inyección de secuestrante al fuel oil.....	6
Figura 2.	Etapas de modelo COSHH Essentials	19
Figura 3.	Identificación de volatilidad de los agentes químicos.....	21
Figura 4.	Método INRS para evaluar riesgos por contacto con la piel.....	24
Figura 5.	Clasificación de agentes químicos	25
Figura 6.	Percepción de trabajadores sobre riesgos químico.....	40

INTRODUCCIÓN

Presentación del tema de investigación

En la actualidad las sustancias químicas son parte fundamental en el desarrollo de materiales y productos a nivel mundial, y están presentes en todos los sectores productivos (i.e., agricultura, industria química, industria de alimentos, mecánica/talleres de automóviles, entre otros) convirtiéndose en una fuente peligrosa que genera accidentes, enfermedades y lesiones al ser humano debido al uso combinado de muchas sustancias, exposición a los agentes químicos (i.e., parafinas, naftenos, hidrocarburos) y por el desconocimiento de sus efectos (Alzate, 2020).

La industria petrolera es una de las actividades que causa mayor impacto desde el punto de vista ambiental y humano debido a que los productos químicos involucrados en sus procesos son peligrosos para la salud afectando no solo a sus trabajadores; sino también al entorno (Mateo & García, 2000). En el caso particular de la Refinería de Esmeraldas, una empresa pública cuya función es la refinación, almacenamiento y comercialización nacional e internacional de hidrocarburos, se utilizan muchos agentes químicos en sus distintas fases de proceso los cuales son un riesgo tanto humano como ambiental.

En base a lo anteriormente expuesto uno de los agentes químicos más peligroso en el proceso de refinación del crudo es el ácido sulfhídrico (H_2S). Por ello la Refinería de Esmeraldas realiza la contratación de la empresa Petroequipos Cia. Ltda que se encarga de la asistencia técnica y tratamiento químico del fuel oíl de exportación con la finalidad de mitigar el contenido de ácido sulfhídrico y llevar el producto al cumplimiento de los estándares internacionales.

Planteamiento del problema

Hoy en día, todas las empresas, independientemente de la actividad que realicen, deben ofrecer un ambiente sano y seguro para sus trabajadores y el entorno donde están asentadas, de tal forma que sea posible lograr los objetivos planteados sin tener algún tipo de riesgo que afecte negativamente la salud de los trabajadores (Rodríguez, Gaviria, & Ruiz, 2021).

En este sentido la preocupación mundial por los riesgos que implica el manejo de las sustancias químicas ha hecho que se firmen varios acuerdos multilaterales; entre ellos se encuentra el Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Productos Químicos (SAICM), cuyo objetivo es que los productos químicos se utilicen y produzcan de manera que minimicen los efectos adversos importantes en la salud humana y el medio ambiente (Rodríguez, 2017).

En Ecuador, según la OIT (Organización Mundial del Trabajo) desde el 2007, el costo económico debido a los accidentes laborales que se dan en las empresas, representa 200 millones de dólares los cuales son pagados por el IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social). Los factores químicos estudiados en las empresas de Machala son todas las sustancias en fase de vapor, gas o humo que se incorporan fácilmente en el ambiente y que en contacto directo con los trabajadores afectan la salud de los mismos. Estos factores químicos se encontraron presentes en el 40% de las empresas machaleñas, y se evidenció que el 30% no protegen a sus trabajadores de los riesgos que estos representan, debido a que a los trabajadores los tienen expuestos a sustancias corrosivas, tóxicas, asfixiantes e irritantes para su salud (Capa, Mayorga y Sarango, 2018). Se evidencia entonces que en Ecuador las autoridades competentes no realizan control sobre los procesos que las empresas que manejan componentes químicos; y, además, que las empresas no suelen ser lo suficientemente responsables en implementar medidas que disminuyan o no originen riesgos a sus trabajadores de manera efectiva.

En el contexto de la Refinería de Esmeraldas se utilizan muchos agentes químicos en los procesos de refinación del crudo, los cuales generan gases y vapores peligrosos que se expanden en la atmósfera causando en los trabajadores y el entorno accidentes de trabajos (i.e., quemaduras, irritación en ojos y piel, entre otros) y enfermedades profesionales (cáncer, dermatitis, entre otras) (Chico, 2015). Lo que se propone en esta investigación

es realizar una valoración de los riesgos químicos presentes en el tratamiento del fuel oil de exportación, con la finalidad de identificarlos, medirlos y proponer medidas correctivas para evitar accidentes y enfermedades futuras. Una vez identificado el problema, surge la siguiente interrogante; ¿Cuáles son los riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.?

Justificación

Existe mucha contaminación ambiental por efectos de agentes químicos que perjudican la salud de la sociedad, por esto se busca incorporar estrategias que permitan detectar los riesgos químicos más comunes en el tratamiento del fuel oil de exportación, por lo que se pretende realizar una valoración de los riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.

La valoración de riesgos químicos propuesta es pertinente debido a que es de gran utilidad para el área académica o investigadores que quieran ver las diferentes técnicas efectivas hasta el momento para detectar y mitigar los riesgos químicos expuestos en el tratamiento del fuel oil de exportación. De esta manera los beneficiados son el personal operativo de la empresa Petroequipos Cia. Ltda. ya que les genera confianza para que puedan realizar sus actividades de una manera más segura y sin temor de ser propenso a enfermedades respiratorias, cancerígenas e incluso la muerte.

La principal motivación para emprender esta investigación es la alta concentración de ácido sulfhídrico (H_2S) a la que se encuentran expuestos el personal operativo de la empresa Petroequipos Cia.Ltda. Considerando que es un agente químico altamente peligroso y fatal para el ser humano, es importante controlarlo para prevenir consecuencias indeseables a futuro.

Objetivos

Objetivo General

Analizar los riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oíl de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.

Objetivos Específicos

- a) Identificar los riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.
- b) Medir los riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oíl de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.
- c) Conocer la percepción de los trabajadores respecto a los riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oíl de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Fundamentación teórico-conceptual

La principal preocupación de trabajar con agentes químicos en las industrias es el control o prevención de los riesgos que estos generan en la salud por exposición y por falta de capacitación continua. No obstante, para comprender más sobre ellos, es fundamental definir conceptos claves en el tema de estudio. Entre los cuales se encuentran tratamiento químico del fuel oil, ácido sulfhídrico, ácido sulfhídrico en el petróleo, ácido sulfhídrico en el fuel oil, secuestrante de ácido sulfhídrico, riesgo y factores de riesgos, riesgo químico.

1.1.1 Fuel oil

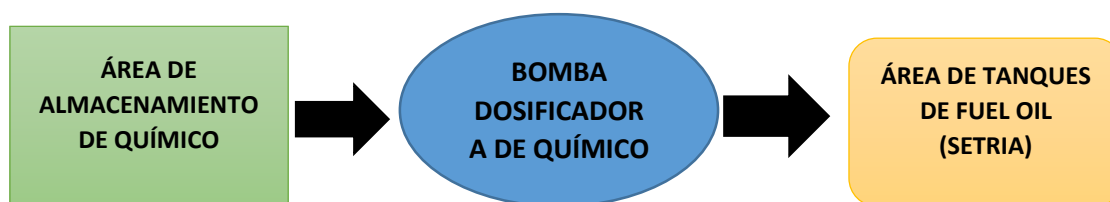
El fuel oil o búnker, como se conoce en Ecuador, es un combustible residual de alto poder calorífico y de bajo costo relativo. Su aplicación es numerosa y se presentan en diferentes tipos de industrias, esencialmente se usan en motores de navíos mercantes, en combustión por vaporización en calderos industriales, así como en centrales termoeléctricas.

La composición de este crudo varía sustancialmente debido al método de producción y a la calidad del petróleo de refinación. Como consecuencia, sus propiedades termodinámicas tales como la viscosidad, la densidad y la capacidad calorífica también muestran una común variabilidad y dependencia al proceso de producción (Fajardo y Páez, 2016).

1.1.2 Tratamiento químico del fuel oil

Consiste en una bomba de inyección de químico que tiene la función de succionar químico secuestrante desde los tanques ubicados en el área de almacenamiento de químicos y descargar aproximadamente 150gl/h hacia los tanques de fuel oil con la finalidad de eliminar el ácido sulfhídrico a los límites permisibles establecidos por el comprador.

Figura 1. Diagrama de flujos del proceso de inyección de secuestrante al fuel oil



1.1.3 Ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H₂S)

El sulfuro de hidrógeno está presente en forma natural en los productos derivados del petróleo y también se forma durante el proceso de refinamiento a través de la degradación de los compuestos de azufre a altas temperaturas (Ecolab, 2018). Los productos con alcances de destilación más altos suelen contener más de los compuestos de azufre que pueden degradarse térmicamente y convertirse en H₂S. En consecuencia, los productos como el petróleo crudo pesado, los combustibles residuales, el fueloil y el diésel marino suelen contener cantidades importantes de H₂S. Las refinerías, compañías de transporte y agencias de especificaciones han puesto límites para los niveles de H₂S para reducir el riesgo que supone la manipulación de estos tipos de productos (Ecolab, 2018).

El sulfuro de hidrógeno es un gas que se absorbe principalmente por vía respiratoria y secundariamente por vía cutánea, pasa rápidamente a la sangre y se distribuye por los tejidos principalmente el sistema nervioso central, una parte se oxida y los compuestos de transformación que se obtienen por dicha oxidación se eliminan por la vía renal. (Nogué, Gallen, & Vilchez, 2007)

1.1.4 Ácido sulfhídrico en el petróleo

El petróleo crudo pesado suele tener concentraciones altas de H₂S, lo que supone una complicación durante los períodos de almacenamiento extendido o durante el transporte entre refinerías. El petróleo crudo pesado con concentraciones altas de H₂S puede causar corrosión en los tanques de almacenamiento, problemas de olores y riesgos de seguridad, tanto para el personal como para el público. Las refinerías, terminales y compañías de estiba establecen las especificaciones sobre H₂S para petróleo crudo pesado con el fin de mejorar la seguridad y proteger la integridad de los equipos (Ecolab, 2018).

1.1.5 Ácido sulfhídrico en fuel oil

Los fuel oil pueden contener niveles muy elevados de H₂S en las fases de vapor y líquido. La partición entre líquido y vapor depende de la temperatura, la agitación, la viscosidad y la composición específica de ese combustible en particular. Para mejorar las condiciones de seguridad para el personal que manipula fueloil, las especificaciones más recientes de las normas ISO limitaron las cantidades de H₂S a menos de 2 ppm en la fase líquida, según lo determinado por IP570 (Método para la determinación de ácido sulfhídrico en aceites combustibles) (Ecolab, 2018).

En la industria petrolera, los crudos desde sus yacimientos contienen los denominados contaminantes, dentro de los cuales se encuentran el azufre, el cual, al combinarse con moléculas de hidrógeno, conforma el ácido sulfhídrico. El sulfuro de hidrógeno se libera en forma gaseosa de los hidrocarburos en la medida en que se le suministra calor, cabe destacar que el azufre es parte importante de los hidrocarburos y que su cantidad determina la calidad de éste, entre menos azufre contenga un hidrocarburo más fácil será refinarlo. (Petroquimex, 2014)

1.1.6 Secuestrante de ácido sulfhídrico

El petróleo crudo pesado y el fueloil, por lo general, se tratan con secuestrantes de H₂S a base de triazina. Estos productos son un medio eficaz y confiable de reducir el H₂S. La reacción entre el H₂S y los secuestrantes de triazina es rápida e irreversible. La materia prima de las refinerías se puede tratar con un secuestrante de H₂S alternativo si se volverá a procesar a través de la unidad de crudo. Los secuestrantes de H₂S alternativos incluyen:

- Secuestrantes de H₂S de aminas pesadas formulados para contener una amina que no se destila en la columna de crudo y mitiga el riesgo de formación de sales de cloruro de amonio.
- Los secuestrantes de H₂S sin nitrógeno o con niveles muy bajos son fórmulas sin aminas que no contienen nitrógeno o contienen niveles muy bajos de nitrógeno (<1500>Estos productos por lo general se recomiendan para intermedios sensibles al nitrógeno o para aplicaciones donde la presencia de aminas puede ser problemática (Ecolab, 2018).

1.1.7 Riesgo y factores de riesgos

Según Rodríguez, Gaviria y Ruiz (2021), un factor de riesgo *“es la posibilidad de sufrir un daño, ya sea éste hacia instalaciones, personas o medio ambiente. Así, de una manera matemática, se puede expresar el riesgo como el producto de la probabilidad de que ocurra un accidente por las consecuencias de dicho accidente”* (pág. 5).

Por otro lado, Olman (2014) señala que un factor de riesgo es *“un elemento o conjunto de elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo, pueden desencadenar una disminución en la salud del trabajador”* (pág. 11).

Dumoy (1999), sostiene que un factor de riesgo es *“cualquier característica o circunstancia detectable de una persona o grupo de personas que se sabe asociada con la probabilidad de estar especialmente expuesta a desarrollar o padecer un proceso mórbido, sus características se asocian a un cierto tipo de daño a la salud”* (pág. 10).

1.1.8 Riesgos químicos

Las sustancias químicas son parte fundamental en el desarrollo de materiales y productos, pero también cualquiera de ellas puede ser una fuente peligrosa que genere accidentes, enfermedades y lesiones; dando origen a situaciones de riesgo de deben ser controladas por diversos mecanismos de intervención (Alzate, 2020).

Gran parte de los riesgos que afectan a la salud de los trabajadores se dan debido a la exposición a agentes químicos presentes en las áreas de trabajo en forma de vapores, gases, polvos, humos, nieblas o rocíos (Olman, 2014).

Los riesgos químicos son capaces de ser producido por una exposición no controlada a diversos agentes químicos y que a largo del tiempo pueden afectar la salud de las personas provocando enfermedades profesionales como cáncer, enfermedades respiratorias crónicas, entre otras.

Los agentes químicos más perjudiciales para la salud de los trabajadores son:

Polvos

Los polvos son las partículas sólidas suspendidas en el aire ambiente, cuyo diámetro de partícula varía de 0.1 u a 25 u. Por lo general son el resultado de la dispersión de partículas sólidas provenientes de la fractura de masas sólidas de mayor tamaño en operaciones de molienda, quebrando, transporte, etc. de este tipo de materiales. Por ejemplo: polvos de algodón, polvos de acetato de celulosa y polvos de cal (Olman, 2014).

Pequeñas partículas sólidas con diámetros inferiores a 75 micras y por su peso se depositan por gravedad, aunque pueden permanecer suspendidas durante mucho tiempo (Ruiz, 2016).

El polvo es una dispersión de partículas sólidas en el ambiente que afecta a muchos trabajadores principalmente del sector minero, fundición, textil, panadería, agricultura, entre otros, provocando su exposición enfermedades profesionales.

Humos

Los humos son partículas sólidas suspendidas en el aire, su tamaño y procedencia es diferente a la de los polvos. El diámetro de partícula de los humos varía entre 0.1 a 5 micras y se generan ya sea por la condensación de los materiales volatilizados en la por la fusión de metales o bien por la por la combustión incompleta de materiales combustibles. Por ejemplo, humos de plomo y humos de soldadura (Olman, 2014).

El humo contiene partículas sólidas formadas por condensación, y son generalmente óxidos metálicos formados por calentamiento en metales de altas temperaturas o por metales en fusión. El humo también se puede formar por la volatilización de materias orgánicas sólidas o por la reacción de sustancias químicas.

Gases

Son sustancias químicas que, a condiciones ambientales de presión y temperatura, se encuentran en estado gaseoso dispersas en el aire ambiente. Por ejemplo, CO e Hidrogeno (Olman, 2014).

Los gases se manifiestan en estado gaseoso, por lo cual las moléculas pueden moverse libremente y a grandes distancias unas de otras relleno de manera uniforme el espacio que esté disponible.

El exceso a la exposición a gases provoca trastornos intestinales como: diverticulitis, colitis ulcerosa, crecimiento bacteriano y aumento o cambio de las bacterias en el intestino.

Vapores

Los vapores son la forma gaseosa de sustancias que a condiciones ambientales de presión y temperatura se encuentran en estado líquido o sólido. Por ejemplo, vapores orgánicos (Olman, 2014).

La incorrecta manipulación de productos químicos en las actividades laborales, proviene de la falta de información y capacitación sobre los riesgos que se pueden generar y de las diversas enfermedades que se pueden adquirir. Es así el Sistema Globalmente Armonizado SGA actúa como una herramienta para establecer criterios normalizados en la clasificación y etiquetado de sustancias químicas peligrosas por medio de comunicación de peligros, pictogramas y palabras de advertencias, entre otros para abordar este riesgo en el sector industrial (Alzate, 2020).

1.2. Antecedentes

En la presente investigación se recopiló información de distintas fuentes bibliográficas, tales como DIALNET, SCIELO y DOAJ y SCOPUS. Para ello, se aplicó una metodología, al cual se basó en un protocolo de búsqueda científica. En tal efecto se utilizó la cadena de búsqueda “(chemical risk) and (control)”, que sirvió para recuperar información acorde al tema estudiado titulado “Valoración de riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda”.

Dentro de la búsqueda se logró recuperar cinco estudios en los que previamente se ha empleado el uso de herramientas para evaluar riesgos químicos, enfatizando en establecer medidas preventivas con la finalidad de mitigar accidentes y enfermedades profesionales.

Estos estudios fueron recuperados entre el periodo del 2017 y 2021, y se describen a continuación:

El primer estudio presentado por Alzate (2020), titulado “Intervención del riesgo químico mediante el sistema globalmente armonizado en el comercio de sustancias peligrosas”, nos dice que tomar a la ligera la manipulación de sustancias químicas peligrosas ya sea en el trabajo o en nuestros hogares, puede ser el origen para un accidente o una enfermedad. Por lo tanto, es necesario comprender la toxicología de estos productos peligrosos, su potencial de envenenar y dañar, además de reconocer las vías de penetración al organismo: nariz, boca piel u ojos; para tomar acciones de control que eviten la presencia estas sustancias en nuestro entorno. El Sistema Globalmente Armonizado es una herramienta obligatoria para ejercer medidas de control al riesgo químico por ende este estudio concluye en la clasificación de las sustancias teniendo en cuenta los peligros para la salud de los humanos, peligros físicos y para el medio ambiente mediante la aplicación de hojas de datos de seguridad. Este estudio tendrá una importante aportación a la investigación ya que mediante la aplicación de hojas de datos de seguridad permitirá identificar los peligros de las sustancias, composición, medidas de control en caso de accidentes, manipulación y almacenamiento, información toxicológica, que nos permitirán mitigar accidentes y enfermedades a causa de la exposición a sustancias químicas peligrosas.

Un segundo estudio realizado por Hamdani (2017), titulado “Occupational health risk assessment and control of fugitive emissions in chemical processes”, plantea el desarrollo de un marco híbrido para evaluar el riesgo para la salud de las emisiones fugitivas mediante la integración de los conceptos de capas de protección, fuente-ruta, receptor y jerarquía de control para evaluar y controlar el riesgo para la salud laboral debido a las emisiones en plantas químicas. Este estudio aplica un método denominado herramienta SPR-LOP que integra los conceptos de protección, fuente – vía- receptor y jerarquía de control con la finalidad de evaluar exhaustivamente el riesgo que están expuestos los trabajadores debido a las emisiones fugitivas en procesos químicos para luego implementar medidas de control. Este estudio tiene un aporte importante en la investigación ya que mediante la aplicación de la herramienta SPR-LOP permitirá evaluar todos los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores por la manipulación de sustancias químicas peligrosas y con los resultados poder establecer procedimientos

de trabajo adecuados y medidas preventivas con la finalidad de disminuir enfermedades profesionales en el personal de la empresa Petroequipos Cía. Ltda.

El tercer estudio titulado “Gestión del riesgo ambiental en almacenamiento y comercialización de productos químicos”, propuesto por Rodríguez (2017), da a conocer que el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas representa un potencial escenario donde el riesgo químico se convierte en el riesgo ambiental, por lo cual se sintetizan los principales elementos teóricos que deben incluirse al evaluar ambientalmente proyectos o actividades, en los que es central la manipulación de sustancias químicas peligrosas y de esta forma se combinan las metodologías clásicas para identificar la importancia de los impactos ambientales, mediante matrices de relación causa –efecto con los principios del análisis de riesgos medioambientales. Mediante este estudio la autora sintetiza los principales elementos teóricos que deben incluirse al evaluar ambientalmente proyectos o actividades en los que es central el manejo de sustancias químicas peligrosas en tales cantidades que presentan un potencial escenario donde el riesgo químico se convierte en riesgo ambiental. Aporta en la investigación ya que permite obtener información sobre la situación de los trabajadores al realizar sus actividades laborales con la finalidad de llevar a cabo las medidas preventivas necesarias e incluso que medidas deben adoptarse para la actividad que realizan al momento de manipular sustancias químicas peligrosas.

El cuarto estudio realizado por Capa, Mayorga y Sarango (2018), titulado “Evaluación de riesgos que ocasionan accidentes laborales en las empresas de Machala- Ecuador”, evalúa todos los factores de riesgos que provocan accidentes laborales en las empresas de Machala. Se utilizó una metodología descriptiva con estrategias cuantitativas y cualitativas, dando como resultado que la mayoría de las empresas carecen de capacitaciones e información acerca de medidas de seguridad y de las normativas vigentes en el Ecuador; además, de evidenciarse la falta de políticas y programas internos referentes a seguridad e higiene industria. Concluye que a pesar de que existen normativas en el Ecuador que velan por la seguridad laboral de las empresas del país, los accidentes laborales van en aumento, debido a la limitación de recursos económicos por parte de las empresas para implementar programas de seguridad, desconocimiento de las normativas vigentes y la falta de cultura preventiva y concientización por parte de trabajadores y empleadores. El estudio tiene un aporte fundamental en la investigación ya que permite concientizar a la empresa a desarrollar una cultura de prevención y control de factores de

riesgos a los que estén expuestos los trabajadores, socializar la normativa vigente e invertir en seguridad con la finalidad de evitar que los accidentes laborales sigan en aumento y cumplir con lo que la normativa establece en que el empleador tiene la obligación de promover un área de trabajo sana y segura.

El quinto estudio titulado “Risk Management and Control Model of Dangerous Chemicals in Chemical Enterprises in the Context of Big Data”, propuesto por Zhou (2018), da a conocer que con la finalidad de contener los accidentes provocados por fugas de productos químicos peligrosos, las empresas del sector químico ven la necesidad de usar big data para controlar razonablemente el riesgo de sustancias químicas peligrosas en base a los análisis de los relacionados conceptos de tecnología de big data y gestión de control de riesgos. Concluye que el modelo de gestión y control de riesgos de sustancias químicas peligrosas construido bajo el fondo de big data proporciona cuatro direcciones de gestión y control para que las empresas químicas puedan prevenir el riesgo de sustancias químicas peligrosas mediante la gestión de seguridad específica, gestión de seguridad diaria, gestión de seguridad de emergencias y gestión de planificación de seguridad. El estudio tiene un aporte fundamental en la investigación ya que determina la aplicación de una tecnología big data que nos permitirá reducir eficazmente los riesgos a los que están expuestos los trabajadores con la manipulación de sustancias químicas peligrosas mediante la aplicación de una buena gestión y control del riesgo en el proceso, almacenamiento y transporte de las sustancias químicas.

El sexto estudio realizado por López et al. (2022) titulado “Reducción de ácido sulfhídrico mediante la recirculación de efluentes en lagunas de estabilización con microalgas”, evalúa alternativas para reducir el ácido sulfhídrico que es un agente químico altamente tóxico y corrosivo que además de provocar daños en la salud afecta todo tipo de estructuras metálicas. El estudio presenta como alternativa de solución un procedimiento basado en la recirculación de efluente de 20%, el cual contiene microalgas nativas. Los autores concluyen que la recirculación de 20% de efluente reduce significativamente la generación de ácido sulfhídrico, dando como resultado una alternativa viable desde el punto de vista económico y ecológico ya que disminuye costos operativos, y en materia de salud ambiental reduce el riesgo por exposición a los gases tóxicos. El estudio tiene un aporte importante en la investigación ya que nos da a conocer alternativas que tienen como finalidad reducir un agente altamente peligroso como es el caso de ácido

sulfhídrico, que además de ser tóxico para la salud es perjudicial para todo tipo de estructuras metálicas provocando un impacto importante en lo económico y ambiental.

1.3. Fundamentación legal

Para la presente investigación se tomaron diversas normativas legales del Ecuador que protegen y garantizan los derechos intelectuales, tecnológicos, ambientales como la biodiversidad y el intercambio de información. A continuación, se describen cuáles normativas se contemplarán al momento de ejecutar la investigación.

En el Art. 410 del Código del Trabajo determina que una de las obligaciones de los patronos, como en el caso de quienes dirigen la empresa Petroequipos Cia. Ltda. deben dotar de condiciones de seguridad para que las actividades sean realizadas por los empleados sin ningún tipo de riesgo para su salud y vida, mientras que los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención que se establezcan para el desarrollo de sus actividades.

De acuerdo con la norma técnica ecuatoriana INEN 2266 (INEN, 2013) *“que establece los requisitos que se deben cumplir para el transporte, etiquetado, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Esto permitirá aplicar en las sustancias químicas peligrosas un adecuado etiquetado, almacenamiento y manipulación con el fin de mitigar cualquier tipo de riesgo químico que afecte a la salud”*.

Por otro lado, el Decreto Ejecutivo 2393 (IESS, 1986), garantiza la seguridad y salud de los trabajadores con un mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Para esto el Art. 11 *“describe las obligaciones de los empleadores donde debe cumplir con las normativas vigentes relacionadas a la prevención de riesgos, mantener en buen estado las máquinas, instalaciones, herramientas que garanticen en sus trabajadores un trabajo seguro, dotar a sus trabajadores de equipos de protección personal adecuadas para la actividad que realicen, instruir a su trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas establecidas en el procedimiento de trabajo”*, en tal sentido, este proyecto se lleva a cabo a partir de investigación científica. Así mismo con el propósito de mitigar los daños a la salud que provoca la manipulación de sustancias químicas peligrosas, se apega al Art. 13 que menciona *“las obligaciones de los trabajadores”*, el cual establece que los trabajadores deben participar a las capacitaciones de prevención de riesgos, usar correctamente los

equipos de protección personal, cuidar la higiene personal y participar en las investigaciones de accidentes.

También, en la Resolución CD 513 del IESS (IESS, 2016), que hace referencia al reglamento del seguro general de riesgos de trabajo. En el Art. 3 indica que *“son sujetos de protección el trabajador en relación de dependencia y el trabajador afiliado, por lo cual el trabajador que sufra algún accidente o enfermedad profesional por exposición a sustancias peligrosas accederán a las prestaciones básicas de conformidad a la ley como son servicios médicos, subsidio por incapacidad entre otras”*.

Finalmente, el Ecuador forma parte del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo 584 (IESS, 2004), *“donde se hace referencia a la gestión de la seguridad y salud en los centros de trabajo con la finalidad de disminuir los riesgos laborales”* lo cual se indica en el Art. 11, *“y todos los trabajadores tienen derecho a realizar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado que garanticen salud, seguridad y bienestar”* en el Art. 13.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

En esta sección se describen los aspectos metodológicos de la investigación. Se delimita la investigación temporal y espacialmente, se determina el tipo de investigación y el método científico a aplicar, y se describen las técnicas de investigación, así como los instrumentos de recolección de datos a aplicar durante la ejecución de la investigación.

2.1 Tipo de estudio

Respecto al método, la presente investigación fue cuantitativa y cualitativa. Cuantitativa porque se identificó y evaluó los porcentajes del riesgo químico en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda.; fue cualitativa porque buscó conocer cómo se presenta el fenómeno, tomando en consideración el criterio de los trabajadores que desarrollan el proceso operativo (Calero,2015).

Abordando el enfoque, se presentó un estudio descriptivo, porque se encargó de medir la presencia y características de los riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda., sobre tiempo y espacio determinado (Chico, 2015).

En torno al lugar y medios, se trató de una investigación de campo debido a que los datos sobre los riesgos químicos en el tratamiento del fuel oil fueron recolectados en el sitio donde se desarrolla el fenómeno, en el área de tratamiento químico (Chico, 2015).

Al abordar el diseño de la investigación, fue un estudio no experimental, debido a que el investigador observó y evaluó los riesgos químicos que se presentan en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda., limitándose a analizar y entregar resultados sin cambiar la realidad (Chico, 2015).

Finalmente, en torno al método de investigación que se utilizó, fue el método inductivo, porque se conocieron de manera paulatina las características y situaciones referentes a los riesgos químicos que se presentan en el tratamiento químico del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda. con la finalidad de presentar conclusiones sobre la investigación realizada.

2.2 Definición conceptual y operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables sujetas a estudio

variables	Definición conceptual	Indicadores	Tipo de variable
Riesgos químicos	Riesgo capaz de ser producido por exposiciones no controladas a agentes químicos, los cuales pueden generar efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.	<ul style="list-style-type: none"> - Químico - Normativa de manipulación - Riesgos al entorno - Riesgos a la salud humana 	Cualitativa Cualitativa Cualitativa Cualitativa
Tratamiento químico del fuel oil de exportación realizado por la empresa Petroequipos Cia. Ltda.	Etapas para la inyección de químico secuestrante al fuel oil para eliminar el ácido sulfhídrico	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre del proceso - Flujo de proceso - Personal de operación - Equipos de proceso - Químico - Volumen de químico - equipos de protección 	Cualitativa Cualitativa Cuantitativa Cualitativa Cualitativa Cuantitativa Cualitativa
Perjuicios en la salud	Daño físico, material y psicológico de los trabajadores por la exposición a los agentes químicos	<ul style="list-style-type: none"> - # de incidentes - # de accidentes - Tipos de enfermedades profesionales - # de muertes - Plan de seguridad y salud ocupacional. 	Cuantitativa Cuantitativa Cualitativa Cuantitativa Cualitativa

2.3 Población y muestra

En el desarrollo de esta investigación se definirá como población sujeta a los 10 hombres trabajadores del departamento de producción de la empresa Petroequipos Cía. Ltda. que están expuestos a los agentes químicos peligrosos al momento de realizar el tratamiento químico del fuel oil de exportación.

2.4 Técnicas e instrumentos

2.4.1 Encuesta

La técnica utilizada en el tema de investigación es la encuesta, la que es definida por Casas, Repullo y Donado (2013) como una técnica que permite por medio de un cuestionario recolectar información sobre el fenómeno que se estudia. Basándome en esta consideración se realizó una encuesta al personal operativo de la empresa Petroequipos Cía. Ltda., tomando en cuenta aspectos como capacitación sobre riesgos, equipos de protección personal, niveles de exposición, medidas de prevención, señalización, vigilancia médica, entre otros.

La encuesta estuvo compuesta por 14 preguntas cerradas que se calificaron de la siguiente manera:

Nunca= 5 / Casi nunca = 4 / A veces= 3 / Casi siempre = 2 / Siempre = 1

Para realizar la evaluación de los riesgos químicos se tomaron en consideración dos aspectos:

Para la evaluación de riesgos químicos por inhalación se aplicó la metodología simplificada de acuerdo con el método COSHH Essentials y en referencia a la NTP 750 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT).

Para la evaluación de los riesgos químicos por contacto con la piel, se aplicó el método simplificado del Instituto Nacional de Investigación y Seguridad (INRS).

2.4.2 Identificación y evaluación de riesgos químicos por inhalación

La metodología de evaluación de riesgos químicos por inhalación del método COSHH Essentials, utilizará la norma NTP 750 (INSHT, 2011). Por medio de este método podemos conocer el potencial del riesgo en función de los 4 grupos que se detallan a continuación;

En el grupo 1 Hace referencia a todas las medidas de ventilación en general.

En el grupo 2 Hace referencia a la ingeniería.

En el grupo 3 Predominan las medidas de confinamiento.

En el grupo 4 Se destacan los Consejos de los expertos sobre el tema.

En lo que tiene que ver a las variables que se deben analizar para poder determinar los niveles de exposición de los riesgos químicos por inhalación predominan las siguientes:

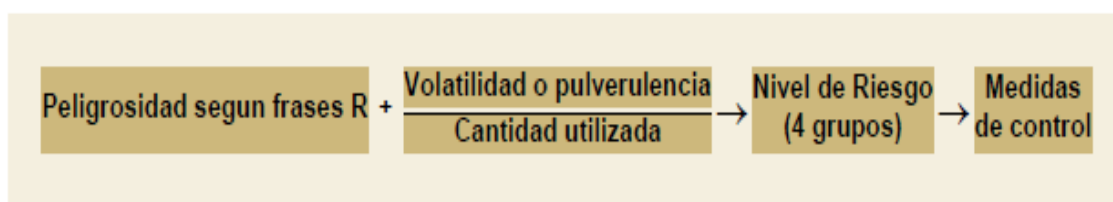
En la variable 1 se buscó la identificación de la peligrosidad de acuerdo a las frases R que están en las etiquetas de los agentes químicos.

En la variable 2 Se identificó la temperatura de ebullición y temperatura de operación del agente químico para determinar su tendencia de pasar al ambiente.

En la variable 3 Se buscó identificar la cantidad del agente químico utilizada en el proceso.

Para la evaluación del riesgo químico por inhalación se tendrán en consideración los siguientes aspectos del Modelo COSHH Essentials – Riesgos por inhalación.

Figura 2. Etapas de modelo COSHH Essentials



Variable 1: Peligrosidad según frases R, establece 5 categorías según la etiqueta del agente químico.

Tabla 2. Frases R de agentes químicos

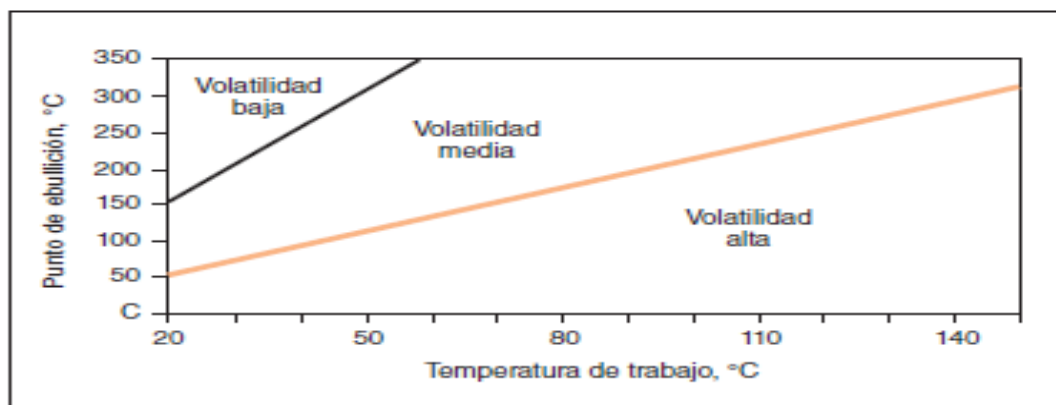
A	B	C	D	E
R36	R20	R23	R26	R40 (M3)
R36/38	R20/21	R23/24	R26/27	R42
R36	R20/21/22	R23/24/25	R26/27/28	R42/43
R65	R20/22	R23/25	R26/28	R45
R67	R21	R25	R27	R46
	R21/22	R34	R27/28	R49
	R22	R35	R28	R68 (M3)
		R36/37	R40 (C3)	
		R36/37/38	R48/23	
		R37	R48/23/24	
		R37/38	R48/23/24/25	
		R41	R48/23/25	
		R43	R48/24	
		R48/20	R48/24/25	
		R48/20/21	R48/25	
		R48/20/21/22	R60	
		R48/20/22	R61	
		R48/21/22	R62	
		R48/22	R63	
			R64	

Fuente: Modelo COSHH Essentials

Variable 2: Tendencia al pasar al ambiente. - Para los líquidos se determina a partir de la volatilidad teniendo en cuenta el punto de ebullición y la temperatura del proceso, mientras que para los sólidos se considera su capacidad pulvígena a partir de la forma en que se manipulan.

Para líquidos

Figura 3. Identificación de volatilidad de los agentes químicos



Para sólidos

Tabla 3. Determinación de cantidad de sustancias en agentes químicos sólidos

Baja	Media	Alta
Sustancias en forma de granza (pellets) que no tienen tendencia a romperse. No se aprecia polvo durante su manipulación.	Sólidos granulares o cristalinos. Se produce polvo durante su manipulación, que se deposita rápidamente, pudiéndose observar sobre las superficies adyacentes.	Polvos finos y de baja densidad. Cuando se emplean se observa que se producen nubes de polvo que permanecen en suspensión durante varios minutos.

Fuente: Modelo COSHH Essentials

Variable 3: Cantidad de sustancia utilizada. – Hace referencia a la cantidad de sustancia empleada y se clasifica en pequeña, grande o mediana según los siguientes criterios.

Tabla 4. Determinación de cantidad de sustancia en agentes químicos líquidos

Cantidad de sustancia	Cantidad empleada por operación
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Fuente: Modelo COSHH Essentials

2.4.3 Identificación y evaluación de riesgos químicos por contacto con la piel.

Para determinar el nivel de riesgo por contacto con la piel, se tomó en consideración el método simplificado del Instituto Nacional de Investigación y Seguridad (INRS) que evalúa la absorción de químicos mediante la vía dérmica (INSHT, 2011). Esta evaluación se realizó por medio de tres elementos de análisis como el peligro, cuanta superficie del cuerpo se expone y cuál es la frecuencia de exposición de los trabajadores.

La evaluación siguió los siguientes pasos:

Determinación y puntuación de la clase de peligro. - En este caso se basó a la información que hay en las hojas de seguridad que se encuentran en el área de tratamiento químico.

Tabla 5. Tabla de puntuación de peligro

CLASES DE PELIGRO	PUNTUACIÓN DEL PELIGRO
5	10000
4	1000
3	100
2	10
1	1

Fuente: Modelo COSHH Essentials

Determinación de la puntuación por superficie expuesta. - Tomando en consideración los parámetros del método, se verificó cuantas partes del cuerpo se exponen a los riesgos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 6. Puntuación por superficie expuesta

SUPERFICIES EXPUESTAS	PUNTUACIÓN DE SUPERFICIE
Una mano	1
Dos manos/ Una mano + antebrazo	2
Dos manos/ Una mano + antebrazo/ brazo completo	3
Superficie comprende miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas	10

Fuente: Modelo COSHH Essentials

Determinación de la puntuación por frecuencia de exposición. - Se buscó determinar los tiempos en los que los trabajadores se exponen a los agentes químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oil.

Tabla 7. Puntuación por frecuencia de exposición

FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN	PUNTUACIÓN DE FRECUENCIA
Ocasional: \leq 30 minutos al día	1
Intermitente: 30 min – 2 h/ día	2
Frecuente: 2 h- 6h/ día	5
Permanente: \geq 6h/día	10

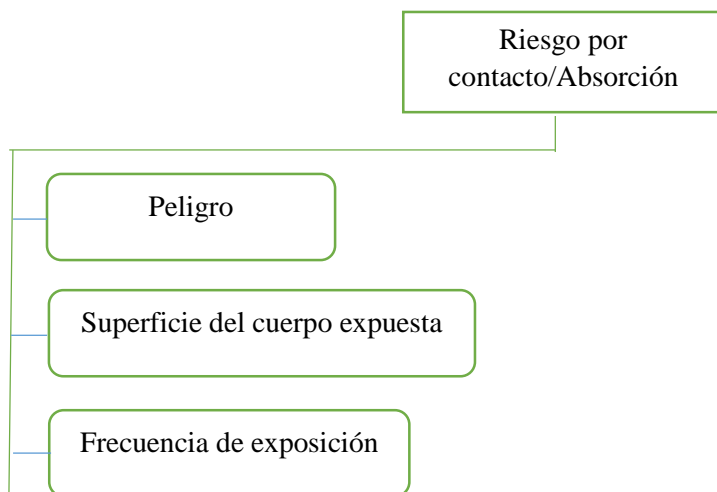
Fuente: Modelo COSHH Essentials

Cálculo de la puntuación. - Para calcular la puntuación final de la evaluación de riesgo por contacto con la piel, se aplicó la siguiente fórmula

Puntuación piel = puntuación peligro * puntuación superficie * puntuación frecuencia







La evaluación de riesgos se realiza a través de tres variables:

Figura 4. Método INRS para evaluar riesgos por contacto con la piel



Del mismo modo se establece la puntuación de peligro que surge de la identificación del factor de riesgo como se presenta a continuación:

Figura 5. Clasificación de agentes químicos

Clase de peligro	Puntuación de peligro	Frase R	Pictograma	VLAs mg/m ³	Naturaleza del agente químico
1	1	Ninguna		> 100	
2	10	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66	 Xi Irritante	10 - 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito / Material de construcción / Talco / Cemento / Composites / Madera de combustión tratada / Soldadura / Metal-Plástico / Vulcanización / Material vegetal-animal
3	100	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, 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, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21/22	 Xi Irritante  C Corrosivo	1 - < 10	Soldadura inoxidable / Fibras cerámicas-vegetales / Pintura de plomo / Muelas / Arenas / Aceites de corte y refrigerantes
4	1000	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	 T Tóxico  C Corrosivo	> 0,1 - < 1	Madera y derivados / Plomo metálico / Amianto y materiales que lo contienen / Fundición y afinaje de plomo / Betunes y breas / Gasolina (carburante)
5	10000	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	 T+ Muy tóxico	< 0,1	

Fuente: Modelo COSHH Essentials

Finalmente, la caracterización de los riesgos por contacto con la piel, tendrán como referencia la siguiente clasificación:

Tabla 8. Caracterización del riesgo

Puntuación del riesgo (peligro*superficie*frecuencia)	Prioridad en acción	Caracterización del riesgo
≥ 1000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctivas inmediatas)
100-1000	2	Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada.
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Fuente: Modelo COSHH Essentials

2.5 Recolección y análisis de datos

Para el proceso de recolección y análisis de datos se siguieron los siguientes procesos:

- Se realizaron visitas en el área de inyección de químico de la empresa Petroequipos Cia. Ltda. para comunicarle a sus trabajadores del área de producción, los objetivos de la investigación.
- Se elaboraron los instrumentos de recolección de información de acuerdo al método COSHH ESSENTIALS y el método simplificado INRS.
- Se realizó la recolección de datos en el área de tratamiento químico, visualizando como realizan la manipulación de los agentes químicos.
- Todos los resultados obtenidos fueron procesados en herramientas informáticas como el Microsoft Excel y Microsoft Word, los que se llenaron según los requerimientos de los métodos aplicados.

- Se presentarán los resultados dentro de tablas y gráficos en el informe final de investigación.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

La investigación tuvo como propósito principal, valorar los riesgos químicos en el tratamiento del fuel oil de exportación que realiza la empresa Petroequipos Cia. Ltda. Para este logro se realizó la identificación de los riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oil, la medición de estos riesgos identificados y jerarquizarlos.

Para la obtención de los resultados se aplicaron los métodos de evaluación de riesgos químicos por contacto con la piel y se tomó en consideración el método simplificado INRS que se encarga de evaluar la absorción de químicos por vía dérmica, y para los riesgos por inhalación se aplicó el método COSHH Essentials, utilizando la norma NTP750.

3.1 Riesgos químicos identificados en el tratamiento químico del fuel oil

El trabajo que se realizó en campo permitió mantener contacto con el personal a cargo del tratamiento químico del fuel oil de exportación. Se identificaron tres agentes químicos que podrían causar riesgos en el tratamiento del fuel oil de exportación: sulfuro de hidrógeno, fuel oil y triazina, los cuales se detallan en el siguiente resumen.

Agente químico: **ácido sulfhídrico**

Tabla 9. Hoja de seguridad – ácido sulfhídrico

HOJA DE SEGURIDAD DE AGENTES QUÍMICOS PRODUCTO: ÁCIDO SULFHÍDRICO	
ÁREA DE TRATAMIENTO QUÍMICO	
PROCESO: TRATAMIENTO QUÍMICO DEL FUEL OIL DE EXPORTACIÓN	
IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	
Nombre comercial:	Sulfuro de hidrógeno
Nombre químico:	Ácido sulfhídrico
Fórmula química:	H ₂ S
Número CAS:	7783-06-4
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	
Clasificación SGA de sustancia / mezcla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mortal en caso de inhalación. ▪ Contiene gas a presión, peligro de explosión si se calienta. ▪ Toxicidad específica en algunos órganos. ▪ Muy tóxico para los organismos acuáticos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: Es extremadamente irritante de las vías respiratorias, produce náuseas, dolores de cabeza y bloqueo del sistema nervioso. En altas concentraciones la dificultad de respiración aumenta al punto de muerte por sofocación o neumonía química. ▪ Ingestión: Se vaporiza a gas por lo que no es posible ingerirlo. ▪ Contacto con la piel: En contacto con la piel provoca irritaciones y quemaduras locales. ▪ Contacto con los ojos: En altas concentraciones provoca visión borrosa, enrojecimiento, dolor y severa quemadura del tejido ocular, causa ceguera. 	
PRIMEROS AUXILIOS	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: Retirar a la víctima a un área no contaminada, con su equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo, llamar al doctor, en el caso de parada respiratoria aplicar respiración artificial. ▪ Ingestión: La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición. ▪ Ojos: No se esperan efectos adversos de este producto. ▪ Piel: No se esperan efectos adversos de este producto. 	

Nota: Elaboración propia a partir de Air Liquide (2018)

Agente químico: **Fuel oil de exportación**

Tabla 10. Hoja de seguridad – fuel oil de exportación

HOJA DE SEGURIDAD DE AGENTES QUÍMICOS PRODUCTO: FUEL OIL DE EXPORTACIÓN	
ÁREA DE TRATAMIENTO QUÍMICO	
PROCESO: TRATAMIENTO QUÍMICO DEL FUEL OIL DE EXPORTACIÓN	
IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	
Nombre comercial:	Fuel oil de exportación
Nombre químico:	Fuel oil
Fórmula química:	C ₁₂ H ₂₆
Número CAS:	68553-00-4
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	
Clasificación SGA de sustancia / mezcla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nocivo en caso de inhalación. ▪ Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida ▪ Puede causar defectos genéticos. ▪ Muy tóxico para los organismos acuáticos. ▪ Puede provocar cáncer.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: Puede liberarse gas de sulfuro de hidrógeno que es altamente tóxico el cual puede ser perjudicial o fatal si es inhalado. El sulfuro de hidrógeno puede causar parálisis respiratoria y la muerte. Los efectos de la sobreexposición incluyen irritación de la nariz, garganta, náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal, etc. ▪ Ingestión: Si se degluta una cantidad mayor pueden provocar dolores abdominales, náuseas y diarreas. Riesgo de neumonía por aspiración. ▪ Contacto con la piel: Un contacto prolongado puede llegar a causar enrojecimiento, picazón e irritación de la piel. ▪ Contacto con los ojos: El contacto directo con los vapores puede ocasionar enrojecimiento grave y la inflamación de la conjuntiva. 	
PRIMEROS AUXILIOS	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: Saque a la persona al aire libre. Ayude a la respiración si es necesario, obligue a que la persona repose y que respire profunda y calmadamente. ▪ Ingestión: No induzca los vómitos, si la persona está consciente dele de beber agua o leche y manténgala abrigada mientras llega el médico. ▪ Ojos: Lave de inmediato con abundante agua por un tiempo de 15 minutos. ▪ Piel: Lave de inmediato con abundante agua corriente, bajo la ducha retire la ropa contaminada, si la zona de contacto se mantiene enrojecida consulte al médico. 	

Nota: Elaboración propia a partir de MSDS en área de inyección

Agente químico: **Triazina**

Tabla 11. Hoja de seguridad – Triazina

HOJA DE SEGURIDAD DE AGENTES QUÍMICOS PRODUCTO: TRIAZINA	
ÁREA DE TRATAMIENTO QUÍMICO	
PROCESO: TRATAMIENTO QUÍMICO DEL FUEL OIL DE EXPORTACIÓN	
IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE QUÍMICO	
Nombre comercial:	Obsicorr TZ700
Nombre químico:	Triazina
Fórmula química:	No disponible
Número CAS:	4719-04-4
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	
Clasificación SGA de sustancia / mezcla	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. ▪ Puede ser nocivo en caso de ingestión o inhalación. ▪ Provoca lesiones oculares graves. ▪ Nocivo para los organismos acuáticos. ▪ Toxicidad aguda por vía oral.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: Puede ocasionar irritación de tracto respiratorio. ▪ Ingestión: Puede producir irritación y quemaduras al tracto digestivo, náuseas y vómito. ▪ Contacto con la piel: Produce quemaduras químicas. La exposición repetida o prolongada puede provocar dermatitis y piel seca. ▪ Contacto con los ojos: Puede producir irritaciones severas y daño irreversibles en la córnea si no se lava los ojos con prontitud. 	
PRIMEROS AUXILIOS	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalación: Mueva a la persona al aire puro y busque atención médica. Si no respira limpie las vías respiratorias superiores y aplique respiración artificial, si continua con dificultada administre oxígeno. ▪ Ingestión: Consiga inmediatamente ayuda médica. No induzca al vómito. No administre nada más por vía oral hasta que llegue la atención médica especialmente si hay convulsiones o inconciencia. ▪ Ojos: Lave inmediatamente con agua durante 15 minutos. Mantenga los párpados abiertos mientras enjuaga para garantizar la eliminación total del producto. Si es del caso acuda al médico. ▪ Piel: Cambie la ropa y zapatos contaminados, lave con jabón y abundante agua por 15 minutos. Si es del caso acuda al médico, lave la ropa y zapatos antes del reuso. 	

Nota: Elaboración propia a partir de Obsidian Cia. Ltda. (2019).

3.2 Medición de los riesgos químicos identificados en el tratamiento químico del fuel oil de exportación

3.2.1 Riesgos químicos por inhalación

Para determinar el nivel de riesgos se siguió este proceso:

Primero se identificaron las frases R de cada uno de los agentes químicos establecidos en el modelo COSHH ESSENTIALS (tabla 2). Los agentes químicos identificados fueron: sulfuro de hidrógeno, fuel oil, triazina.

- **Sulfuro de hidrógeno:** este elemento está en el grupo D de las frases R 26 considerado hasta mortal en caso de inhalación excesiva.
- **Fuel oil:** este elemento está en el grupo C de las frases R 48/21 considerado nocivo en caso de inhalación y puede producir hasta cáncer.
- **Triazina:** este elemento está en grupo C de las frases R 36/37/38 considerados nocivos en caso de ingestión o inhalación y puede provocar graves lesiones oculares

Luego se estableció la volatilidad o tendencia que tienen estos agentes químicos para pasar al ambiente (figura 3). De acuerdo con el punto de ebullición de los agentes químicos, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Sulfuro de hidrógeno: Volatilidad alta
- Fuel oil: Volatilidad media
- Triazina: Volatilidad media

Finalmente se identificó la sustancia la sustancia utilizada (tabla 4). Según los resultados obtenidos los agentes químicos son usados de la siguiente manera:

- Sulfuro de hidrógeno- pequeñas cantidades
- Fuel oil- medianas cantidades
- Triazina- grandes cantidades

Determinación del nivel de riesgo

Tabla 12. Determinación del nivel de riesgo

GRADO DE PELIGROSIDAD	VOLATILIDAD / PULVERULENCIA				
	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media pulverulencia	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4				
NIVEL DE PELIGROSIDAD					
A		B		C	
Irritantes de la piel o los ojos y los que no tengan asignadas frases R de los otros grupos, para cualquier pulverulencia o volatilidad.		Nocivos por inhalación, contacto dérmico o ingestión, para cualquier pulverulencia o volatilidad.		Tóxicos por inhalación, ingestión o contacto con la piel, irritantes de las vías respiratorias, para volatilidad baja o pulverulencia baja o media.	

Los resultados obtenidos en la determinación del nivel de riesgos nos permiten concluir con lo siguiente:

- En el caso del agente químico sulfuro de hidrógeno (amarillo), a pesar de tener una volatilidad alta, la cantidad en la que se usa es pequeña, derivando en la clasificación de un nivel de riesgo 3. Antes estos datos, las acciones a efectuar en el tratamiento químico del fuel oil es adaptar sistemas cerrados con la finalidad de evitar que pase a la atmósfera.

- En el caso del agente químico fuel oil (verde), a pesar de tener una volatilidad media, la cantidad utilizada es mediana, por lo cual se clasifica en un nivel de riesgo 3. Las acciones a efectuar es adaptar sistemas cerrados o de confinamiento con la finalidad de evitar que las sustancias escapen a la atmósfera.
- En el caso del agente químico triazina (morado), a pesar de tener una volatilidad media, la cantidad utilizada es grande, por lo cual se clasifica en un nivel de riesgo 4. Antes estos datos, las acciones a efectuar es adoptar medidas específicamente diseñadas para el proceso en cuestión recurriendo al asesoramiento de un experto.

Las consideraciones expuestas anteriormente se detallan en la tabla 13

Tabla de evaluación de riesgo por inhalación en el tratamiento del fuel oil de exportación

Tabla 13. Resultados de evaluación de riesgos por inhalación

Operación	Nombre del agente	Frases R	Peligrosidad Tabla 1	Volatilidad / Pulverulencia Fig. 1	Cantidad Tabla 3	Nivel de riesgo/ Tabla 12
Tratamiento químico del fuel oil de exportación	Sulfuro de hidrógeno	R26	D	Alta	Pequeña	3
	Fuel oil	R48/21	C	Media	Mediana	3
	Triazina	R36/37/38	C	Media	Grande	4

3.2.2 Riesgo por contacto con la piel

Determinación y puntuación de la clase de peligro

Para determinar la clase de peligro se necesitó recopilar información en base las hojas de seguridad MSDS de cada uno de los agentes químicos presentes en el tratamiento, para

lograr el análisis que nos permita establecer los parámetros necesarios para el presente estudio.

Fue muy importante determinar la clase de peligro basándonos en varios aspectos y características de los agentes químicos, se tomaron en consideración los siguientes parámetros:

- El N° de CAS, frases R, VLA-ED, estado y temperatura de ebullición información que la encontramos en las hojas de seguridad MSDS.
- La frecuencia a la que se mantienen expuestos el personal operativo.

En el tratamiento químico del fuel intervienen 3 agentes químicos los que tienen la siguiente información detallada en la tabla 14.

Determinación de la clase de peligro

Tabla 14. Resultados de evaluación de riesgo por inhalación

Proceso	Agente químico	N° de CAS	Frase R	VLA-ED	Frecuencia de uso	Estado	T. de ebullición
Tratamiento químico del fuel oil de exportación	Sulfuro de hidrógeno	7783-06-4	R26	7 mg/m ³	30 min – 2h/día	Gaseoso	-60°C
	Fuel oil	68553-00-4	R48/21	0,12 mg/m ³	30 min – 2h/día	Líquido	204°C
	Triazina	4719-04-4	R36/37/38	0,05 mg/m ³	2h – 6h/día	Líquido	100°C

Una vez identificado los peligros según la clasificación de los agentes químicos que se presentan al inicio del instrumento, se establece la puntuación del peligro la cual surge de la identificación del factor de riesgo en la figura de clasificación de agentes químicos y sus peligros (Figura 5).

- El sulfuro de hidrógeno se ubica en el grupo D con su frase R26
- El fuel oil se ubica en el grupo C con su frase R48/21
- La triazina se ubica en el grupo C con su frase R36/37/38

Una vez identificado la clase de peligro se procede a determinar el resultado del análisis de puntuación de peligro. Por lo cual la clase y puntuación de peligro son tomados de la tabla 5 y se presentan a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. Resultado del análisis de puntuación

PROCESO	AGENTE QUÍMICO	FRASES R	CLASE DE PELIGRO	PUNTUACIÓN DE PELIGRO
	Sulfuro de hidrógeno	R26	5	10000
Tratamiento químico del fuel oil de exportación	Fuel oil	R48/21	3	100
	Triazina	R36/37/38	2	10

Determinación de la puntuación por superficie expuesta

Para determinar las clases de superficies expuestas se tomó en consideración los datos obtenidos en campo, sobre que superficies se exponen en el tratamiento químico del fuel oil. Según los trabajadores de producción en sus tareas diarias se exponen a los agentes químicos Dos manos/ Una mano + antebrazo/ brazo completo, dando una puntuación de 3. Estos datos son tomados según los parámetros establecidos en la tabla 6.

Una vez identificado la puntuación de la superficie expuesta por cada agente químico se procede a detallar en la siguiente tabla 16.

Tabla 16. Resultados de puntuación por superficie expuesta

PROCESO	AGENTE QUÍMICO	FRASES R	SUPERFICIES EXPUESTAS	PUNTUACIÓN DE SUPERFICIE
Tratamiento químico del fuel oil de exportación	Sulfuro de hidrógeno	R26	Dos manos / Una mano + antebrazo	2
	Fuel oil	R48/21	Dos manos / Una mano + antebrazo	2
	Triazina	R36/37/38	Dos manos / Una mano + antebrazo	2

Determinación de la puntuación por frecuencia de exposición

Según lo conversado con el personal operativo, manifestaron que en sus tareas diarias la exposición a los agentes químicos va desde 2h a 6h al día, es decir tiene una puntuación de frecuencia de 3 como se detalla en la tabla 7.

Una vez identificada la puntuación de frecuencia se presentan los siguientes datos sobre las frecuencias de exposición, en los que se detallan por agentes químicos en específico. La puntuación de frecuencia se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Resultados de la frecuencia de exposición

PROCESO	AGENTE QUÍMICO	FRASES R	FRECUENCIA EXPOSICIÓN	PUNTUACIÓN DE FRECUENCIA
Tratamiento químico del fuel oil de exportación	Sulfuro de hidrógeno	R26	Intermitente	2
	Fuel oil	R48/21	Intermitente	2
	Triazina	R36/37/38	Frecuente	5

Cálculo de la puntuación

Una vez determinado las puntuaciones tanto del peligro, superficie expuesta y frecuencia de exposición, se procede a realizar el cálculo de la puntuación de riesgo por contacto o absorción de la piel.

La puntuación del riesgo por contacto surge de la multiplicación de la puntuación del peligro, puntuación de superficie expuesta y la puntuación de la frecuencia. Los resultados del cálculo fueron los siguientes:

- Sulfuro de hidrógeno 40000 - Riesgo probable muy elevado.
- Fuel oil 400 - Riesgo moderado.
- Triazina 100 - Riesgo moderado

El resumen de los datos se presenta en la tabla 18.

Cálculo de las puntuaciones obtenidas

Tabla 18. Puntuación obtenida de la evaluación de riesgos por contacto con la piel

Proceso	Agente Químico	Puntuación de peligro	Puntuación de superficie	Puntuación de frecuencia	Puntuación del riesgo por contacto por AQ	Caracterización del riesgo
Tratamiento químico del fuel oil de exportación	Sulfuro de hidrógeno	10000	2	2	40000	≥ 1000 Riesgo probable muy elevado
	Fuel oil	100	2	2	400	100 – 1000 Riesgo moderado
	Triazina	10	2	5	100	100 – 1000 Riesgo moderado

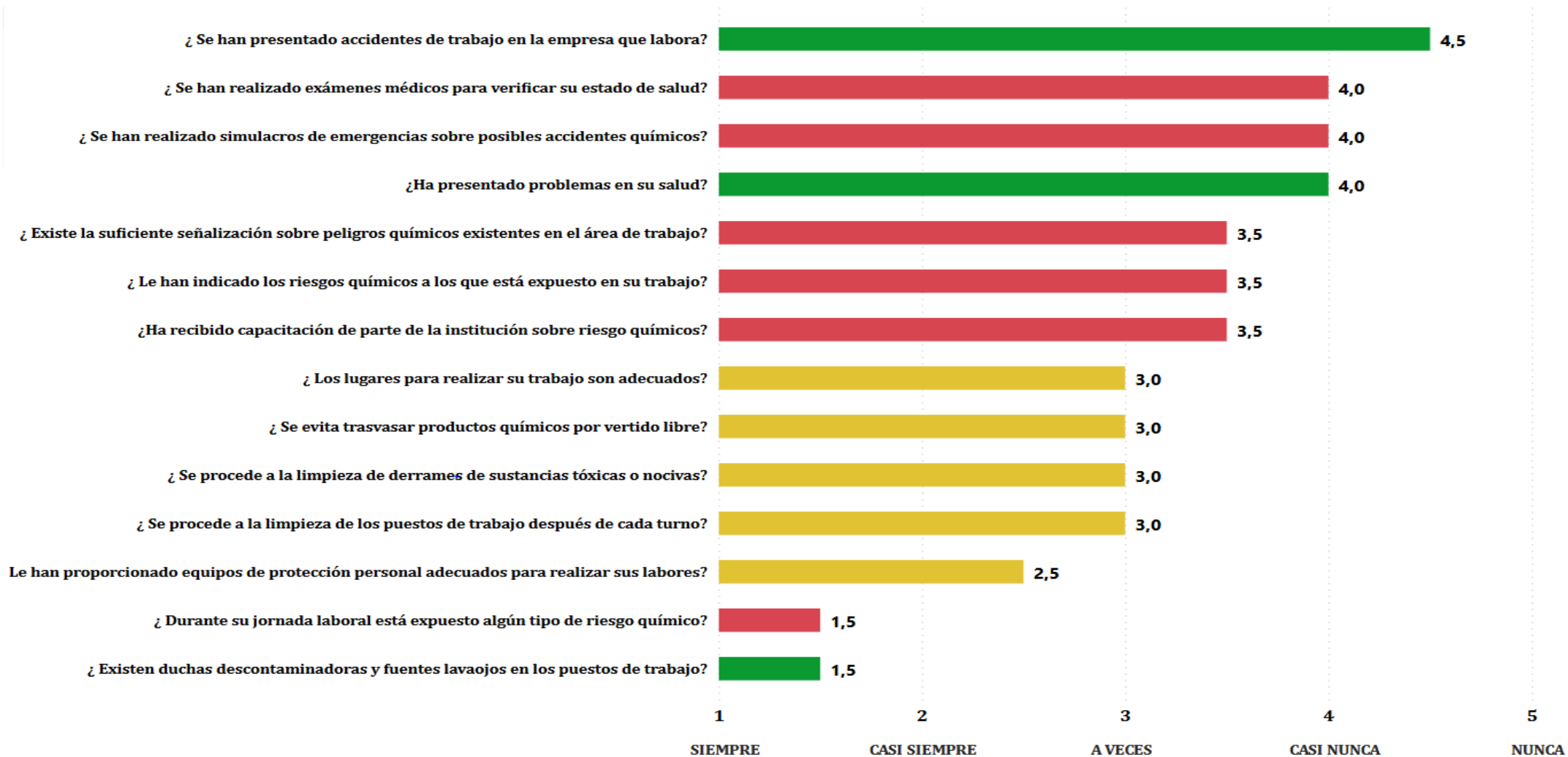
Caracterización del riesgo por contacto con la piel.

De acuerdo a los datos de la tabla 18 se puede evidenciar que el sulfuro de hidrógeno tiene una puntuación de 40000 que es mayor a 1000 y esto establece un riesgo probable muy elevado, el fuel oil tiene una puntuación de 400 y la triazina tiene una puntuación de 100, estableciendo un riesgo moderado, dando como conclusión que se deben adoptar medidas correctivas de inmediato para evitar accidentes laborales a futuro.

3.3 Percepción de los trabajadores operativos de la empresa Petroequipos Cia. Ltda sobre riesgos químicos.

Se realizó una encuesta para conocer el criterio del personal operativo de la empresa Petroequipos Cia. Ltda, respecto a las situaciones como reconocer riesgos químicos, usos de equipos de protección personal, medidas de prevención, niveles de exposición, señalización, atención médica, entre otros

Figura 6. Percepción de trabajadores con relación a los riesgos químicos



Según los resultados obtenidos en nuestra tabla debemos enfocarnos en los rojos ya que nos indican que debemos adoptar medidas correctivas de urgencia para poder evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a futuro.

En cuanto a la exposición de riesgos químicos a los que están expuestos los trabajadores en su jornada laboral nos da un valor alto, debido a que se utilizan agentes químicos peligrosos durante varias horas en su jornada laboral.

Con un valor no aceptable tenemos la poca señalización sobre peligros químicos en el área de trabajo lo cual genera un riesgo a diario al trabajar, ya que no cuenta con una hoja de seguridad de los agentes químicos peligrosos a los que se encuentran expuestos y no sabe cómo actuar ni como manipularlos correctamente al momento de realizar sus actividades.

Otro aspecto que presentó deficiencia es el hecho que no se les informa a los trabajadores sobre el riesgo químico al que están expuestos en la realización de sus tareas cotidianas como lo sería una adecuada inducción.

Lo que tiene que ver a capacitaciones al personal por parte de la institución también es un indicador en rojo ya que no se cuenta con un plan anual de capacitaciones sobre riesgos químicos y estos vuelve vulnerables a los trabajadores al ejecutar sus actividades.

Otro valor no aceptable también es el hecho que no se realizan periódicamente exámenes médicos al personal lo cual no permite detectar enfermedades a tiempo para ser controladas.

Finalmente tenemos el hecho de que no se realizan periódicamente simulacros de emergencias sobre posibles accidentes químicos, este generaría alto riesgo para el personal ya que no sabe cómo actuar en el momento de que se presente una emergencia ni cómo controlarla.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN

El presente estudio se valoraron los riesgos químicos en el tratamiento químico del fuel oil de exportación realizado en la empresa Petroequipos Cia. Ltda. Por ello, se plantearon objetivos específicos encaminados a la identificación, medición y jerarquización de los riesgos químicos que se generan en este proceso.

Con relación a la identificación de los posibles riesgos químicos producidos en el tratamiento químico de la empresa que se estudia, es importante señalar que según Paredes y Milán (2007), un riesgo químico es aquel que puede ser producido durante una exposición no controlada a agentes químico, cuyas consecuencias pueden verse reflejadas en los efectos crónicos, agudos y el desarrollo de enfermedades en las personas que son susceptibles a dicha exposición.

Por otra parte, Calero (2015) sostiene que, de acuerdo a las características de los riesgos químicos, estos no sólo podrían afectar a las personas potencialmente en peligro, sino que también pueden generar impactos negativos en la naturaleza y los demás seres vivo. He aquí, donde su uso inadecuado puede convertirse en un alto riesgo para la salud y el entorno natural.

A partir de la metodología empleada se pudo identificar los siguientes agentes químicos generados durante el tratamiento químico de fuel oil: 1) el sulfuro de hidrógeno (H_2S), cuyas características lo convierten en un agente mortal en caso de inhalación, contiene gas a presión, lo que significa que es explosivo al calentarse y es muy tóxico para algunos órganos; 2) el fuel oil, sus características indican que es nocivo en caso de inhalación, provoca defectos genéticos e incluso hasta cáncer ; y 3) la triazina, caracterizada por provocar quemaduras a la piel y lesiones oculares, toxicidad aguda por vía oral y es muy nocivo en caso de ingestión o inhalación. Estos tres agentes químicos (H_2S , fuel oil y triazina) también fueron identificados en el estudio de Alzate (2020), referente a la intervención del riesgo químico en el comercio de sustancias químicas peligrosas, particularmente en el tratamiento químico del fuel oil de exportación, en donde la propuesta del autor para la seguridad de los trabajadores y la minimización de riesgo fue la elaboración de hojas de datos de seguridad para su correcto almacenamiento y manipulación.

Con relación al ácido sulfhídrico como uno de los principales agente y riesgo químico identificado en el tratamiento químico del fuel oil de exportación, es importante acotar que según las aportaciones de Henao (2016), el cual señala que el H₂S es un factor de riesgo químico que se encuentra presente habitualmente en cualquier actividad relacionada a la fabricación, transporte, almacenamiento o manejo de productos derivado de petróleo. Adicionalmente señala que la exposición de este agente químico en el ambiente o entorno laboral en forma de polvo, gases o vapores puede ocasionar efectos tóxicos o irritantes al personal laboral que se encuentra expuesto a su alrededor, dado que en cantidades significativas y una vez que los trabajadores entren en contactos con ellas, las afectaciones a su salud serán inminentes.

En otro investigación efectuada por Chico (2015), relacionada con la implementación de acciones de control a la exposición de los principales riesgos químicos en que se encuentran los trabajadores de la unidades Merox y el tratamiento de aguas amargas derivadas del tratamiento químico de fuel oil de la Refinería de Esmeraldas, tuvo como resultado que el promedio de la concentración de la exposición diaria de H₂S en la planta de tratamiento de aguas amargas como en las unidades de Merox fue de 1,058 ppm y 1,164 ppm, respectivamente. En ambos casos este promedio de concentración superó el límite o TLV -TWA estipulado por la American Conference of Governamental Industrial Hygienists (AGGIH) que es de 1,000 ppm. Asimismo, el autor determinó que los principales riesgos asociados a la exposición de H₂S es el riesgo químico emergente por los vapores, gases y riesgo de seguridad en los sitios cerrados o confinados, lo que constituye una tarea de alto riesgo que incrementa a probabilidad de accidentes laborales, por lo que recalca la pronta actuación y el desarrollo de esfuerzos encaminados al control de estos riesgos.

En este contexto, resulta esencial destacar lo expuesto por González (2003), en donde sostiene que pequeñas o bajas concentraciones de H₂S pueden ser suficiente para provocar irritación en el aparato respiratorio y los ojos, a tal punto que casos graves, la inhalación de este agente químico produce anoxia, que posteriormente dará paso a la muerte por asfixia. Mientras que en situaciones sub agudas o agudas, los síntomas que comúnmente suelen presentarse son diarreas, depresiones del sistema nervioso central y eructos fétidos.

Con base a la medición de los posibles riesgos químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oil de exportación, los resultados adquiridos permitieron evidenciar que, en la evaluación por inhalación, el sulfuro de hidrógeno a pesar de tener volatilidad alta su cantidad de uso es pequeña, registrando un nivel de riesgo 3. Por otra parte, el fuel oil presentó una volatilidad media con una cantidad de uso mediana, registrando un nivel de riesgo 3, mientras que la triazina presentó una volatilidad media con una cantidad de uso grande, por lo cual su puntuación en nivel de riesgo es 4. En estos casos, Según Chico (2015), se deben adoptar sistemas cerrados o de confinamiento a fin de evitar que las sustancias escapen a la atmósfera, así como también la implementación de medidas específicamente diseñadas para el proceso en cuestión recurriendo al asesoramiento de un experto.

En el caso de la evaluación por contacto con la piel, la evaluación permitió evidenciar que el sulfuro de hidrógeno y el fuel oil se encuentra en un rango de 100-1000, dando como resultado un riesgo moderado. Mientras que la triazina nos arrojó un valor superior a 1000 lo que establece que es un riesgo probable muy elevado. Estos valores coinciden con los registrados en la investigación de Hamdani (2017), con relación a la evaluación de riesgos a la salud ocupacional y control de emisiones fugitivas en tratamientos químicos de productos derivado de petróleo, por lo que con base al criterio de este autor y al de Luna (2019) se puede determinar que dado que los niveles de riesgo en el caso de del H₂Sy fuel oil resultan moderado, la empresa necesitaría adoptar e implementar sistemas cerrados para evitar fugas hacia la atmosfera, así como un mejor control de ingeniería. Mientras que, por otra parte, en el caso de la triazina al ser valorada como un riesgo probable muy elevado, requiere de la adopción de medidas diseñadas por expertos. En este mismo escenario, el autor Luna sostiene, que a pesar que la exposición a bajas concentraciones de estos agentes químicos genera afectaciones leves al inicio, con el transcurso del tiempo al no efectuarse las correcciones y las medidas de seguridad pertinentes, las afectaciones en los trabajadores pueden volverse crónicas y difícil de remediar.

Una vez identificado y medido el riesgo de estos agentes químicos en el tratamiento del fuel oil, emergen preguntas afines a las estrategias o alternativas a implementarse para la evaluación y minimización de riesgo. He aquí, donde se destaca la alternativa desarrollada por Hamdani (2017), la cual consiste en la aplicación de una herramienta llamada SPR-LOP nos permite evaluar los riesgos químicos a los que están expuestos los trabajadores,

a causa de las emisiones fugitivas que se generan en procesos químicos a fin de implementar medidas de control que permitan evitar un nivel de riesgo alto, y de esta forma mitigar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Por otro lado, debido a que la finalidad del tratamiento químico del fuel oil es la reducción del ácido sulfhídrico, un estudio efectuado por López et al. (2022), en donde promueve una alternativa basada en un procedimiento de recirculación de efluentes mediante microalgas nativas, el cual reduce significativamente la generación de ácido sulfhídrico dando como resultado una alternativa viable en lo económico y ecológico.

Esta alternativa, al ser comparada con el presente estudio, se puede evidenciar que el procedimiento efectuado en el estudio citado anteriormente es más eficiente, sobre todo cuando el empleo de la triazina en el tratamiento químico de fuel oil en la empresa sujeta a estudio, constituye un agente químico que genera un riesgo probable muy elevado, lo cual fue confirmado mediante las mediciones de los agentes químicos que intervienen en el proceso, haciendo hincapié debido a ello se están incrementando los riesgos del personal operativo.

Por último, con relación a la percepción que tienen los trabajadores de la empresa sobre el tema de riesgos químicos que se presentan en el tratamiento químico del fuel oil de exportación, los resultados obtenidos reflejaron que hay poca información con lo que tiene que ver a la señalización y etiquetado de los agentes químicos, lo cual vuelve vulnerable al trabajador al momento de manipularlos ya que no advierten sus peligros. También hay poca capacitación por parte de la institución en lo que tiene que ver a riesgos químicos lo que provoca un alto índice de riesgos que pueden generar accidentes y enfermedades profesionales. Esta percepción de los trabajadores es contrastada por el estudio de Capa, Mayorga y Sarango (2018), en el cual se determinó que en el cantón de Machala como en otras provincias del Ecuador, la mayoría de las empresas carecen de capacitaciones e información acerca de medidas de seguridad y normativas vigentes en el Ecuador, además se evidencia la falta de políticas y programas internos referentes a seguridad e higiene industrial.

De acuerdo Fontes (2017), alrededor del 50% y 70% de los trabajadores de América Latina y el Caribe se encuentran expuestos a distintos tipos de peligros, entre los cuales sobresalen los riesgos químicos. A pesar de aquello, los temas relacionados a la seguridad y evaluaciones de afectaciones química han recibido muy poca atención e importancia.

Lo descrito anteriormente se asemeja con los hallazgos de la investigación realizada por Cely (2018), cuyo resultados establecieron que en una planta o empresa donde se manejan productos químicos, los principales puestos de riesgos percibidos por los trabajadores están asociados a: la poca señalización en las áreas de trabajo, la carencia de EPP, instalaciones inadecuadas, poca señalización y etiquetado de productos químicos, entre otros componentes, que han producido graves afectaciones en la salud del talento humano durante el desarrollo de sus labores.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta sobre la percepción de los trabajadores sobre el riesgo químico al que se encuentran expuesto es la poca información referente a la señalización y etiquetado de los agentes químicos, la falta de señalética y la falta de evaluación de afectaciones químicas. En este caso, con relación al etiquetado de los productos químicos, Yarto et al. (2003) sostiene que el etiquetado de los agentes químicos constituye un requisito o medida fundamental en los espacios o áreas donde estos son manipulados, debido a que evitan que los trabajadores sean susceptibles a peligros que son difícil de apreciar a simple vista.

Con relación a la falta de señalética, Boehmwald (2017) recalca su importancia en los lugares de trabajos, especialmente en empresa como la del presente estudio, dado a los riesgos químicos que presentan. En estos sitios, la señalética brinda la información necesaria y pertinente sobre todos los potenciales riesgos de sector determinado, así como también provee la orientación y la guía para los trabajadores.

Por otra parte, en torno a la falta de evaluaciones de afectaciones químicas, Guardino y Ramos (2001) exponen que el desarrollo constante de estas evaluaciones es de gran transcendencia a la hora de conocer los tiempos adecuados y el grado de afectación en el que se encuentran los trabajadores con relación a las actividades que realizan, así como también facilitan la implementación de correcciones sobre la marcha a fin de prevenir accidentes laborales.

Una vez analizado todos los aspectos a tratarse, resulta importante señalar los retos actuales en que se encuentran las plantas o empresas que emplean agentes químicos, como

productos derivados del petróleo, entre los cuales sobresalen : i) lograr que estas empresas elaboren y publiquen información veraz, sistematizada y fiable con respecto al consumo, producción, emisiones al medio ambiente, y uso de sustancias o productos químicos; ii) lograr que los trabajadores y los empresarios cuenten con información entendible y necesaria sobre los riesgos de los agentes químicos a los que se encuentran expuestos en el área de trabajo; y c) lograr que los representantes de la administración desarrollen y transmitan información íntegra y fiable con relación a la exposición ambiental y laboral a los agentes químicos con mayor peligrosidad y fomenten la realización de investigaciones sobre riesgos de la multiexposición (Rodríguez, Gaviria, y Ruiz, 2021).

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Dentro del tratamiento químico del fuel oil, se identificaron tres agentes químicos: el sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico, que es un agente químico tóxico para algunos órganos y mortal en el caso de inhalación, el fuel oil, que es nocivo en caso de inhalación, y la triazina, que provoca quemaduras en la piel y toxicidad aguda por vía oral.
- La medición de los riesgos identificados nos permitió evidenciar que, en la evaluación por inhalación, el agente químico sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico registró un nivel de riesgo 3, el fuel oil un nivel de riesgo 3, y por último la triazina presentó un nivel de riesgo 4, por lo cual se deben adoptar medidas para sistemas cerrados o de confinamiento, y medidas específicamente diseñadas bajo el asesoramiento de un experto.
- La medición de los riesgos identificados también nos permitió identificar que, en la evaluación por contacto con la piel, la triazina y el fuel oil se encuentran en un nivel comprendido entre 100 y 1000, considerando un riesgo moderado, mientras que el sulfuro de hidrógeno se encuentra en un nivel comprendido igual o mayor a 1000, estableciendo un riesgo probable muy elevado.
- Los trabajadores de la empresa Petroequipos Cia. Ltda perciben que varios de los agentes químicos presentes en el tratamiento químico del fuel oil no cuentan con sus respectivas etiquetas de seguridad, lo cual no permite advertir los peligros a los trabajadores. Asimismo, los lugares donde se realiza el tratamiento no cuentan con la correcta señalización sobre peligro químicos, además que la institución no da la respectiva capacitación certificada a los trabajadores sobre riesgos químicos.

5.2. Recomendaciones

- Es de mucha importancia que por parte de la gerencia de la empresa que se encarga del tratamiento químico del fuel oil de exportación, socialicen con sus operarios las características de los agentes químicos presentes en el proceso, de tal manera que, al estar en contacto con el sulfuro de hidrógeno, el fuel oil o la triazina sepan cómo actuar en su manipulación con la finalidad de evitar afectaciones a su salud.
- Debido a que los niveles de riesgo son moderados y probablemente muy elevado, es muy importante adoptar medidas correctivas en el proceso del tratamiento químico del fuel oil, ya sea en la ingeniería de proceso o en la sustitución de agentes menos contaminantes. Porque a pesar de que los efectos a la salud no sean notorios significativamente en un inicio, si no se corrigen a tiempo, en mediano o largo plazo van a presentar afectaciones graves a la salud del personal operativo que realiza el tratamiento.
- Se recomienda de manera urgente que las autoridades de la empresa, adecuen los lugares de trabajo donde se realiza el tratamiento químico del fuel oil, lo que tiene que ver a una buena señalización, buen etiquetado de agentes químicos, materiales en buen estado con la finalidad de obtener un lugar de trabajo adecuado y evitar posibles accidentes laborales en el desarrollo de las actividades. De igual manera es importante que se le dé al personal operativo una correcta inducción y capacitaciones constantes de los riesgos químicos a los que se encuentran expuestos en la realización de sus actividades para evitar accidentes laborales y enfermedades profesionales.
- Realizar exámenes médicos de entrada, intermedios y salida al personal que está en contacto directo con los agentes químicos para poder detectar enfermedades y que puedan ser tratadas a tiempo. De igual manera se recomienda que se realicen simulacros de emergencias en caso de presentarse accidentes químicos, con el objetivo de que el personal esté preparado y sepa cómo actuar en el momento indicado y de la mejor manera.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, J. (2006). Evaluación del riesgo para la salud humana.
- Aguinaga, I. S. (2003). Contaminación por agentes químicos. *Anales*, 181-190.
- Alzate, P. M. (2020). Intervención del riesgo químico mediante el sistema globalmente armonizado en el comercio de sustancias peligrosas. *Cultura de cuidado enfermería*, 20-31.
- Boehmwald, Á. (2017). La importancia de la señalética de seguridad. Obtenido de sitio web de IPSUSS: <http://www.ipsuss.cl/ipsuss/columnas-de-opinion/alvaroboehmwald/la-importancia-de-la-senaletica-de-seguridad/2018-06-25/171349.html>
- Calera, R., Roel, J., Casal, A., Gadea, R., & Cencillo, R. (2005). Riesgo químico laboral: elementos para un diagnóstico en España. *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, 283-295. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/170/17079216.pdf>
- Paredes, J., & Millán, J. (2017). Riesgos químicos: Condiciones de salud por exposición a sustancias químicas. Madrid, España: Ed. Universitario.
- Capa, L., Mayorga, C., & Sarango, Y. (2018). *Evaluación de factores de riesgos que ocasionan accidentes laborales en las empresas de Machala-Ecuador*. Obtenido de Universidad y Sociedad : <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/874>
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2013). La encuesta como técnica de investigación. *Sciencie Directa*, 527-538.
- Cely, L. (2018). Evaluación de los riesgos físicos y químicos en laboratorios de química. Bogotá, Colombia: Ed. Universidad Nacional de Colombia.
- Cevallos, K. (2022). *Valoración de riesgos químicos en la producción de agua potable de la planta de tratamiento de agua de la Empresa Pública Mancomunada de Agua Potable y Saneamiento de Esmeraldas*. . Obtenido de Tesis de grado. Gestión del Conocimiento e Innovación Empresarial. PUCESE:

file:///C:/Users/usuario/Downloads/Cevallos%20Angulo%20Karla%20Lilibeth%20(2).pdf

- Chico, J. (2015). *Control de exposición laboral a sulfuro de hidrógeno en el tratamiento de aguas amargas y en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas de la EP Petroecuador*. Obtenido de Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10983/1/CD-6353.pdf>
- Dumoy, J. S. (1999). Los factores de riesgo. *Revista Cubana medicina general integrada*, 446-452.
- Ecolab, U. (2018). Secuestrantes de H₂S para petróleo crudo pesado. *Ecolab*.
- Fajardo, S. E., & Paez, G. J. (2016). Simulación del tiempo de calentamiento del fuel oil para determinar viscosidad óptima de bombeo. *INGENIUS*, 43-50.
- Fontes, R. (2017). Seguridad y Salud en el trabajo en América Latina y el Caribe. Obtenido de sitio web de Iadb.org:
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Seguridad-y-saluden-el-trabajo-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-An%C3%A1lisis-temasy-recomendaciones-de-pol%C3%ADtica.pdf>
- González, R. (2014). *Evaluación de la contaminación laboral por gases y aerosoles inorgánicos en áreas de la refinería de petróleo "Nico López"*.
- Hamdani, Y., Haryani, M., & Mohamed, S. (2017). Evaluación de riesgos de salud ocupacional y control de fugitivas emisiones en procesos químicos. *Trasacciones de Ingeniería Química*, 1-6. Obtenido de
<https://www.aidic.it/cet/17/56/137.pdf>
- Henao, F. (2016). Riesgos químicos. México D.F: Ed. Eco
- IESS. (1986). Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. 230.
- IESS. (2004). Instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo. 13.
- IESS. (2016). Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo. 72.

- INEN. (2013). Transporte, etiquetado, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos NTE INEN 2266. 53.
- INSHT. (2011). Seguridad en el Trabajo. 1-503.
- Jhayya, A. (2021). *Identificación y evaluación de los posibles riesgos químicos asociados a los procesos productivos de la planta asfáltica de Esmeraldas – San Mateo*. Obtenido de Tesis de grado. Gestión de Riesgos y Productividad Empresarial. PUCESE:
file:///C:/Users/usuario/Downloads/Jhayya%20Bayas%20Airiana%20Dom%C3%A9nica%20(1).pdf
- López, I., Ortega, N., Ortiz, S., Flores, E., Pérez, L., & Medrano, M. (2022). Reducción de ácido sulfhídrico mediante recirculación de efluentes en lagunas de estabilización con microalgas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1-12. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v13n1/2007-0934-remexca-13-01-29.pdf>
- Luna, M. (2019). Gestión de riesgo químico y elaboración de un manual de manejo seguro de cloro gas para la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Ibarra. Ibarra, Ecuador: Ed. Universidad Técnica del Norte
- Jiménez, B. M. (2011). Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. 262.
- Mateo, J. P., & García, S. (2000). El sector petrolero en Ecuador. *Problemas del desarrollo*, 45.
- Nogué, Gallen, S., & Vilchez. (2007). Secuelas neurológicas irreversibles causadas por una exposición al sulfuro de hidrógeno en un accidente laboral. *Toxicol*, 45-47.
- Olman, S. A. (2014). Manual de conceptos de riesgos y factores de riesgos para análisis de peligrosidad.
- Casto, R., y González, P. (1998). El riesgo de desastre químico como cuestión de salud pública. 481-500.
- Petroquimex. (2014). H2S en la industria petrolera. *Industria energética*.

- Rodriguez, C. (2017). Gestión del riesgo ambiental en almacenamiento y comercialización de productos químicos. 24-32.
- Rodriguez, J., Gaviria, L., & Ruiz, R. (2021). *Estrategia de control frente a la exposición laboral al ácido sulfhídrico en la Central Paraíso del grupo Enel – Emgesa*. Obtenido de Corporación Universitaria Minuto de Dios: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13996/1/TE.RLA_RodriguezJackeline-GaviriaLiliana-RuizRocio_2021
- Ruiz, I. (2016). Polvo: Prevención de riesgos y control en el ambiente de trabajo.
- Sánchez, F., & Peláez, J. (2014). Eficacia de las medidas preventivas y evaluación de riesgos químicos en una empresa avícola. *Revista colombiana de salud ocupacional*, 5-11.
- Valdéz, A. A., & Lareo, A. C. (2005). Riesgo químico laboral: elementos para un diagnóstico en España . *Revista España Salud Pública*, 283-295.
- Yarto, M., Ize, I., & Gavilán, A. (2013). El universo de las sustancias químicas peligrosas y su regulación para un manejo adecuado. Obtenido de sitio web de Gaceta ecológica: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53906904.pdf>
- Yousef Al-Hamdania, M. H. (2017). Occupational Health Risk Assessment and Control of Fugitive Emissions in Chemical Processes. *Chemical engineering transactions*, 817-822.
- Zhou, Q. (2018). Risk Management and Control Model of Dangerous Chemicals in Chemical Enterprises in the Context of Big Data. *Chemical engineering transactions*, 439-444.

ANEXOS

IMÁGENES DEL PROCESO INVESTIGATIVO









**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RIESGOS LABORALES
INSTRUMENTO 1.- ENCUESTA A TRABAJADORES DE LA
EMPRESA PETROEQUIPOS CIA. LTDA**

Estimados, la presente investigación tiene la finalidad de conocer las condiciones laborales en las que se desarrolla su trabajo en el tratamiento químico del fuel oil de exportación, por lo que le pedimos de la manera más amable, respondan a los siguientes aspectos:

- Nombres del trabajador
- Edad
- Nivel de estudios
- Cargo que desempeña
- Años de servicio
- Turnos de trabajo

Después de haber contestado a los aspectos anteriores, le pedimos leer con detenimiento las preguntas planteadas a continuación y que responda con objetividad, marcando con X donde usted crea conveniente según la escala detallada.

NUNCA	N-5
CASI NUNCA	CN-4
A VECES	AV-3
CASI SIEMPRE	CS-2
SIEMPRE	S-1

N°	ÍTEMS	ESCALA				
		N (5)	CN (4)	AV (3)	CS (2)	S (1)
1	¿Durante su jornada laboral está expuesto algún tipo de riesgo químico?					
2	¿ Se han presentado accidentes de trabajo en la empresa que labora?					
3	¿ Ha presentado problemas en su salud?					
4	¿Le han indicado los riesgos químicos a los que está expuesto en su trabajo?					
5	¿Le han proporcionado equipos de protección personal adecuados para realizar sus labores?					
6	¿Existe la suficiente señalización sobre peligros químicos existentes en el área de trabajo?					
7	¿Ha recibido capacitación de parte de la institución sobre riesgos químicos?					
8	¿Se han realizado simulacros de emergencias sobre posibles accidentes químicos?					
9	¿Se han realizado exámenes médicos para verificar su estado de salud?					
10	¿ Los lugares para realizar su trabajo son adecuados?					
11	¿Se procede a la limpieza de derrames de sustancias tóxicas o nocivas cuando se producen y con la protección individual adecuada?					
12	¿ Se procede a la limpieza de los puestos de trabajo después de cada turno?					
13	¿Se Evita trasvasar productos químicos por vertido libre?					
14	¿Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavaojos en los puestos de trabajo?					