

UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

“MAESTRÍA EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL”

TÍTULO:

**CONTROL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE
HIDROCARBUROS.**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE MAGISTER EN SEGURIDAD E
HIGIENE INDUSTRIAL

AUTOR: Ing. Jorge Wilfrido Alvarado Brito

C.I.: 0603412198

DIRECTOR: Ing. Paulina Rebeca Espinoza Hernández

C.I.: 0103774261

CUENCA – ECUADOR

2016



RESUMEN.

El presente estudio se enmarca en la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de medidas de control en las actividades de extracción de lodos del interior de un tanque de almacenamiento de hidrocarburo en el Terminal de Productos Limpios Cuenca de EP Petroecuador. Debido a que, en la normativa nacional no se han establecido límites de exposición a agentes químicos, los valores obtenidos durante los trabajos de extracción de lodos han sido comparados con los recomendados por ACGIH (Defining the Science of Occupational and Environmental Health). Se ha podido determinar que en la atmósfera interna del tanque evaluado, los trabajadores se encuentran expuestos a un alto riesgo de intoxicación, a causa de la presencia de monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂). También se encontró que su límite inferior de explosividad (%LEL) excede el valor máximo permitido. Según investigaciones realizadas los problemas que afectan a la salud por la exposición prolongada a CO y SO₂, pueden provocar afecciones al sistema nervioso central y cardiovascular en el caso del primero, y problemas pulmonares con el segundo. Con los resultados obtenidos se pudo determinar que trabajar en la extracción de lodos en el interior de un tanque que almacenaba gasolina es de alto riesgo, debido a los niveles elevados de CO, SO₂ y %LEL; sin embargo, con las medidas sugeridas e implementadas actualmente se ha logrado reducir el riesgo, pudiendo ejecutar las tareas en un ambiente menos agresivo.

Palabras clave: almacenamiento de combustibles, mantenimiento, espacios confinados, gases explosivos, evaluación de riesgos.



ABSTRACT.

This study is part of hazard identification, risk assessment and determination of control measures in the sludge extraction activities inside a storage tank hydrocarbon in the Terminal de Productos Limpios Cuenca de EP Petroecuador. Because, in national rules are not set limits for exposure to chemical agents, the values obtained during the sludge removal work have been compared with those recommended by ACGIH (Defining the Science of Occupational and Environmental Health). It has been determined that the internal atmosphere of the tank evaluated, workers are exposed to a high risk of poisoning, because of the presence of carbon monoxide (CO) and sulfur dioxide (SO₂). It was also found that the lower explosive limit (% LEL) exceeds the maximum allowed value. According to research problems that affect health by prolonged exposure to CO and SO₂ can cause conditions to the central nervous and cardiovascular system in the first case and the second lung problems. With the results obtained it was determined to work in extracting sludge inside a tank gasoline is stored at high risk due to high levels of CO, SO₂ and % LEL; however, with the measures currently implemented has reduced the risk and can perform tasks in a less aggressive environment.

Keywords: fuel storage, maintenance, confined spaces, explosive gases, risk assessment.



CONTROL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS.

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	PROBLEMÁTICA.....	10
2.1.	Identificación del Problema.....	11
3.	ANTECEDENTES.....	13
4.	OBJETIVOS.....	15
4.1.	Objetivo General.....	15
4.2.	Objetivos Específicos.....	15
5.	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	15
5.1.	Información a los trabajadores.....	19
5.2.	Formación de los trabajadores.....	20
5.3.	Revisión de la formación e información sobre los riesgos laborales.....	20
5.4.	Clasificación de los productos químicos peligrosos.....	20
5.5.	Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades fisicoquímicas.....	22
5.6.	Propiedades químicas peligrosas clasificadas por sus propiedades toxicológicas.....	23
5.7.	Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades sobre la piel y las mucosas.....	24
5.8.	Productos químicos peligrosos clasificados por sus efectos específicos sobre la salud humana.....	25
5.9.	Productos químicos peligrosos clasificados por sus efectos específicos sobre el ambiente.....	26
5.10.	Medidas preventivas para trabajos en espacios confinados.....	27
6.	METODOLOGÍA.....	27
6.1.	Variación de las concentraciones de oxígeno.....	29
6.2.	Gases o vapores inflamables excediendo su límite de explosividad (LEL).....	30



6.3.	Concentraciones en la atmósfera de sustancias tóxicas o contaminantes sobre el límite permitido de exposición (TLV).....	32
6.4.	Metodología de Evaluación de Riesgos Identificados.	41
6.4.1.	Método de Evaluación para Riesgos Mecánicos – Método FINE.....	41
6.4.2.	Método de Evaluación para Riesgos Químicos – Comparación con valores TLV.....	45
6.4.3.	Método de Evaluación para Riesgos Ergonómicos - REBA	47
7.	RESULTADOS.....	51
7.1.	Evaluación de Riesgos Mecánicos.	51
7.2.	Evaluación de Riesgos Químicos.	51
7.2.1.	Mediciones de gases en el interior del tanque de almacenamiento.....	52
7.2.2.	Medición de gases en el exterior del tanque de almacenamiento.....	56
7.3.	Evaluación de Riesgos Ergonómicos.....	60
8.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
8.1.	Afecciones a la salud por la exposición a CO, SO ₂	71
8.2.	Resultado de la Medición de Gases en el Interior del Tanque de Almacenamiento.	74
8.3.	Resultado de la Medición de Gases en el Exterior del Tanque de Almacenamiento.....	76
8.4.	Resultados de Evaluación de Riesgos.....	79
9.	PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE RIESGOS.....	80
9.1.	Permiso de Trabajo.....	81
9.2.	Elaboración de Procedimiento de Trabajo.....	83
9.3.	Equipos de protección.....	85
9.4.	Planificación de Emergencias.....	89
9.5.	Vigilancia de la Salud.....	89
9.6.	Formación de los Trabajadores.....	92
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	96



ANEXOS.....	98
ANEXO 1: Análisis de Tarea.....	98
ANEXO 2: Permiso de Trabajo para Espacios Confinados.....	99
ANEXO 3: Procedimiento de Trabajo.....	100



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Jorge Wilfrido Alvarado Brito, autor de la tesis "CONTROL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Seguridad e Higiene Industrial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, 24 de octubre de 2016.

Jorge Wilfrido Alvarado Brito

C.I: 0603412198



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Jorge Wilfrido Alvarado Brito, autor de la tesis "CONTROL DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 24 de octubre de 2016.

Jorge Wilfrido Alvarado Brito

C.I.: 0603412198



1. INTRODUCCIÓN.

La industria petrolera en cada una de sus etapas como la exploración, explotación, refinación y distribución de derivados hasta los Terminales y Depósitos de la Empresa Pública (EP) Petroecuador, para su almacenamiento utiliza tanques metálicos de gran capacidad, pudiendo ser estos de forma cilíndrica o esférica. Los tanques que se encuentran instalados en el Terminal de Productos Limpios Cuenca de EP Petroecuador son construidos en acero al carbono cuyo espesor varía de acuerdo a su posición; es decir, que en las partes bajas donde soporta la mayor cantidad de presión es de 5 mm, y en las partes superiores se reduce a 4 mm.

El almacenar el petróleo o sus derivados en tanques, tiene como objeto garantizar su estado y propiedades físico - químicas, lo que permite que puedan ser usados para un proceso producto particular, para obtener algún derivado o simplemente para ser comercializado.

La industria petrolera, a lo largo de toda su historia, ha ido desarrollando y evolucionando en cada uno de sus procesos y estándares; por lo que, su crecimiento ha generado gran cantidad de fuentes de empleo, debido al tamaño de industria así como los réditos económicos que circulan alrededor del mercado del petróleo. Pero también esta industria, desde el punto de vista ambiental, se ha visto afectada por el grado de contaminación que cada uno de sus procesos genera y en algunos casos daños ambientales muy severos, a tal punto que esta industria ha tenido que invertir grandes cantidades de dinero por remediación y compensación por los daños ambientales producidos.

La distribución de los diferentes hidrocarburos en Ecuador se realiza por autotanques (llamados también tanqueros) y por poliductos (tendidos de tubería que atraviesa grandes cantidades de territorio), llevando los derivados desde un sitio hasta otro.

Una vez que los derivados llegan a los terminales o depósitos de hidrocarburos, estos son almacenados en tanques cilíndricos, construidos en acero al carbono. Éstos, debido a las propiedades físicas y químicas del diésel o gasolina, tienden a afectarse internamente provocando desgaste y corrosión; por lo que, es necesario someterlos a mantenimientos



preventivos periódicos que permitan evitar daños ambientales, como derrames o incendios, debido a fallas en sus estructuras.

El proceso de mantenimiento de estos tanques de almacenamiento conlleva una gran cantidad de actividades como el vaciado y limpieza de su interior. Debido a las condiciones físicas y ambientales de los tanques es necesario evacuar gases y vapores previo a cualquier trabajo.

Por lo tanto el presente estudio se enmarca en el control de accidentes y enfermedades profesionales en actividades de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, con el objeto de determinar los diferentes riesgos, así como desarrollar procedimientos para realizar las diferentes actividades de mantenimiento en los tanques de almacenamiento del Terminal de Productos Limpios Cuenca.

2. PROBLEMÁTICA.

El Terminal Cuenca de EP Petroecuador almacena cuatro tipos de productos como Gasolina Extra, Gasolina Súper, Diésel 2 y Diésel Premium, con una capacidad de almacenamiento de alrededor de 18.000 m³, distribuida en nueve tanques de almacenamiento, los mismos que se encuentran detallados en el cuadro 1.



Cuadro 1: Tanques de almacenamiento del Terminal Cuenca de EP Petroecuador.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO TERMINAL CUENCA		
N°	PRODUCTO	CAPACIDAD m3
1	Diesel oil	660
2	Diesel oil	495
3	Gasolina extra	1.550
4	Gasolina extra	3.360
5	Gasolina súper	880
6	Gasolina súper	770
7	Slop	660
8	Diesel premium	4.735
9	Diesel premium	4.735
CAPACIDAD TOTAL		17.815

El combustible llega hasta la instalación por transferencia mediante auto tanques, desde el Terminal Pascuales en la provincia del Guayas y la Libertad en la provincia de Santa Elena.

Estos vehículos son recibidos en la isla de descarga, en la cual se puede descargar simultáneamente seis unidades. También cuenta con una isla de carga, para el despacho a los auto tanques de reparto urbano, que transportan el producto hasta las estaciones de servicio de la zona de influencia. Esta isla cuenta con andenes de despacho para cada producto.

2.1. Identificación del Problema.

Los trabajos de mantenimiento en los tanques de almacenamiento no cuentan con un programa específico de mantenimiento, debido a que su intervención varía de acuerdo a correcciones o mejoras que se pretenden realizar a los mismos.



Durante las actividades de limpieza y extracción de lodos del interior de los tanques de almacenamiento no se cuenta con métodos de trabajo seguro, por lo que se pretende desarrollar los mismos, con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo.

Al trabajar en el interior de tanques de almacenamiento, ya sea por actividades de mantenimiento o inspecciones periódicas las personas que ingresan a su interior se verían expuestas a ciertos contaminantes químicos como monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), entre otros y a riesgos como explosiones e incendios debido a la concentración de gases inflamables que se encuentran en su interior; debido a esto, es indispensable valorar los riesgos químicos, así como determinar las medidas de control y procedimientos de trabajo con el objeto de evitar accidentes y enfermedades.

Para evitar accidentes y enfermedades profesionales al trabajar en el interior de tanques que almacenan hidrocarburos es necesario identificar los peligros; así como evaluar y controlar sus riesgos; adicionalmente, también es necesario desarrollar procedimientos y métodos de trabajo seguros para este tipo de labores.

Es primordial tener identificados cada uno de agentes tóxicos presente en el interior de un tanque de almacenamiento; debido, a que hasta el momento no se dispone de este tipo de información que permita trabajar de manera segura y tener conocimiento de todos los riesgos a los que se encuentran presentes dentro de su interior así como de todas las medidas de seguridad que se deben de tomar para evitar accidentes mayores y/o enfermedades.

Para determinar el nivel de toxicidad en el interior del tanque de almacenamiento de gasolina extra (tanque #3), que fue donde se realizaron las evaluaciones, es necesario conocer los niveles máximos permitidos a los que pueden estar expuestos los trabajadores, pero debido a que en la normativa ecuatoriana no existen estos límites máximos de exposición a compuestos químicos, se ha considerado como referencia los valores establecidos por ACGIH (DEFINING THE SCIENCE OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH), debido al prestigio que esta tiene y sus valores son reconocidos a nivel mundial.



Actualmente se han venido realizando estas actividades de mantenimiento, considerado las mismas medidas de seguridad indistintamente del producto que se almacene en el tanque; pero se ha podido observar que los tanques con productos como gasolina, la atmósfera es mucho más inflamable que los que almacenan diésel; así también, se ha determinado que el monóxido de carbono (CO) tienen un comportamiento similar. Adicionalmente existen otros parámetros que varían como el oxígeno y la temperatura.

Todo esto indica que el trabajar en el interior de un tanque de almacenamiento se vuelve un sitio de alto riesgo, por lo que es primordial saber que productos químicos se encuentran presentes, para poder determinar su concentración y las medidas de control necesarias que eviten posibles intoxicaciones, enfermedades, accidentes, incendios y/o explosiones en el interior de los mismos.

3. ANTECEDENTES.

Las actividades de mantenimiento de los tanques que almacenan hidrocarburos, requieren una serie de pasos previos a su intervención; siendo estos:

- Bloqueo de válvulas que permiten el ingreso y salida de los productos del tanque.
- Vaciado del producto almacenado del tanque.
- Evacuación de sedimentos (lodos) acumulados.
- Desgasificación.
- Apertura de compuertas laterales del tanque.

Solo una vez que se hayan realizado estas actividades, se podrá ejecutar cualquier actividad en su interior; entre éstas que se pudieran realizar por razones de mantenimiento tenemos:

- Cambio de placas de acero deterioradas (acero al carbono, con espesor de 4 – 5 mm).
- Cambio de válvulas (válvulas de compuerta que varían de 3” a 10” en algunos casos).



- Cambio de brazos o mangueras de drenaje de los techos (tanques de techo flotante).
- Limpieza y pintado interno del tanque.
- Calibración.

El presente estudio busca identificar, evaluar y proponer soluciones y metodología de trabajo para contrarrestar los diferentes tipos de riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores que realizan la actividades de mantenimiento en espacios confinados como son los tanques de almacenamiento de hidrocarburos; y así como el desarrollo de los procedimientos y medidas de seguridad colectivas, buscando minimizar y/o eliminar los riesgos, con el objeto de controlar o evitar accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y accidentes mayores.

Al trabajar en este tipo de lugares, considerados como de alto riesgo, debido a la alta concentración de gases tóxicos, inflamables, explosivos y la carencia o poco nivel de oxígeno, aún no se dispone de información específica para trabajos en el interior de tanques de almacenamiento de hidrocarburos. De igual manera dentro de la normativa nacional no existen límites máximos de exposición para compuestos químicos, por lo que necesariamente se deben tomar como valores referenciales los establecidos a nivel internacional como los de la ACGIH.

Una vez que se disponga de esta herramienta e información producto de esta investigación, se podrá ejecutar las actividades de mantenimiento en el interior de tanques de almacenamiento en el referido terminal de productos limpios con métodos y procedimientos seguros, así como en mejores condiciones de trabajo reduciendo el riesgo al que se encuentran expuestos los trabajadores.



4. OBJETIVOS.

4.1. Objetivo General.

Identificar los peligros y evaluar y controlar los riesgos, desarrollando procedimientos y métodos de trabajo seguros para actividades de mantenimiento en espacios confinados, como es el caso de los tanques de almacenamiento de hidrocarburos del Terminal de Productos Limpios Cuenca de EP Petroecuador.

4.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los peligros y los agentes químicos presentes en las actividades de mantenimiento en espacios confinados (tanques de almacenamiento).
- Evaluar los riesgos y los niveles de toxicidad presentes en las actividades de mantenimiento en espacios confinados (tanques de almacenamiento)
- Proponer y adoptar medidas de control y de protección para trabajo seguro en el interior de los tanques de almacenamiento.

5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.

Dentro de los trabajos de alto riesgo, se encuentran los que se realizan en espacios confinados, mismo que se describe como un recinto o espacio con aberturas limitadas de entrada, salida y ventilación desfavorable en estos sitios se pueden acumular contaminantes tóxicos, inflamables o tener una atmósfera deficiente de oxígeno y que no esté concebido para una ocupación en condiciones normales para un trabajador. Los riesgos en estos espacios son múltiples, ya que además de la acumulación de sustancias tóxicas o inflamables y escasez de oxígeno se añaden riesgos ergonómicos como los ocasionados por la estrechez, incomodidad, las posturas de trabajo, entre otros. Una característica de los accidentes en estos espacios es la gravedad de sus consecuencias tanto para la persona que realiza el trabajo como para las personas que la auxilian de forma inmediata sin adoptar las medidas de seguridad necesarias (García Gogénola 2012b).



Muchos de los accidentes que se producen en un espacio confinado pueden acarrear a que otras personas cercanas sufran las mismas consecuencias, debido a que en estas situaciones las personas que auxilian al accidentado, suelen sufrir los mismos síntomas de intoxicación súbita o desvanecimiento por ausencia de oxígeno. Es importante tener la máxima información sobre los posibles espacios confinados existentes en la empresa, para lo cual se debería elaborar un registro teniendo en cuenta el historial de incidentes, accidentes o trabajos realizados en la empresa en lugares que presenten las condiciones que se dan en los mismos, en los que se tenga en cuenta, los datos fundamentales, referentes al propio espacio confinado o su entorno. Existen diferentes tipos de riesgos específicos que deben ser evaluados, en algunos casos con metodologías y equipos de medición, por lo que, generalmente estas mediciones deben efectuarse previamente a la ejecución de trabajos y de forma continuada mientras se realizan los mismos y sea susceptible de producirse variaciones de la atmósfera interior. Las mediciones deben llevarse a cabo desde el exterior y en una zona segura (García Gogénola 2012b).

Los riesgos de explosión y/o incendio pueden tener un origen muy variado, por lo que han de evaluarse específicamente. La atmósfera explosiva debe entenderse como una mezcla entre el aire y sustancias inflamables, en condiciones en las que la ignición, la combustión se propaga a la mezcla no quemada, siendo necesario que la concentración de estos contaminantes esté comprendida entre los límites inferior y superior de explosividad. Considerando que los espacios confinados se pueden tener concentraciones desconocidas de agentes químicos, es necesario extremar las precauciones en estos sitios, sobre todo si han permanecido cerrados durante largo periodo de tiempo. Los riesgos en los espacios confinados están directamente relacionados a la peligrosidad de la atmósfera interior, y a las deficientes condiciones para realizar un trabajo. Entre los diferentes riesgos que se pueden presentar en los espacios confinados se destacan los siguientes:

- Riesgos mecánicos.
- Riesgos eléctricos (electrocución por contacto con partes metálicas que accidentalmente pueden estar en tensión).
- Caídas a distinto nivel y al mismo nivel.



- Caídas de objetos.
- Posturas forzadas.
- Ambiente físico agresivo, ambiente caluroso o frío, ruido y vibraciones, e iluminación deficiente.
- Intoxicación por exposición a agentes químicos.

En un espacio confinado se puede crear con mucha facilidad una atmósfera inflamable, esto debido a muchas causas, como la evaporación de disolventes de pintura, restos de líquidos inflamables, reacciones químicas, etc., siempre y cuando exista gas, vapor o polvo combustible en el ambiente y su concentración esté comprendido entre sus límites de inflamabilidad. La concentración en el aire de productos tóxicos por encima de determinados límites de exposición puede producir intoxicaciones agudas o enfermedades. La aparición de una atmósfera tóxica puede tener orígenes diversos, ya sea por existir el contaminante o generarse al realizar el trabajo en el espacio confinado. La intoxicación en esta clase de trabajos suele ser aguda ya que la concentración que se produce es alta. Si la concentración es baja las consecuencias son difíciles de detectar debido a la duración limitada de este tipo de trabajos, y si son repetitivos pueden dar lugar a enfermedades profesionales. Las causas frecuentes de accidentes se deben a situaciones en las que pueden producirse por atmósferas peligrosas; como por ejemplo:

- Asfixia por ausencia de oxígeno por trabajos de soldadura, calentamiento, corte, etc.
- Atmósfera inflamable con focos de ignición diversos.
- Presencia de monóxido de carbono.
- Sustancias tóxicas generadas durante el trabajo.
- Existencia de sustancias tóxicas en el recinto.
- Residuos o sedimentos de los productos almacenados en su interior (García Gogénola 2012a).

El hecho de que este tipo de lugares no estén diseñados para su ocupación tiene como consecuencia que no estén acondicionados para realizar trabajos en su interior, por ello suelen tener:



- Dimensiones reducidas, que hacen necesario adoptar posturas forzadas para el acceso y permanecer en el interior.
- Suelos en mal estado, que pueden favorecer caídas al mismo nivel, etc.

También pueden ser lugares ruidosos, tener vibraciones, presentar condiciones climáticas desfavorables, estar deficientemente iluminados e incluso, en muchos casos, carecer de iluminación. Si el espacio confinado dispone de elementos mecánicos en su interior, es muy probable que éstos no dispongan de protecciones para evitar atrapamientos, golpes, choques, etc. Además, este riesgo se verá incrementado en espacios húmedos o mojados. Otro de los riesgos que se pueden encontrar en espacios confinados es la inundación intempestiva de los mismos con algunos fluidos, bien de los que de forma habitual contiene o de espacios limítrofes que ocupan el vacío dejado por los primeros.

La importante magnitud de los riesgos ya citados puede, en ocasiones, desmerecer los riesgos propios de los trabajos que se realizan en el espacio confinado, y que obviamente deben ser tenidos en cuenta para establecer las medidas preventivas correspondientes.

Es habitual que al realizar un trabajo en un espacio confinado, riesgos que serían calificados como triviales si el trabajo se realizase al aire libre, se convierten en muy importantes por realizarse el trabajo en un espacio confinado con dimensiones reducidas o con contaminantes preexistentes. La gestión de los riesgos laborales en una empresa no puede considerarse adecuada sino tiene en cuenta la información para transmitir a los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos, ésta información tampoco puede considerarse útil si no va acompañada de una formación apropiada. La información tiene como finalidad dar a conocer a los trabajadores su medio de trabajo y todas las circunstancias que lo rodean, concertándolas en los posibles riesgos, su gravedad y las medidas de protección y prevención adoptadas. Es necesario que la información sea bidireccional, ya que también los trabajadores tienen el deber de informar de inmediato a su superior jerárquico y a los trabajadores designados para realizar actividades preventivas, o en su caso, al servicio de prevención cuando exista, acerca de cualquier situación que a su juicio, entrañe un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. Se deberá garantizar que todo el personal de la empresa reciba una formación suficiente



en materia preventiva dentro de su jornada laboral, tanto en el momento de su contratación, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías, así también cambios en los productos químicos utilizados todo ello de manera independiente de la modalidad o duración del contrato, (Alfonso López 2011).

5.1. Información a los trabajadores.

En cada uno de los centros de trabajo tanto los trabajadores como sus representantes deben contar con toda la información respecto a una serie de aspectos relacionados con los productos químicos que usan en sus procesos, por lo tanto es importante conocer:

- Qué productos químicos usan, las propiedades peligrosas de tales productos, y las medidas de precaución habitual que deben tomarse.
- Sobre los riesgos, señalizaciones, gráficos y documentación, en cuanto a su significado, importancia y ubicación.
- Donde se almacenan.
- Cómo pueden dañarse.
- Cómo detectar cuando se liberan o derraman productos químicos.
- Lo que está haciendo la empresa para proteger a los trabajadores contra exposiciones a productos químicos.
- La obligación de que cuando un trabajador tenga motivos razonables para creer que existe un riesgo grave e inminente derivado de la utilización de productos químicos para su seguridad o su salud o la de otros, debe comunicarlo sin demora a su supervisor.
- Qué deben abstenerse de utilizar un producto químico definido como peligroso, si no se dispone de la información y de las medidas preventivas pertinentes, ya sea en la forma de ficha de datos de seguridad o de información facilitada por el empresario.
- Las normas de actuación definidas para situaciones de emergencia y la obligatoriedad de su cumplimiento, (Alfonso López 2011).



5.2. Formación de los trabajadores.

Es necesario que los trabajadores de una empresa deben recibir la formación necesaria sobre los productos químicos peligrosos, como parte de su trabajo, para ello deben ser formados sobre:

- La forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas y en las fichas de datos de seguridad.
- Los métodos disponibles de prevención y control de dichos riesgos, así como sobre los métodos adecuados para protegerse contra ellos, en particular métodos idóneos de almacenamiento, transporte y eliminación de desechos, así como primeros auxilios.
- Los equipos de protección individual y colectiva necesarios, (Alfonso López 2011).

5.3. Revisión de la formación e información sobre los riesgos laborales.

Se debe revisar y actualizar el alcance, así como el contenido de la formación de los trabajadores simultáneamente con los sistemas y métodos de trabajo. Con el objeto de verificar la formación de los trabajadores se deberá examinar:

- El grado de comprensión de las circunstancias en que se deben utilizar los equipos de protección personal y las limitaciones de tal uso.
- El grado de comprensión de la utilización más adecuada de las medidas de control técnico adoptadas.
- El dominio de los procedimientos que se deben aplicar en casos de emergencia en el uso de productos químicos peligrosos.
- Los mecanismos disponibles para el intercambio de información entre los trabajadores de turnos diferentes, (Alfonso López 2011).

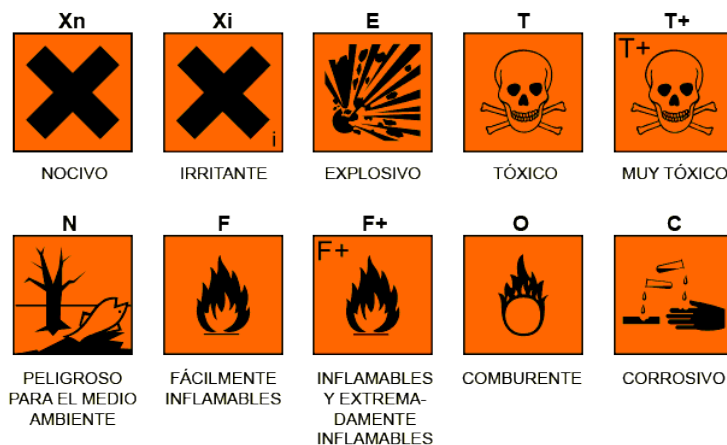
5.4. Clasificación de los productos químicos peligrosos.

Los productos químicos son considerados como peligrosos cuando poseen alguna característica que se encuentran asociadas a uno o varios riesgos. Estas características

están basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud humana y en los efectos sobre el ambiente. La clasificación de los productos químicos en una o varias categorías de peligro se efectúa a partir de los datos existentes, disponibles u obtenidos mediante métodos de ensayo, aplicando determinados criterios para cada categoría de peligro.

Para mejorar la identificación de los productos químicos peligrosos, es necesario señalar el envase o el sitio donde se encuentran los mismos, por ello, se recomienda usar señalización o simbología de fácil interpretación y que sean reconocidos internacionalmente, así como se muestra en la imagen 1, simbología permite identificar el peligro que representa algún producto químico en particular, pudiendo ser nocivo, tóxico, explosivo o peligroso para el ambiente, (Alfonso López 2011; Químicas 2003).

Imagen 1: Simbología (Químicas 2003).



Todos los productos químicos presentes en una empresa, sean estos comercializados, preparados en la propia empresa, productos intermedios del proceso o residuos del mismo, deben ser clasificados previamente. La clasificación de los productos es la única manera de conocer los riesgos que presentan y, por lo tanto, las medidas a tomar para que cualquier operación relacionada con los mismos resulte segura, (Alfonso López 2011).



5.5. Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades fisicoquímicas.

Para la clasificación de un producto según sus propiedades fisicoquímicas se tienen en cuenta los datos obtenidos mediante métodos de ensayo. El carácter explosivo o comburente se determina basándose en la respuesta del producto frente al choque o fricción, a su capacidad de producir una reacción exotérmica sin ayuda de energía o cuando entra en contacto con sustancias combustibles. El grado de inflamabilidad se clasifica en tres grados: extremadamente inflamable, fácilmente inflamable e inflamable, para los líquidos en función de su punto de inflamación o destello y su punto de ebullición. También se considera extremadamente inflamable los gases que se inflaman en contacto con el aire y fácilmente inflamables los sólidos susceptibles de inflamarse tras un breve contacto con una fuente de ignición, así como todos aquellos productos que por reacción con otros que pueden desprender gases inflamables o explosivos. Según estos criterios, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus propiedades fisicoquímicas se pueden clasificar en:

- **Explosivos:** Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en condiciones de ensayo determinadas, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial explotan.
- **Comburente:** Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica. El calor generado en estas reacciones puede desencadenar incendios o explosiones.
- **Extremadamente inflamable:** Las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, así como las sustancias y preparados gaseosos que a temperatura y presión normal sean inflamables en el aire.



- **Fácilmente inflamable:** Las sustancias deben cumplir algunas de las siguientes condiciones:

- Sustancias y preparados que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía.
- Sólidos que pueden inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente.
- Líquidos cuyo punto de inflamación sea muy bajo.
- Sustancias o preparados que en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.

- **Inflamable:** Los preparados líquidos y sustancias cuyo punto de ignición sea bajo. (Alfonso López 2011).

5.6. Propiedades químicas peligrosas clasificadas por sus propiedades toxicológicas.

Para la clasificación de un producto químico según su grado de toxicidad, se puede establecer tres escalas, tal como se expone en el Manual de Seguridad en el Trabajo de Editorial Mafre en su publicación realizada en el 2011; cada una de estas escalas están basadas en pruebas de laboratorio en roedores y los efectos provocados en los mismos, cuyo resultado se resume en la cuadro 2, categorizando tres escalas: Nocivos, tóxicos y muy tóxicos. Para ello se consideran los valores de dosis letal media (DL50) y de concentración letal media (CL50) en animales vertebrados tras una sola exposición para la toxicidad aguda.



Cuadro 2: Criterios de toxicidad basándose en la toxicidad aguda. (Alfonso López 2011).

Categoría	DL 50 oral rata mg/kg	DL 50 cutáneo rata o conejo mg/kg	CL inhalación rata mg/1/4 horas	
			Aerosoles o partículas	Gases y vapores
Muy tóxico	< 25	< 50	< 0.25	< 0.5
Tóxico	25 – 200	50 – 400	0.25 – 1	0.5 – 2
Nocivos	200 – 2000	400 – 2000	1 – 5	2 – 20

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus propiedades toxicológicas se pueden clasificar en:

- a) **Muy tóxicos:** las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.
- b) **Tóxicos:** las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.
- c) **Nocivos:** las sustancias y preparados que, por inhalación ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos, o incluso la muerte.(Alfonso López 2011).

5.7. Productos químicos peligrosos clasificados por sus propiedades sobre la piel y las mucosas.

Los efectos corrosivos se establecen a partir de la capacidad del producto para destruir los tejidos, considerando el tiempo necesario para que se produzca el daño (minutos y horas). Los productos fuertemente alcalinos (pH > 11.5) o fuertemente ácidos (pH < 2) se consideran corrosivos debido a lo previsible de su efecto.

Según el Manual de Seguridad en el Trabajo (Alfonso López 2011), manifiesta que los efectos irritantes por vía cutánea se establecen a partir del tamaño de las lesiones o inflamaciones provocadas en la piel de animales tras períodos de exposición de un



máximo de 4 horas y cuyos efectos persisten al menos 24 horas. En el caso de los ojos, los productos se consideran irritantes en función de lesiones oculares tales como: opacidad de la córnea, lesión del iris, enrojecimiento y edema de la conjuntiva. La irritación por vía inhalatoria se asigna principalmente a partir de observaciones en humanos. El carácter sensibilizante de un producto químico se establece, generalmente, a partir de datos epidemiológicos. La sensibilidad por contacto cutáneo puede también establecerse a partir de experiencias en animales.

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus propiedades sobre la piel y las mucosas se pueden clasificar en:

- a) **Corrosivos:** Las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos, pueden ejercer una acción destructiva de los mismos.
- b) **Irritantes:** Las sustancias y preparados no corrosivos que, por contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.
- c) **Sensibilizantes:** Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos, (Alfonso López 2011).

5.8. Productos químicos peligrosos clasificados por sus efectos específicos sobre la salud humana.

De acuerdo a la clasificación de los productos químicos que afectan a la salud humana, se consideran aquellos en los que la relación causa/efecto es de tipo probabilístico. Entre ellos se incluyen los carcinogénicos, los mutagénicos y los efectos sobre la reproducción, en este caso se refiere tanto a la capacidad reproductora masculina o femenina como a alteraciones en el desarrollo del ser humano. Según sea la evidencia respecto a la probabilidad de que tenga lugar el efecto se distinguen, para cada uno de ellos, tres categorías:



- **Categoría 1**, cuando se tienen pruebas suficientes respecto a la relación entre exposición y efecto en el hombre (datos epidemiológicos).
- **Categoría 2**, cuando hay elementos suficientes, basados en estudios animales, para suponer que la exposición implica un riesgo.
- **Categoría 3**, cuando la posibilidad de efectos en el hombre son preocupantes pero las pruebas disponibles no son suficientes o no son concluyentes.

Según los criterios citados, los productos químicos peligrosos atendiendo únicamente a sus efectos específicos sobre la salud humana se pueden clasificar en:

- a) **Carcinogénicos**: Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia.
- b) **Mutagénicos**: Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.
- c) **Tóxicos para la reproducción**: Las sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia (teratogénicos), o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora masculina o femenina. Los teratogénicos o dismorfogénesis producen alteración morfológica, bioquímica o funcional, inducida durante el embarazo que es detectada durante la gestación, en el nacimiento o con posterioridad. Estas alteraciones pueden clasificarse en mayores (focomelia) o menores (retraso en el desarrollo del comportamiento),(Pérez et al. 2002).

5.9. Productos químicos peligrosos clasificados por sus efectos específicos sobre el ambiente.

Respecto al ambiente se consideran los efectos sobre los ecosistemas, principalmente el acuático, y la capa de ozono. En lo referente al ambiente acuático se tienen en cuenta, para los productos químicos, la toxicidad aguda en peces, algas y crustáceos, así como daños a largo plazo en función de su biodegradabilidad y posible bioacumulación, en el



medio no acuático se consideran los efectos negativos sobre la fauna, la flora y los organismos del suelo, incluidos los daños a largo plazo, (Alfonso López 2011).

5.10. Medidas preventivas para trabajos en espacios confinados.

Para la ejecución de trabajos en espacios confinados es necesario establecer procedimientos o protocolos de actuación. Los procedimientos deben plasmarse en uno o varios documentos por escrito, que pueden ser los siguientes:

- Permisos de entrada.
- Procedimientos de trabajo.
- Registros en relación con los equipos de protección individual.
- Registros de formación.
- Registros de mantenimiento de equipos.
- Registros de vigilancia de la salud.

Todos estos documentos deber formar un conjunto homogéneo, en el que cada uno debe complementarse con los demás. Esta documentación deberá ser conocida por todos los mandos y trabajadores afectados.

Con el fin de dar cumplimiento a este protocolo y reducir al máximo los posibles riesgos potenciales, es recomendable que, en empresas que trabajen habitualmente en estos recintos, se seleccione un grupo de trabajadores especialistas para efectuar dichas tareas. Este quipo de personas deberá tener la formación adecuada, además de ir enriqueciéndose posteriormente con la experiencia adquirida en cada actuación. (Alfonso López 2011)

6. METODOLOGÍA.

Conforme se ha ido incrementado el desarrollo de la humanidad, también se han incrementado los riesgos para los trabajadores así como su área de influencia donde se desarrolla el mismo, siendo el objetivo principal obtener una ganancia económica.



Debido a las diferentes y variadas condiciones de trabajo para las personas, se han identificado varios factores de riesgo que pueden afectar a la salud o integridad de las mismas; siendo estos factores físicos, mecánicos, químicos, ergonómicos, psicosociales y biológicos.

Hoy en día todos los sitios o lugares en donde se desarrollan actividades o trabajos cuentan con protocolos y procedimientos de trabajo seguro, de tal forma que se elimine o se reduzcan los accidentes y posibles enfermedades provocadas por los trabajos ejecutados.

Uno de los pasos fundamentales para controlar los riesgos, es previamente la identificación de peligros y posteriormente la evaluación los riesgos que estos representan; teniendo estos datos se podrán tomar las medidas correctivas necesarias que puedan reducir o eliminar los mismos.

En la mayoría de casos se asignan a los espacios confinados única y exclusivamente los riesgos procedentes de las condiciones atmosféricas de su interior, pero dichos espacios conllevan numerosos riesgos añadidos al anterior, algunos de ellos pueden ser:

- Golpes con porta herramientas
- Caídas a distinto nivel (escaleras no adecuadas, escaleras en mal estado)
- Riesgos por contacto eléctrico directo o indirecto (falta de protección o mal aislado)
- Riesgos por desprendimientos de objetos (herramientas)
- Riesgos por asfixia, inmersión o ahogamiento debido a los productos contenidos en el espacio confinado
- Riesgos térmicos (humedad, calor)
- Riesgos por contacto con sustancias corrosivas o causticas.
- Riesgos biológicos (virus, bacterias)
- Riesgos por golpes con elementos fijos o móviles debido a la falta de espacio
- Riesgos debidos a las condiciones meteorológicas (lluvias, tormentas)
- Riesgos posturales (trabajos de rodilla, en cuclillas)

Dependiendo de las condiciones atmosféricas y de los trabajos a realizar en el interior de un tanque, los riesgos podrán variar, así como se muestran en la imagen 2, donde se realizan trabajos de corte y suelda de accesorios del interior de un tanque que almacena gasolina extra; producto de los trabajos realizados se genera una cantidad considera de humos de suelda, pero debido a la falta de circulación de aire en el interior, tiende a provocar dificultad al respirar.

Imagen 2: Mantenimiento – Cambio de brazo de drenaje de agua en tanques de almacenamiento.



Entre los diversos tipos de riesgos presente en el interior de un tanque que almacena hidrocarburos, se encuentran los químicos, que están directamente relacionados a los riesgos atmosféricos.

En un espacio confinado los riesgos por exposición a agentes químicos que se encuentran en la atmósfera son unos de los más peligrosos y los que estadísticamente producen la mayor cantidad de accidentes, por esta razón es necesario clasificar los riesgos de acuerdo a su tipo, así como se describen a continuación:

6.1. Variación de las concentraciones de oxígeno.

Unos de los parámetros más importantes que necesitan ser monitoreados en un espacio confinado como en el interior de un tanque de almacenamiento, debido a sus repercusiones sobre la salud de las personas es el oxígeno, ya que concentraciones por debajo de 18 % se considera como deficiencia de oxígeno, ocasionando dificultades de



respiración y asfixia. De la misma manera, una atmósfera con oxígeno sobre 25 %, se considera como enriquecimiento de oxígeno, que podría desencadenar un incendio si se encuentra en presencia de un combustible y una pequeña fuente de calor.

Con el objeto de identificar y clasificar el riesgo por la deficiencia o reducción del oxígeno en un recinto cerrado, Gonzáles, 1986 presenta una clasificación de las consecuencias para la salud de acuerdo al porcentaje de oxígeno presente; dicha clasificación se presenta en el cuadro 3, donde se puede observar que de acuerdo a la disminución del oxígeno en el ambiente las consecuencias o síntomas para la salud se agravan.

Cuadro 3: Concentración de oxígeno en atmósfera en espacios confinados. (Gonzáles 1986), (NIOSH 1986)

CONCENTRACIÓN DE O ₂	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CONSECUENCIAS
21	Indefinido	Concentración normal de oxígeno
20.5	No definido	Concentración mínima para entrar sin equipos con suministro de aire
18	No definido	Problemas de coordinación muscular y aceleración de ritmo cardiaco.
17	No definido	Riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor.
12 – 16	Segundos a minutos	Vértigo, dolor de cabeza, disneas e incluso alto riesgo de inconsciencia.
6 – 10	Segundos a minutos	Náuseas, pérdida de conciencia seguida de muerte en 6 – 8 minutos.

6.2. Gases o vapores inflamables excediendo su límite de explosividad (LEL).

Definen las concentraciones mínimas y máximas del vapor o gas en mezcla con el aire, en las que son inflamables. Se expresan en tanto por ciento en el volumen de mezcla



vapor de combustible - aire. Reciben también el nombre de límites de explosividad, ya que según las condiciones de confinamiento, cantidad, intensidad de la fuente de ignición, etc. varía la velocidad de la combustión y es común que se origine una explosión. Aunque ambos términos son intercambiables para vapores y gases inflamables, es más usual el de límites de inflamabilidad para estos dos y el de límites de explosividad para polvos combustibles.

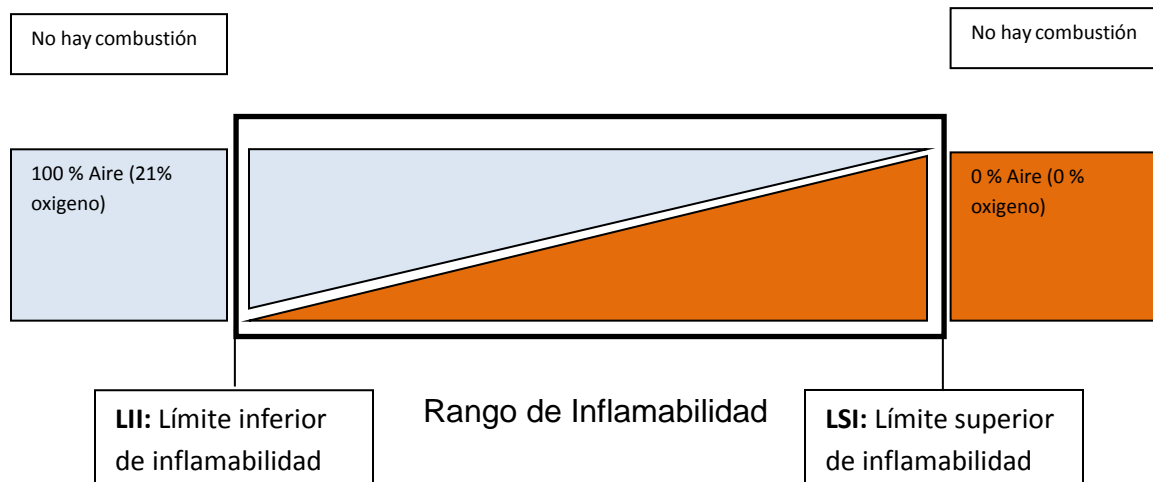
Los valores del límite inferior y superior de inflamabilidad nos delimitan el llamado Rango o Campo de Inflamabilidad o Explosividad, así como lo define Sierra, 1993,; en donde, el límite inferior de inflamabilidad es la concentración mínima de vapor o gas en mezcla con el aire, por debajo de la cual, no existe propagación de la llama al ponerse en contacto con una fuente de ignición

El límite superior de inflamabilidad se lo define como la concentración máxima de vapor o gas en aire, por encima de la cual, no tiene lugar la propagación de la llama, al entrar en contacto con una fuente de ignición.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente no se produciría explosión cuando el oxígeno se encuentre por debajo del límite inferior y por encima del límite superior de inflamabilidad; por lo que, se podría decir que el mayor riesgo de inflamabilidad se daría cuando los niveles de oxígeno y vapores o gases inflamables se encuentre sobre el límite inferior y por debajo del límite superior de inflamabilidad.

Para mejorar su comprensión, en el gráfico 1, se ilustran los límites y rango de inflamabilidad de acuerdo al porcentaje o concentración de oxígeno y gases o vapores inflamables en un ambiente determinado:

Gráfico 1: Límite Inferior – Superior de Explosividad.



6.3. Concentraciones en la atmósfera de sustancias tóxicas o contaminantes sobre el límite permitido de exposición (TLV).

Cada producto químico cuenta con hojas de datos sobre sus propiedades físicas – químicas así como las medidas de seguridad que se deben tomar para cada uno de estos, llamadas Hojas de Seguridad o MSDS. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España, tiene publicado Hojas de Seguridad de la mayor parte de productos químicos donde se puede verificar los niveles máximos permitidos de exposición, estos servirán para determinar si existe o no riesgo de cierto agente químico.

De acuerdo a la composición de los hidrocarburos y generación de productos químicos en espacios confinados, se tendrían los siguientes agentes químicos en el interior de un tanque que almacene hidrocarburos: Monóxido de carbono, Dióxido de azufre, Tolueno, Benceno, Xileno, Sulfuro de hidrógeno y Cianuro de hidrógeno.

Además de los agentes químicos que podrían encontrar en un espacio confinado, se podría encontrar también:

- Residuos en forma de polvos o neblinas que oscurezcan el ambiente disminuyendo la visión a menos de 1,5 metros.
- Sustancias en la atmósfera que provoquen efectos inmediatos en la salud como irritación en los ojos y dificultades respiratorias.

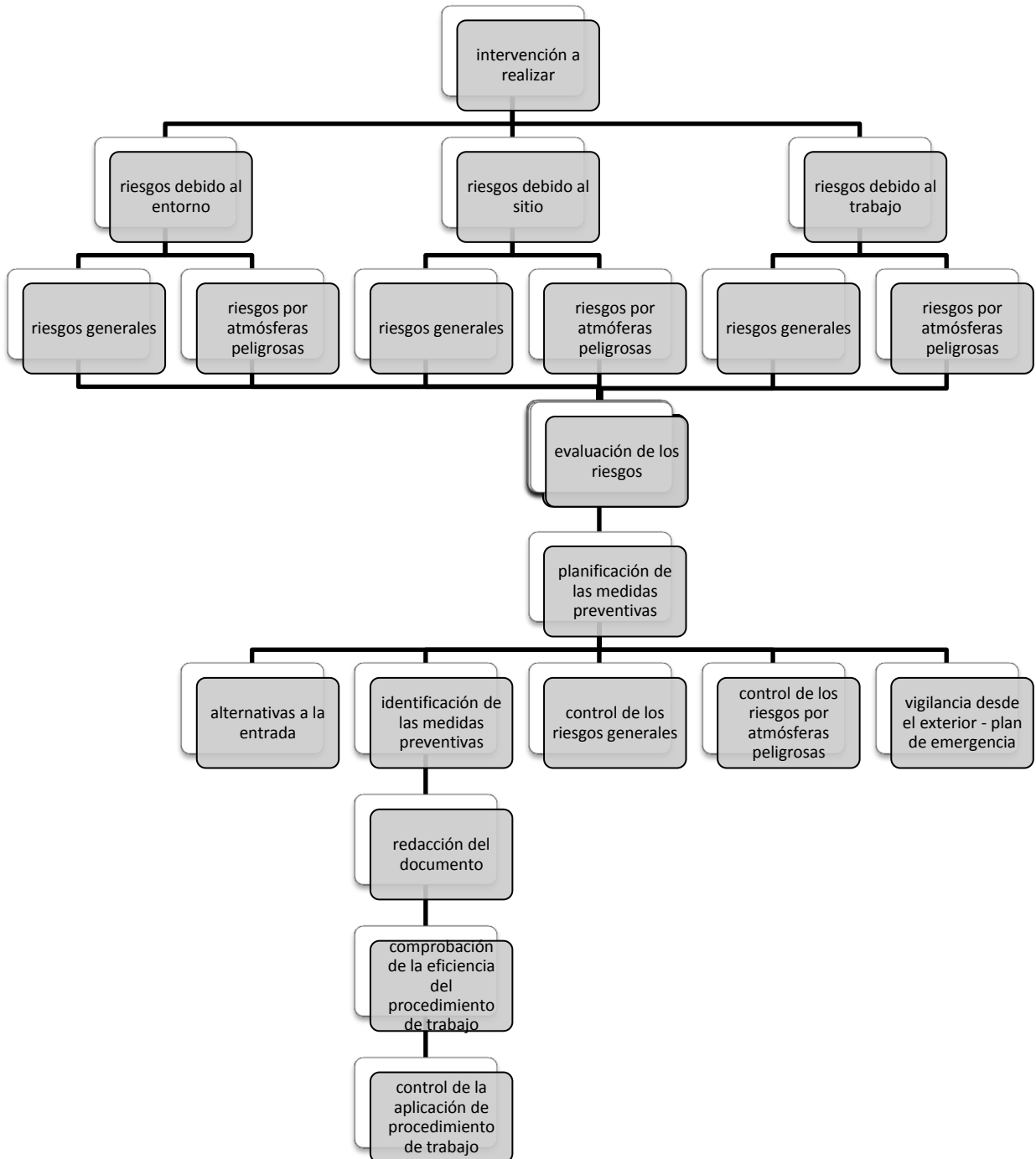


De acuerdo a lo mencionado, podríamos evaluar los peligros químicos identificados; y se podrá determinar su grado de peligrosidad y afectación de cada uno de ellos.

Para la identificación de peligros de una actividad o proceso en particular, se han desarrollado con el tiempo ciertas herramientas y métodos que facilitan la identificación de estos. Para el caso de trabajos en espacios confinados se podría usar el procedimiento detallado en el gráfico 2, recomendado por MAPFRE 2011, en el cual se pide analizar tres escenarios en los que podrían presentarse peligros, siendo estos el entorno, el sitio de trabajo y el relacionado a la o las propias actividades que se van a realizar; para cada uno de estos escenarios se deben identificar los riesgos generales y los riesgos relacionados a las atmósferas peligrosas que podrían estar presente en cada uno de los mismos. Una vez que se tienen los riesgos generales y por atmósferas peligrosas de cada uno de los escenarios se deberá evaluar todos los riesgos, para posteriormente planificar las medidas de control o preventivas. Es necesario documentar toda la información levantada, y socializar con el personal que se encuentre directamente involucrado. En el gráfico 2, se puede observar este procedimiento en el que se puede entender de una mejor manera lo antes mencionado.



Gráfico 2: Procedimiento para trabajos en espacios confinados.





En el caso de los tanques que almacenan hidrocarburos, la identificación de peligros se centra en las actividades de mantenimiento de los mismos, y generalmente se resumen en factores de riesgos ergonómicos, mecánicos y químicos.

Realizando una inspección y análisis de las actividades de mantenimiento en un tanque de almacenamiento, se pueden identificar los peligros y riesgos presentes. En base al procedimiento descrito en el gráfico 2, y lo mencionado en este capítulo se pueden identificar los riesgos; para esto se debe considerar la experiencia del técnico que realiza la identificación y la de los trabajadores que ejecutan las tareas.

Con la información levantada conjuntamente con los técnicos que se encuentran involucrados en este proceso, se pueden enumerar todas las actividades en forma secuencial para ejecutar la tarea. En el cuadro 4: Matriz de Identificación de Peligros - Riesgos, se describe el proceso para el mantenimiento de tanques que almacenan hidrocarburos, en donde se detallan las actividades que se ejecutan así como el peligro y el riesgo implicado.



Cuadro 4: Matriz de Identificación de Peligros - Riesgos

PROCESO: MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS

ÍTEM	ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	OBSERVACIÓN
1	Cierre de válvulas de carga y descarga del tanque	Manipulación de objetos mecánicos	Sobreesfuerzo físico	Se considera sobre esfuerzo físico en el caso de no contar con electroválvulas
2	Desmontaje de compuertas de tanque	Uso de herramientas manuales	Golpes / cortes	
3		Peso de compuertas de tanques	Aplastamientos	
4	Extracción de producto restante del tanque	Hidrocarburos inflamables/combustibles	Incendio/Explosión	
5	Extracción de sedimentos	Manipulación de sedimento	Químico	
6	Traslado de producto/sedimentos	Autotank en movimiento	Choque contra objetos	
7	Descarga de producto/sedimentos	Vapores de hidrocarburos	Incendio/Explosión	
8	Limpieza de superficie y paredes de tanque con agua	Agua a alta presión	Sobreesfuerzo físico	
9	Corte de partes internas de tanque	Oxicorte	Quemaduras	Solo en el caso de que sea necesario para el trabajo previsto
10	Suelda de partes y piezas internas en tanque	Suelda eléctrica	Quemaduras/Choque eléctrico	
11	Pintado de partes y piezas internas en tanque	Vapores de pintura	Químico	
12	Montaje de compuertas para rehabilitación y puesta en funcionamiento de tanque	Uso de herramientas manuales	Golpes / cortes	
13		Peso de compuertas de tanques	Aplastamientos	

OBSERVACIÓN:

Es importante señalar que desde el ítem 2 (desmontaje de compuertas de tanque), la presencia de vapores del hidrocarburo almacenado, es perceptible por todas las personas que se encuentran cerca a éste, debido a la presencia de gases y vapores; por lo que se podría considerar que durante todo el proceso de mantenimiento, los trabajadores se encuentran expuestos a riesgos químicos; además de encontrarse en un espacio confinado.

La evaluación de la peligrosidad de la atmósfera en el interior de un espacio confinado, en nuestro caso particular, un tanque de almacenamiento de hidrocarburos es uno de los puntos más importantes.

Para la medición de la concentración ambiental de gases y vapores se requiere cierta preparación técnica del personal que vaya a ejecutar esta actividad, y un cuidado



importante de los equipos de medición, si se pretende que los resultados obtenidos sean suficientemente fiables.

Antes de proceder a las mediciones, es necesario efectuar las pruebas de funcionamiento previas de los aparatos de medición, ya que deben estar en correctas condiciones. Se deberá realizar las mediciones desde una zona segura (en el exterior o en un punto valorado como no peligroso). Si no es posible, se podría realizar las mediciones con equipo respiratorio aislado, salvo que exista riesgo de explosión en cuyo caso se postergará la medición hasta corregir esta condición.

Las mediciones o evaluaciones en el interior de un espacio confinado deberá realizarse según el siguiente orden en las mediciones:

- Contenido de oxígeno,
- Explosividad, y
- Toxicidad.

La evaluación debe abarcar todo el sitio confinado donde puede haber exposición continua o circunstancial. En la evaluación previa al ingreso al espacio confinado se procederá de la siguiente manera:

1. Abrir la puerta o tapa del recinto lo menos posible e introducir la sonda de muestreo. Otras posibles alternativas, dependiendo del tipo de recinto y las presentaciones de la memoria del equipo, pueden consistir en: descolgar el aparato medidor mediante cuerdas; desplazarlo mediante robots; enviarlo sólo en viajes previos en ascensores o montacargas; utilizar sondas fijas previamente instaladas, etc.
2. Esperar que las lecturas se estabilicen, respetando siempre los tiempos de respuesta de los sensores.
3. En los tanques de almacenamiento o similares, efectuar las mediciones a distintas profundidades terminando a ras del suelo o de la superficie libre del agua.
4. Ante cualquier duda o incoherencia en la lectura de resultados, repetir las mediciones.



5. Para la obtención de los resultados, una regla básica es que cualquier condición peligrosa detectada en la evaluación inicial, obliga a extremar las prevenciones durante toda la permanencia en el sitio, aún después de haberla corregido.
6. Hay que realizar una evaluación continuada durante la permanencia, manteniendo los equipos de medición en funcionamiento continuo, disponer de un equipo de medición por cada zona de trabajo, preferiblemente portado personalmente y si se utiliza mediciones puntuales, establecer intervalos de medición en función del riesgo.

Cuando se alcance cualquier nivel de alarma, abandonar inmediatamente el sitio y archivar los datos de las mediciones al igual que en el caso de la evaluación inicial, (García Gogénola 2012b).

En el cuadro 5, se describen tres escalas de riesgo de acuerdo a la explosividad, deficiencia de oxígeno y toxicidad, así como las medidas que se deben seguir para evitar o reducir los riesgos. Con la información proporcionada por García Gogénola, 2012b en el cuadro 5, y una vez que se cuente con la evaluación de las sustancias químicas, se podrá recomendar las medidas preventivas necesarias para disminuir el riesgo al realizar trabajos en el interior de los tanques que almacenan hidrocarburos.



Cuadro 5: Actuaciones a seguir en función de los resultados obtenidos en la evaluación previa a la entrada al sitio o espacio confinado. (García Gogénola 2012b)

RIESGO	RESULTADO DE LA EVALUACIÓN INICIAL	ACTUACIÓN A SEGUIR			
		ENTRADA	VENTILACIÓN	EQUIPOS RESPIRATORIOS AISLANTES	EVALUACIÓN CONTINUADA POSTERIOR
Explosividad	10% LEL o mayor	Prohibida; solo personal especializado	Exhaustiva	Uso imprescindible, por el personal especializado	Necesaria
	Entre el 5% y 10%	Limitada a emergente	Exhaustiva	Uso imprescindible, si se supera el VLA-ED o TLV-TWA	Necesaria
	Menores del 5%	Permitida	Adecuada para conservación	Deseables para emergencias	Recomendable
Deficiencia de oxígeno	Menor de 19.5 %	Limitada a emergente	Exhaustiva	Uso imprescindible	Necesaria
	Entre 19.5% y 20.5%	A evitar	Exhaustiva	Uso aconsejado	Necesaria
	Más de 20.5% y menor a 23.5%	Permitida	Adecuada para conservación	Deseables para emergencias	Recomendable
Toxicidad	Más del 100% VLA-ED o TLV-TWA	Limitada a emergencias	Exhaustiva	Uso imprescindible	Necesaria
	Entre 50% y 100% VLA-ED o TLV-TWA	A evitar	Exhaustiva	Uso aconsejado	Necesaria
	Menos del 50% VLA-ED o TLV-TWA	Permitida	Adecuada para conservación	Deseables para emergencias	Recomendable

García Gogénola, 2012b enumera los compuestos químicos más comunes que se pueden encontrar en un espacio confinado, para ello en el cuadro 6 se detallan los límites de exposición para jornadas de trabajo de 8 horas y tiempos de exposición de 15 minutos correspondiente a TLV-TWA y TLV-STEL respectivamente. De la misma manera en el cuadro 6 se ha considerado el límite inferior de explosividad, la concentración mínima detectada por el olfato y la densidad en relación con el aire de cada una de las sustancias enlistadas. Con los valores detallados en el cuadro 6, se podrá comparar con los valores



medidos en la actividades de mantenimiento de los tanques, para poder establecer si su grado de peligrosidad y toxicidad y así poder establecer los controles necesarios si es que el riesgo excede los límites permisibles.

Cuadro 6: Características y datos sobre ciertos compuestos químicos en espacios confinados. (ACGIH 2005; García Gogénola 2012b).

COMPUESTO FÓRMULA QUÍMICA	LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL ACGIH		LÍMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDA D L.I.E. (LEL) % AIRE	CONCENTRA CIÓN MÍNIMA DETECTABLE POR EL OLFATO (PPM)	DENSIDAD DE VAPOR RELATIVA (AIRE = 1)
	8 h/día TLV-TWA (ppm)	15 minutos TLV-STEL (ppm)			
Dióxido de azufre SO ₂	2	5	No inflamable	0.5	Más pesado dv = 2.2
Sulfuro de hidrógeno H ₂ S	10	15	4.3%	0.005	Algo más pesado dv = 1.2
Metano CH ₄	Asfixiante simple, los efectos fisiológicos dependen del oxígeno desplazado		5 %	Inodoro	Más ligero dv = 0.6
Monóxido de carbono CO	25	-	12.5 %	Inodoro	Igual dv = 0.6
Amoniaco NH ₃	25	35	15 %	5	Más ligero dv = 0.6
Gasolina C ₈ H ₁₈	300	500	0.6 %	150	Más pesado dv = 3.9
Disolventes orgánicos Tolueno C ₆ H ₅ -CH ₃	50	-	1.2 %	5	Más pesado dv = 3.2

Los compuestos químicos cuando exceden los límites de exposición, suelen presentar síntomas previo a una intoxicación en el ser humano; en el cuadro 7 se presentan algunos síntomas provocados por los algunos compuestos químicos.



Cuadro 7: Síntomas de intoxicación por exposición a compuestos químicos en espacios confinados. (García Gogénola 2012b)

COMPUESTO QUÍMICO	CONCENTRACIONES MÁS BAJAS DE CONTAMINANTE A LAS QUE SE PRESENTAN LOS PRIMEROS SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN POR INHALACIÓN
Dióxido de azufre SO ₂	Irritación ocular y de vías respiratorias con 9 ppm
Sulfuro de hidrógeno H ₂ S	Irritación ocular y vías respiratorias con 20-70 ppm
Monóxido de carbono CO	Ligero dolor de cabeza con 65 ppm
Amoniaco NH ₃	Irritación ocular y de vías respiratorias con 70 ppm
Gasolina C ₈ H ₁₈	Irritación vías respiratorias y narcosis con 1600 ppm
Disolventes orgánicos Tolueno C ₆ H ₅ -CH ₃	Irritación vías respiratorias y narcosis con 300 ppm

6.4. Metodología de Evaluación de Riesgos Identificados.

Para cada uno de los peligros identificados en la Matriz de Identificación de Peligros – Riesgos, se puede seleccionar un método que nos permita verificar el grado de riesgo que representa para los trabajadores que realizan las actividades de mantenimiento de los tanques que almacenan hidrocarburos.

Los métodos de evaluación de cada riesgo se detallan a continuación:

6.4.1. Método de Evaluación para Riesgos Mecánicos – Método FINE.

Para valoración de riesgos de tipo mecánico se recomienda utilizar el Método FINE; este método se detalla en la norma NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente, (Bestratén Belloví and Pareja Malagón 1993); la misma que describe a continuación:



El nivel de riesgo (NR)

El nivel de riesgo (NR) se encuentra directamente relacionado al nivel de probabilidad (NP) de que ocurra y al nivel de consecuencia (NC); es decir, el nivel de riesgo se lo puede expresar como: $NR = NP \times NC$

Nivel de probabilidad

El nivel de probabilidad (NP) se encuentra directamente relacionado con el nivel de deficiencia (ND) de las medidas preventivas y del nivel de exposición (NE) al riesgo, el cual se puede expresar como el producto de ambos términos: $NP = ND \times NE$. En el cuadro 8, se detallan los diferentes valores de calificación, de acuerdo al nivel de deficiencia que se determine en el sitio evaluado.

Cuadro 8: Niveles de Deficiencia – Método FINE. (Bestratén Belloví and Pareja Malagón 1993)

DEFICIENCIA	ND	SIGNIFICADO
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgos significativos que determinan como muy posible la determinación de fallos.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia.
Aceptable (A)	1	No se ha detectado anomalía.

Para el caso del nivel de exposición, en el cuadro 9 se describe el valor que se deberá asignar de acuerdo al tiempo o frecuencia de exposición de las personas que ejecutan las tareas.



Cuadro 9: Niveles de Exposición – Método FINE. (Bestratén Belloví and Pareja Malagón 1993)

EXPOSICIÓN	NE	SIGNIFICADO
Continua (EC)	4	Continuamente, varias veces en una jornada de trabajo con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en una jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en una jornada laboral y con periodo corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Nivel de consecuencias.

Para el caso de la valoración del nivel de consecuencia, en el cuadro 10 se establecen 4 niveles de valoración de acuerdo a los posibles daños que pudieran ocasionar la ejecución de una actividad. Para el caso de pequeñas lesiones que no requieren hospitalización se establece un valor de 10, mientras que para el caso de muerte el valor asignado es de 100.



Cuadro 10: Niveles de Consecuencias de acuerdo al daño ocasionado – Método FINE. (Bestratén Belloví and Pareja Malagón 1993),

CONSECUENCIAS	NC	SIGNIFICADO	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o catastrófica (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro de proceso

Nivel de riesgo y nivel de intervención.

Una vez que se haya valorado el nivel de riesgo de acuerdo a las circunstancias de las tareas que se están ejecutando Bestratén Belloví & Pareja Malagón, 1993 establece cuatro niveles de intervención. Dependiendo de la valoración obtenida en el nivel de riesgo si este es inferior o igual a 20 puntos, no se requiere intervención, ya que se consideraría como un trabajo seguro. En el caso contrario en donde el nivel de riesgo se encuentre en el rango entre 600 y 4000 puntos, esto indicaría que la ejecución de las tareas se encuentran en una situación crítica, por lo que se necesitaría corregir o tomar las medidas de seguridad urgente para reducir el nivel de riesgo y evitar daños considerables. En el cuadro 11 se detallan los diferentes valores de nivel de riesgo y su respectivo significado.



Cuadro 11: Niveles de Intervención – Método FINE. (Bestratén Belloví and Pareja Malagón 1993)

INTERVENCIÓN	NR	SIGNIFICADO
I	4000 – 600	Situación crítica, corregir urgentemente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120 – 40	Mejorar si es posible.
IV	≤ 20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

6.4.2. Método de Evaluación para Riesgos Químicos – Comparación con valores TLV.

Para determinar el grado peligrosidad de los Riesgos Químicos Identificados, se comparará los valores máximos permitidos de exposición; con los valores obtenidos en las mediciones realizadas en las actividades de mantenimiento de los tanques.

Para la comparación de los valores medidos con valores máximos permitidos, podemos recurrir a la información brindada por La ACGIH; esta es una asociación con sede en USA que agrupa a más de 3000 profesionales de la Higiene del Trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades de todo el mundo. Los valores que establece la ACGIH se denominan "Threshold Limit Values" (TLV) y se basan exclusivamente en criterios científicos de protección de la salud. Estos valores TLV son sólo unos límites recomendados, pero gozan de un elevado prestigio en el mundo de la Higiene Industrial. Normalmente, cuando se citan los valores TLV de USA sin más especificación se está haciendo referencia a los valores propuestos por la ACGIH. La ACGIH ha establecido tres parámetros para la exposición a ciertos compuestos químicos dependiendo del tiempo de exposición, los mismos que se describen a continuación:

- Los "Time-Weighted Average" (TLV-TWA).- Media ponderada en el tiempo. Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar



expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos. Este es el tipo más característico, al que se hace referencia habitualmente cuando se cita un valor TLV

- Los "Short-Term Exposure Limit" (TLV-STEL). - Límites de exposición para cortos periodos de tiempo. Concentración a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un corto espacio de tiempo sin sufrir irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos o narcosis importante. No es un límite de exposición separado e independiente, sino un complemento de la media ponderada en el tiempo (TWA). Se define como la exposición media ponderada en el tiempo durante 15 minutos que no debe sobrepasarse en ningún momento de la jornada, aunque la media ponderada en el tiempo durante las ocho horas sea inferior al TLV-TWA. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un período de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango. Puede recomendarse un período de exposición distinto de los 15 minutos cuando ello está avalado por efectos biológicos observados.(Bartual and Guardino 1987)
- Los valores "Ceiling" (TLV-C). - Valor techo Concentración que no debería ser sobrepasada en ningún instante. La práctica habitual de la higiene admite para su valoración muestreos de 15 minutos excepto para aquellos casos de sustancias que puedan causar irritación inmediata con exposiciones muy cortas.

La ACGIH publica anualmente una relación de valores permisibles en el ambiente de trabajo (TLV) para agentes físicos y químicos y unos índices de exposición biológicos (BEI). La propia asociación divulga la información en que se ha basado para proponer dichos valores (Documentation of Threshold Limit Values) siendo su conocimiento imprescindible para su correcta aplicación. Estos valores son sólo unos límites recomendables y como tales deben ser interpretados y aplicados. Se han establecido exclusivamente para la práctica de la Higiene Industrial y la propia ACGIH indica una serie de casos en que no deben ser utilizados.



Los TLV (Valores Límite Umbral) para agentes químicos expresan concentraciones en aire de diversas sustancias por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos. Se admite que, dada la variabilidad de respuestas individuales, un porcentaje de trabajadores pueda experimentar ligeras molestias ante ciertas sustancias a estas concentraciones, o por debajo de ellas e, incluso en casos raros, puedan verse afectados por agravamiento de dolencias previas o por la aparición de enfermedades profesionales. Debido a los variados efectos que las sustancias químicas pueden provocar en las personas expuestas, se definen diferentes tipos de valores TLV.

Para determinar el nivel de riesgo químico presente en las actividades de mantenimiento de los tanques de almacenamiento, se procederá a comparar los valores obtenidos con los equipos de medición, con los valores máximos permitidos TLV-TWA. Para determinar el grado de peligrosidad se obtendrá el valor promedio de las mediciones realizadas y se comparará con el TLV-TWA, es decir, si el valor obtenido (valor promedio obtenido / TLV-TWA) de esta es menor a 1, se considera el nivel de exposición al agente químico como controlado o un riesgo bajo para la salud; pero en el caso de que el valor obtenido sea mayor o igual a 1, quiere decir que los niveles de exposición se encuentran por encima de lo permitido, por lo que implicaría un riesgo alto y crítico para la salud de las personas expuestas. Todo esto se encontrará detallado en las tablas 1 y 2, y en el cuadro 15 en donde se encuentran los valores obtenidos con los equipos de medición de los agentes químicos evaluados en el interior y exterior de los tanques.

Los equipos utilizados para la medición de gases fueron: MSA ALTAIR 5 y BM Technologies, los mismos que se encontraban calibrados a la fecha. Los medidores de gases cuentan con sensores para Monóxido de Carbono (CO), Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), Dióxido de Azufre (SO₂), Límite Inferior de Explosividad (%LEL) y Porcentaje de Oxígeno (O₂).

6.4.3. Método de Evaluación para Riesgos Ergonómicos - REBA

Para la evaluación ergonómica de las actividades que implican riesgo de este tipo, se utiliza el método REBA, que es una herramienta de análisis postural especialmente



sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

El método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad. La selección correcta de las posturas a evaluar determinará los resultados proporcionados por método y las acciones futuras.

El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.



Finalizada la aplicación del método REBA se aconseja:

- La revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad, con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.
- Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendasen. (Asensio, Cuesta, and Diego 2012)

Una vez identificados los peligros en el capítulo 6, y conocidos los métodos de evaluación, se proceden a valorar los riesgos; pero debido a sus características particulares, deben ser tratados en formas diferentes; por tal motivo, en el cuadro 12 se detalla una matriz amplificada detallando los métodos de evaluación para cada uno de los riesgos identificados:



Cuadro 12: Método de Evaluación de Peligros Identificados

PROCESO: MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS

ÍTEM	ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	FACTOR DE RIESGOS	MÉTODO DE EVALUACIÓN
1	Cierre de válvulas de carga y descarga del tanque	Manipulación de objetos mecánicos	Sobreesfuerzo físico	Ergonómico	Método REBA
2	Desmontaje de compuertas de tanque	Uso de herramientas manuales	Golpes / cortes	Mecánico	FINE
3		Peso de compuertas de tanques	Aplastamientos	Mecánico	FINE
4	Extracción de producto restante del tanque	Hidrocarburos inflamables/combustibles	Incendio/Explosión	Químico	Límite inferior de explosividad (LEL)
5	Extracción de sedimentos	Manipulación de sedimento	Intoxicación	Químico	Comparación con límites máximos de exposición (TLV)
6	Traslado de producto/sedimentos	Autotanque en movimiento	Choque contra objetos	Mecánico	FINE
7	Descarga de producto/sedimentos	Vapores de hidrocarburos	Incendio/Explosión	Químico	Límite inferior de explosividad (LEL)
8	Limpieza de superficie y paredes de tanque con agua	Agua a alta presión	Sobreesfuerzo físico	Ergonómico	Método REBA
9	Corte de partes internas de tanque	Oxicorte	Quemaduras	Mecánico	FINE
10	Suelda de partes y piezas internas en tanque	Suelda eléctrica	Quemaduras/Choque eléctrico	Mecánico	FINE
11	Pintado de partes y piezas internas en tanque	Vapores de pintura	Intoxicación	Químico	Comparación con límites máximos de exposición (TLV)
12	Montaje de compuertas para rehabilitación y puesta en funcionamiento de tanque	Uso de herramientas manuales	Golpes / cortes	Mecánico	FINE
13		Peso de compuertas de tanques	Aplastamientos	Mecánico	FINE

OBSERVACIÓN:

--



7. RESULTADOS.

Una vez descritos los métodos de evaluación para cada uno de los peligros identificados, se ha desarrollado una matriz (Cuadro 15: Matriz de identificación de peligros - evaluación de riesgos - control de riesgos - seguimiento y medición) donde se presentan los resultados de las evaluaciones individuales de cada riesgo, consiguiendo con esto una herramienta gerencial, que resume de cierta manera los resultados obtenidos, presentándolos de manera detallada, precisa y objetiva.

7.1. Evaluación de Riesgos Mecánicos.

Para describir los resultados obtenidos en una sola matriz, es necesario realizar previamente la evaluación de cada tipo de riesgo, pero en el caso de los riesgos mecánicos que son evaluados mediante el Método Fine, esto se lo puede hacer directamente en la matriz.

Para el caso de los otros riesgos, se debe realizar previamente cada evaluación, utilizando los métodos antes descritos y posteriormente colocar sus resultados en la matriz.

7.2. Evaluación de Riesgos Químicos.

Para la evaluación de Riesgos Químicos, las mediciones de los valores se las realizo por métodos de muestre en situ, con dos equipos de medición descritos en el capítulo 6 numeral 6.4.2.

Para evaluar el nivel de riesgo en espacios confinados, los fabricantes de los equipos de medición consideran tres parámetros (SO_2 , H_2S y CO) como los principales compuestos químicos generados en estos sitios; así mismo consideran los otros dos parámetros (%LEL y O_2) como importantes para evitar posibles daños a las instalaciones y al trabajador por causa de incendios o explosiones. Los valores encontrados mediante los equipos de medición, fueron resumidos en las tablas 1 y 2, de los cuales se obtuvo su valor promedio, que servirán para determinar el coeficiente de exposición y su grado de severidad en relación a los niveles máximos permisibles




establecidos para cada uno de los compuestos químicos evaluados. Es decir, si el valor promedio evaluado es inferior al valor máximo permitido, su coeficiente será inferior a 1, por lo que se podría considerar como riesgo medio o bajo dependiendo de lo cerca que se encuentre a este coeficiente; pero si el valor es igual o excede a 1, se deberá considerar como de alto riesgo. Dicho valor consiste en dividir el promedio encontrado para el valor máximo permitido y establecido por el TLV-TWA.

La medición de gases se lo realizó del 09 de octubre al 17 de noviembre del 2015, en el interior y exterior del Tanque No. 3 que almacena gasolina extra. Durante la limpieza y extracción de lodos del interior del tanque se pudo determinar que es el lapso de tiempo en el que los valores de CO son los más representativos y elevados; tarea que dura alrededor de 18 días. Durante los días restantes, mientras dura todo el trabajo, los niveles de gases se comportan en niveles bajos que no representan mayor riesgo para los trabajadores.

7.2.1. Mediciones de gases en el interior del tanque de almacenamiento

Los datos obtenidos por los equipos de medición en el interior del tanque de almacenamiento, fueron resumidos en la tabla 1, y representados gráficamente para una mejor comprensión de su comportamiento.



 Tabla 1: Agente Químicos Evaluados	
SITIO: Terminal de Productos Limpios Cuenca - EP Petroecuador UBICACIÓN: Interior de tanque de almacenamiento EQUIPO DE MEDICIÓN: BW Technologies GasAlertMicro 5 logfile PERSONA: Jorge Alvarado	

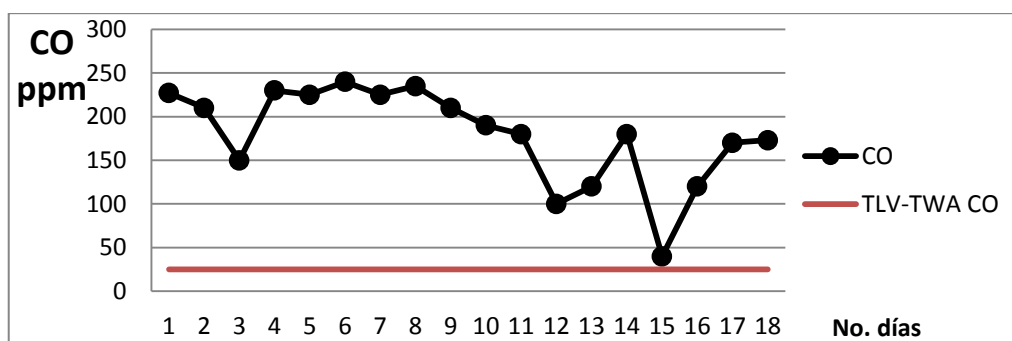
No	Toxic 1	Toxic 2	Toxic 3	LEL	O2
	(ppm) SO2	(ppm) H2S	(ppm) CO	%CH4/%LEL	(%)
1	3	2	227	16	20.9
2	2	2	210	14	20.9
3	2	2	150	14	20.9
4	3	3	230	19	20.9
5	3	2	225	16	20.9
6	4	3	240	18	20.9
7	3	2	225	16	20.9
8	3	2	235	16	20.9
9	2	2	210	15	20.9
10	2	2	190	14	20.9
11	2	1	180	13	20.9
12	1	1	100	10	20.9
13	1	1	120	10	20.9
14	2	1	180	13	20.9
15	0	0	40	6	20.9
16	1	1	120	10	20.9
17	1	2	170	12	20.9
18	1	2	173	17	20.9

PROMEDIO	2.0000	1.7222	179.1667	13.8333	20.9000
COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN (GRADO DE PELIGROSIDAD)	1.00	0.17	7.17	23.06	
VALOR MÁXIMO	4	3	240	19	20.9
TLV-TWA (ppm)	2	10	25	0.6	-
TLV-STEL (ppm)	5	15	-	-	-
Valores máximos permitidos según ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) para 8 horas de trabajo (TWA) y 15 minutos de exposición (STEL). (IPCSI and Europea 2010a, 2010b, 2010c).					

En el gráfico 3 se presenta el comportamiento de monóxido de carbono en el tanque No. 3 de la tabla 1; en donde se puede observar que todos los valores exceden el límite máximo permitido (TLV-TWA). Estos valores exceden casi 10 veces al límite máximo desde el 1^{er} día al 8^{avo}, y a partir de este último se observa un decrecimiento de los

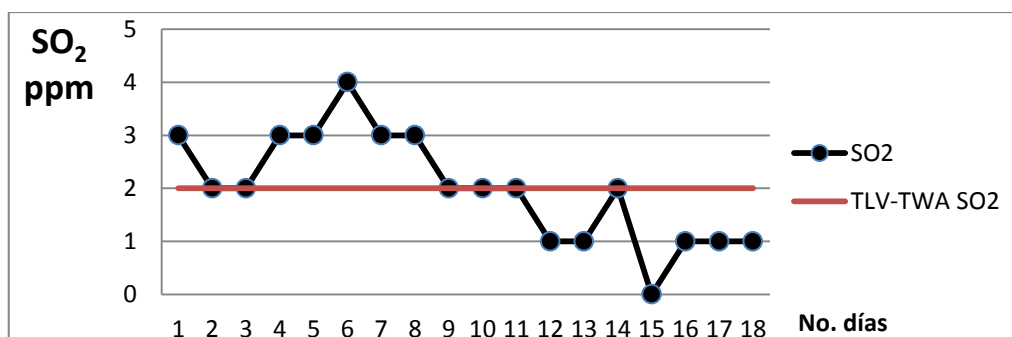
valores, pero al igual siguen excediendo los valores permitidos hasta el 18^{avo} día. En este caso, se deberán extremar las medidas de seguridad para reducir el grado de exposición de las personas que trabajan en este sitio de tal manera que no se produzcan afectaciones a las personas durante este periodo en las actividades de mantenimiento.

Gráfico 3: Concentración promedio de **monóxido de carbono** (CO) - valor máximo permito de exposición (TLV – TWA).



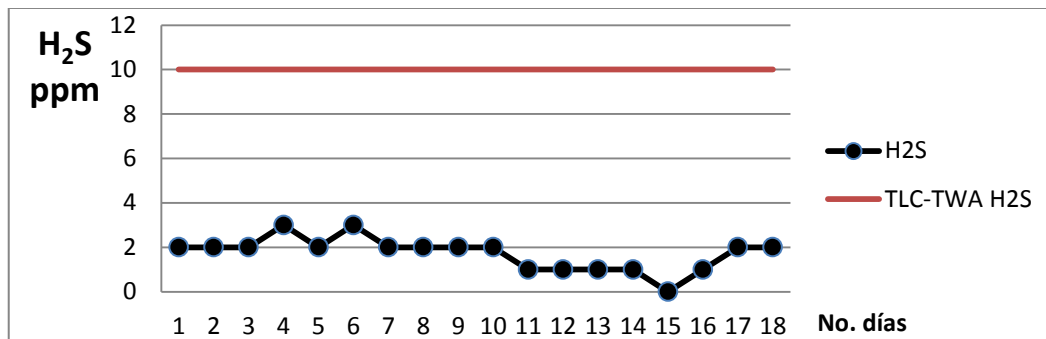
En el gráfico 4 se presenta el comportamiento de dióxido de azufre de la tabla 1, en donde se observa que durante los 9 primeros días de muestreo sus valores exceden el límite máximo permito, pero durante los 9 días siguientes estos valores presentan un decrecimiento, los mismos que se encuentran por debajo del TLV-TWA. En este caso también se deberá tomar las medidas de seguridad necesarias para reducir los niveles de exposición hasta que se encuentren por debajo del TLV-TWA.

Gráfico 4: Concentración promedio de **dióxido de azufre** (SO₂) - valor máximo permito de exposición (TLV – TWA).



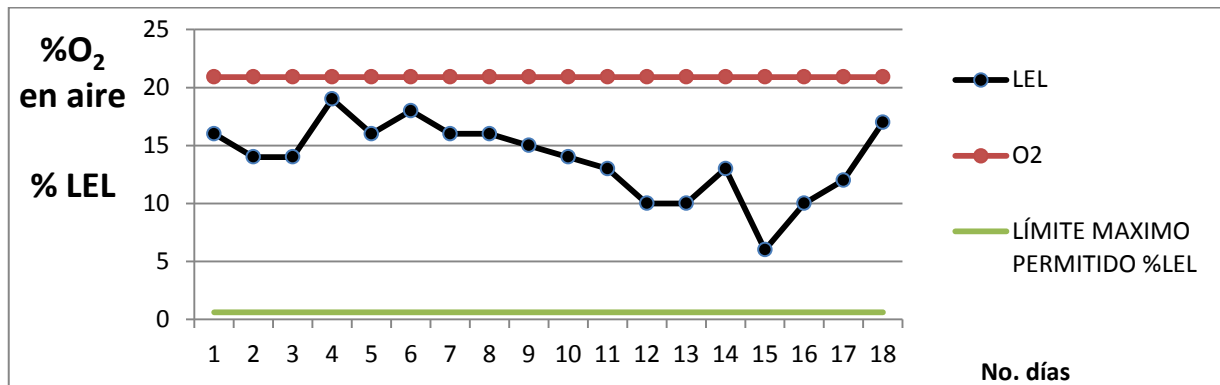
En el gráfico 5 se presenta el comportamiento del sulfuro de hidrógeno de la tabla 1, en donde se puede observar que todos los valores medidos se encuentran por debajo de los niveles máximos permitidos, por lo que no sería necesario tomar medidas de seguridad para este compuesto químico.

Gráfico 5: Concentración promedio de **sulfuro de hidrógeno** (H_2S) - valor máximo permitido de exposición (TLV – TWA).



En el gráfico 6 se presenta el comportamiento del límite inferior de explosividad (LEL) y el porcentaje de oxígeno (O_2) de la tabla 1, donde se puede observar que niveles de explosividad se encuentran por encima del recomendado por García Gogénola, 2012b presentado en el cuadro 6, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad para reducir los niveles de explosividad para reducir el riesgo de incendio y explosión. En el caso del oxígeno, su porcentaje se encuentra constante dentro de la atmósfera interna del tanque de almacenamiento, en este caso no se tendría riesgo por falta de oxígeno.

Gráfico 6: Concertación promedio de %LEL (explosividad), límite LEL permitido en atmósferas con presencia de gasolina y O₂.




7.2.2. Medición de gases en el exterior del tanque de almacenamiento

En la tabla 2 se resumen los datos obtenidos durante las mediciones de gases en el exterior de un tanque de gasolina extra No. 3 durante el mantenimiento del mismo. Durante estas tareas los valores de los gases evaluados se encuentran por debajo de los límites permisibles (TLV-TWA), por lo que no representaría riesgo alguno para las personas que se encuentran en este sitio.

En el caso del límite inferior de explosividad el valor obtenido durante la medición en el exterior del tanque también se encuentra por debajo del límite máximo recomendado por García Gogénola, (2012b). En la tabla 2 se resumen los valores promedios de 5 días evaluados, en donde se puede evidenciar que solo el primer día de muestreo se tienen valores del sulfuro de hidrógeno (H₂S) y el límite de explosividad (LEL); en el caso de los otros parámetros evaluados como dióxido de azufre (SO₂) y el monóxido de carbono (CO) tienden a cero. En el caso del oxígeno (O₂) sus niveles se encuentran en aceptables (cuadro 3).

En la tabla 2 también se puede observar que los coeficientes de exposición no se acercan a 1, lo que indicaría que el riesgo por exposición a los productos químicos evaluados es mínimo.



 Tabla 2: Agente Químicos Evaluados	
SITIO: Terminal de Productos Limpios Cuenca - EP Petroecuador UBICACIÓN: Exterior de Tanque de almacenamiento EQUIPO DE MEDICIÓN: BW Technologies GasAlertMicro 5 logfile PERSONA ENCARGADA DE LA MEDICIÓN: Jorge Alvarado	

RESUMEN - PROMEDIO DE DATOS

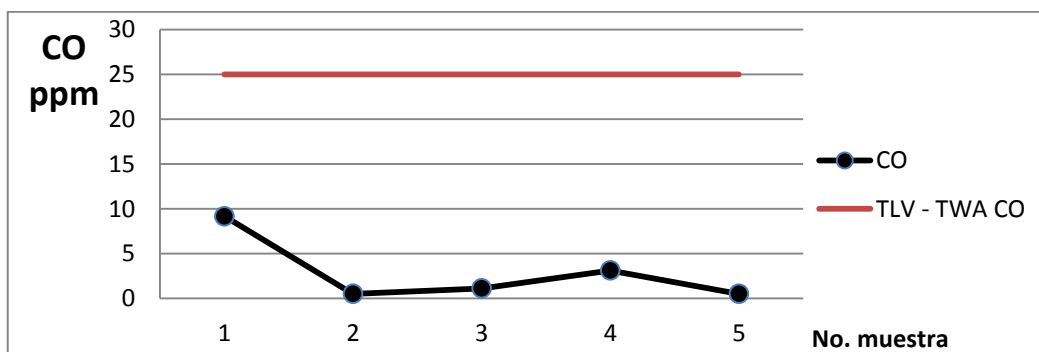
N° muestra	FECHA	Toxic 1	Toxic 2	Toxic 3	LEL	O2
	(dd-mm-aa)	(ppm) SO2	(ppm) H2S	(ppm) CO	%CH4/%LEL	(%)
1	09/10/2015	0.01093	0.02732	9.17486	0.19399	20.89066
2	12/10/2015	-0.00447	0.00000	0.51832	0.00000	20.90000
3	13/10/2015	0.10127	0.00000	1.12377	0.00000	20.89184
4	02/11/2015	-0.01986	0.00000	3.13333	0.00000	20.89504
5	17/11/2015	-0.00447	0.00000	0.51832	0.00000	20.90000

PROMEDIO	0.0167	0.0055	2.8937	0.0388	20.8955
COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN (GRADO DE PELIGROSIDAD)	0.01	0.00	0.12	0.06	
VALOR MÁXIMO	0.101265823	0.0273224	9.17486339	0.19398907	20.9
TLV-TWA (ppm)	2	10	25	0.6	-
TLV-STEL (ppm)	5	15		-	-

Valores máximos permitidos según ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) para 8 horas de trabajo (TWA) y 15 minutos (STEL) (IPCSI and Europea 2010a, 2010b, 2010c).

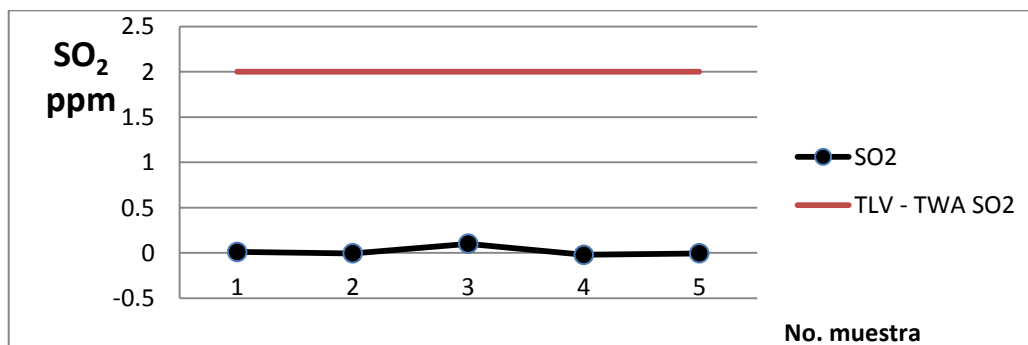
En el gráfico 7 se encuentran representados los valores evaluados del CO en el exterior de un tanque de mantenimiento, donde se observan que estos están por debajo del límite permisible TLV-TWA para este compuesto químico.

Gráfico 7: Concentración promedio de **monóxido de carbono** (CO) - valor máximo permitido de exposición (TLV – TWA)



En el gráfico 8 se encuentran representados los valores evaluados de SO₂, en donde se puede ver que su comportamiento en el exterior del tanque que se encuentra en mantenimiento está por debajo del TLV-TWA para este compuesto químico, por lo que no representaría ningún riesgo al trabajador.

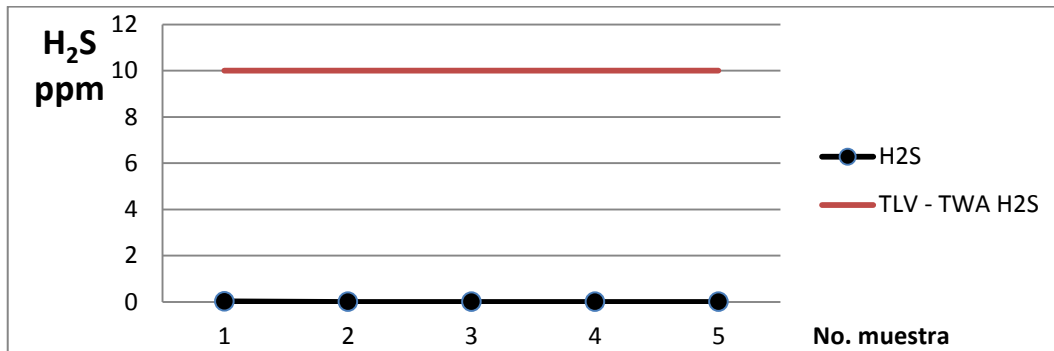
Gráfico 8: Concentración promedio de **dióxido de azufre** (SO₂) - valor máximo permitido de exposición (TLV – TWA)



En el gráfico 9 se encuentran representados los valores del H₂S en el exterior de un tanque que se encuentra en mantenimiento, en donde se puede observar que los niveles de este compuesto químico se encuentran por debajo del TLV-TWA, por lo que

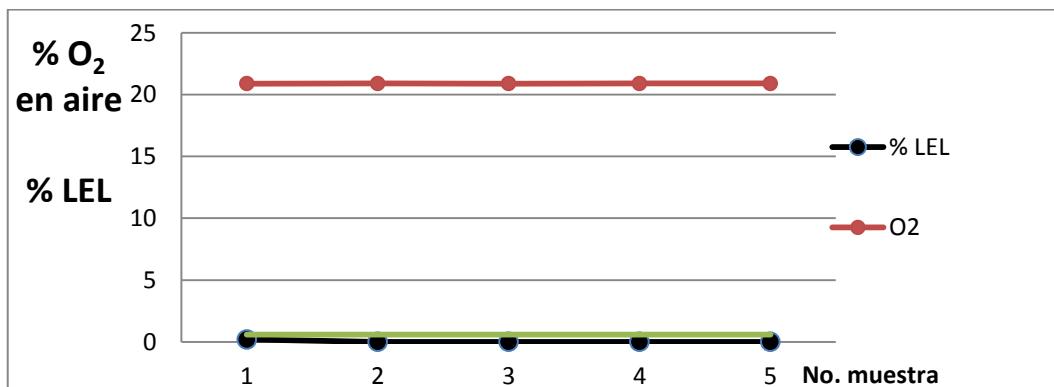
no representarían ningún riesgo para los trabajadores por causa de este producto químico.

Gráfico 9: Concentración promedio de **sulfuro de hidrógeno** (H_2S) - valor máximo permitido de exposición (TLV – TWA)



En el gráfico 10 se encuentran representados los valores evaluados del límite inferior de explosividad LEL medido en el exterior de un tanque que se encuentra en mantenimiento, en donde se puede observar que su valor está por debajo del recomendado (cuadro 6) por lo que no implicaría un riesgo de incendio o explosión en el sitio. En el caso del O_2 , se observa que su nivel es constante y de igual manera que en el caso anterior, no presentaría ningún riesgo para la salud por disminución de O_2 .

Gráfico 10: Concentración promedio de **%LEL (explosividad)**, límite LEL permitido en atmósferas con presencia de gasolina y O_2





7.3. Evaluación de Riesgos Ergonómicos.

Para la evaluación de riesgos ergonómicos, se utilizó el Método Reba cuya metodología se describió en el numeral 6.4.3. En el cuadro 13 se encuentra representado el método de evaluación ergonómica, el mismo que nos permite determinar si las actividades representan o no un riesgo para la salud de los trabajadores que realizan estas actividades.


Para mejorar la interpretación de los movimientos del cuerpo durante las actividades de extracción de lodos, en cada parámetro evaluado se ha colocado una imagen con el movimiento del cuerpo, y se ha trazado flechas que muestran el ángulo de inclinación de las articulaciones del cuerpo; dependiendo de dicho ángulo se podrá determinar si el trabajador realiza esfuerzos en sus movimientos corporales.


Una vez realizada la evaluación ergonómica de los trabajos en el interior del tanque de almacenamiento (cuadro 13), se pudo determinar que este tiene un nivel de acción 2, considerado como un nivel de riesgo medio, por lo que se recomendaría la actuación, es decir se deberán tomar medidas correctivas para reducir su nivel de riesgos.

Cuadro 13: Evaluación ergonómica de las actividades internas del tanque.

	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA												
	EVALUACIÓN ERGONÓMICA												
EMPRESA: EP PETROECUADOR - TERMINAL CUENCA SITIO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACTIVIDAD: Limpieza de superficies y paredes de tanque con agua		EVALUADOR: JORGE ALVARADO											
GRUPO A:	TRONCO												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El tronco está erguido</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o 20 y 60 grados de extensión</td> </tr> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>4</td> <td>El tronco está flexionado más de 60 grados.</td> </tr> </tbody> </table>	PUNTOS	POSICIÓN	1	El tronco está erguido	2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión	3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o 20 y 60 grados de extensión	4	El tronco está flexionado más de 60 grados.		
PUNTOS	POSICIÓN												
1	El tronco está erguido												
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión												
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o 20 y 60 grados de extensión												
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.												
GRUPO A:	CUELLO												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1</td> <td>El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El tronco está flexionado más de 20 grados o extensión</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>+1</td> <td>Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.</td> </tr> </tbody> </table>	PUNTOS	POSICIÓN	1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión	2	El tronco está flexionado más de 20 grados o extensión	PUNTOS	POSICIÓN	+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.		
PUNTOS	POSICIÓN												
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión												
2	El tronco está flexionado más de 20 grados o extensión												
PUNTOS	POSICIÓN												
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.												
GRUPO A:	PIERNAS												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1</td> <td>Soporte bilateral, andando o sentado.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>+1</td> <td>Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60 grados</td> </tr> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>+2</td> <td>Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados</td> </tr> </tbody> </table>	PUNTOS	POSICIÓN	1	Soporte bilateral, andando o sentado.	2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	PUNTOS	POSICIÓN	+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60 grados	+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados
PUNTOS	POSICIÓN												
1	Soporte bilateral, andando o sentado.												
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable												
PUNTOS	POSICIÓN												
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60 grados												
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados												



	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA																																																																																																																																																																																															
EVALUACIÓN ERGONÓMICA																																																																																																																																																																																																
PUNTUACIÓN INICIAL GRUPO A																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="3">TRONCO</th> <th colspan="12">CUELLO</th> </tr> <tr> <th colspan="4">1</th> <th colspan="4">2</th> <th colspan="4">3</th> </tr> <tr> <th colspan="4">PIERNAS</th> <th colspan="4">PIERNAS</th> <th colspan="4">PIERNAS</th> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>3</td><td>3</td><td>5</td><td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> <td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> <td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> <td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td> </tr> </table>	TRONCO	CUELLO												1				2				3				PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9																																																																													
TRONCO		CUELLO																																																																																																																																																																																														
		1				2				3																																																																																																																																																																																						
	PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS																																																																																																																																																																																							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																				
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6																																																																																																																																																																																				
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7																																																																																																																																																																																				
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8																																																																																																																																																																																				
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9																																																																																																																																																																																				
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9																																																																																																																																																																																				
PUNTUACIÓN INICIAL GRUPO B																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="3">BRAZO</th> <th colspan="6">ANTEBRAZO</th> </tr> <tr> <th colspan="3">1</th> <th colspan="3">2</th> </tr> <tr> <th colspan="3">MUÑECA</th> <th colspan="3">MUÑECA</th> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td> <td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>4</td><td>5</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td><td>5</td><td>5</td> <td>5</td><td>6</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>7</td><td>8</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td><td>8</td><td>8</td> <td>8</td><td>9</td><td>9</td> </tr> </table>	BRAZO	ANTEBRAZO						1			2			MUÑECA			MUÑECA				1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	4	3	3	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	6	7	5	6	7	8	7	8	8	6	7	8	8	8	9	9	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Puntuación para carga o esfuerzo</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>La carga o fuerza es menor de 5 kg.</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.</td> </tr> <tr> <td>+2</td> <td>La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>La fuerza se aplica bruscamente.</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Puntuación del tipo de agarre.</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Agarre Bueno.</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Agarre Regular.</td> </tr> <tr> <td>+2</td> <td>Agarre Malo.</td> </tr> <tr> <td>+3</td> <td>Agarre Inaceptable.</td> </tr> </table>	Puntuación para carga o esfuerzo		Puntos	Posición	0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.	+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.	+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.	Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.		Puntos	Posición	+1	La fuerza se aplica bruscamente.	Puntuación del tipo de agarre.		Puntos	Posición	0	Agarre Bueno.	+1	Agarre Regular.	+2	Agarre Malo.	+3	Agarre Inaceptable.																																																																																															
BRAZO		ANTEBRAZO																																																																																																																																																																																														
		1			2																																																																																																																																																																																											
	MUÑECA			MUÑECA																																																																																																																																																																																												
	1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																																																										
1	1	2	2	1	2	3																																																																																																																																																																																										
2	1	2	3	2	3	4																																																																																																																																																																																										
3	3	4	5	4	5	5																																																																																																																																																																																										
4	4	5	5	5	6	7																																																																																																																																																																																										
5	6	7	8	7	8	8																																																																																																																																																																																										
6	7	8	8	8	9	9																																																																																																																																																																																										
Puntuación para carga o esfuerzo																																																																																																																																																																																																
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																															
0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.																																																																																																																																																																																															
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.																																																																																																																																																																																															
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.																																																																																																																																																																																															
Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.																																																																																																																																																																																																
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																															
+1	La fuerza se aplica bruscamente.																																																																																																																																																																																															
Puntuación del tipo de agarre.																																																																																																																																																																																																
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																															
0	Agarre Bueno.																																																																																																																																																																																															
+1	Agarre Regular.																																																																																																																																																																																															
+2	Agarre Malo.																																																																																																																																																																																															
+3	Agarre Inaceptable.																																																																																																																																																																																															
PUNTUACIÓN C																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">PUNTUACIÓN A</th> <th colspan="12">PUNTUACIÓN B</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> </table>	PUNTUACIÓN A	PUNTUACIÓN B												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Puntuación del tipo de actividad muscular.</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.</td> </tr> </table>	Puntuación del tipo de actividad muscular.		Puntos	Posición	+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.	+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo	+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
PUNTUACIÓN A		PUNTUACIÓN B																																																																																																																																																																																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																				
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7																																																																																																																																																																																				
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8																																																																																																																																																																																				
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8																																																																																																																																																																																				
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9																																																																																																																																																																																				
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9																																																																																																																																																																																				
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10																																																																																																																																																																																				
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11																																																																																																																																																																																				
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11																																																																																																																																																																																				
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12																																																																																																																																																																																				
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																				
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																				
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																				
Puntuación del tipo de actividad muscular.																																																																																																																																																																																																
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																															
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.																																																																																																																																																																																															
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo																																																																																																																																																																																															
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.																																																																																																																																																																																															



	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA		
	EVALUACIÓN ERGONÓMICA		
<p>Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.</p>			
Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

La evaluación ergonómica para el caso del cierre de válvulas de un tanque de almacenamiento, igualmente que en el caso anterior se utilizó el método REBA, el mismo que se encuentra desarrollado en el cuadro 14.


Una vez obtenidos los resultados de la evaluación ergonómica, se determinó que su nivel de riesgo es medio por lo que es necesaria la actuación; es decir, que se deberán tomar medidas correctivas para reducir el riesgo a causa de esta actividad.




Cuadro 14: Evaluación ergonómica de trabajos en el exterior del tanque.


	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA													
	EVALUACIÓN ERGONÓMICA													
EMPRESA: EP PETROECUADOR - TERMINAL CUENCA SITIO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACTIVIDAD: Cierre de válvula de carga y descarga		EVALUADOR: JORGE ALVARADO												
														
GRUPO A:	TRONCO													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El tronco está erguido</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión</td> </tr> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>3</td> <td>El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o 20 y 60 grados de extensión</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El tronco está flexionado más de 60 grados.</td> </tr> </tbody> </table>	PUNTOS	POSICIÓN	1	El tronco está erguido	2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión	3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o 20 y 60 grados de extensión	4	El tronco está flexionado más de 60 grados.		
PUNTOS	POSICIÓN													
1	El tronco está erguido													
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión													
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o 20 y 60 grados de extensión													
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.													
GRUPO A:	CUELLO													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1</td> <td>El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El tronco está flexionado más de 20 grados o extensión</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>+1</td> <td>Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.</td> </tr> </tbody> </table>	PUNTOS	POSICIÓN	1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión	2	El tronco está flexionado más de 20 grados o extensión	PUNTOS	POSICIÓN	+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.		
PUNTOS	POSICIÓN													
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión													
2	El tronco está flexionado más de 20 grados o extensión													
PUNTOS	POSICIÓN													
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.													
GRUPO A:	PIERNAS													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1</td> <td>Soporte bilateral, andando o sentado.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>+1</td> <td>Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60 grados</td> </tr> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>+2</td> <td>Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados</td> </tr> </tbody> </table>	PUNTOS	POSICIÓN	1	Soporte bilateral, andando o sentado.	2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	PUNTOS	POSICIÓN	+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60 grados	+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados
PUNTOS	POSICIÓN													
1	Soporte bilateral, andando o sentado.													
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable													
PUNTOS	POSICIÓN													
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60 grados													
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados													



	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA																		
	EVALUACIÓN ERGONÓMICA																		
EMPRESA: EP PETROECUADOR - TERMINAL CUENCA EVALUADOR: JORGE ALVARADO SITIO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACTIVIDAD: Cierre de válvula de carga y descarga																			
GRUPO B:	BRAZO																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El brazo está flexionado más de 90 grados</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+1</td> <td>El brazo está abducido o rotado</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>El hombro está elevado</td> </tr> <tr> <td>-1</td> <td>Existe apoyo o postura a favor de la gravedad</td> </tr> </tbody> </table>		PUNTOS	POSICIÓN	1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión	2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión	3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión	4	El brazo está flexionado más de 90 grados	PUNTOS	POSICIÓN	+1	El brazo está abducido o rotado	+1	El hombro está elevado	-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad
PUNTOS	POSICIÓN																		
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión																		
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión																		
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión																		
4	El brazo está flexionado más de 90 grados																		
PUNTOS	POSICIÓN																		
+1	El brazo está abducido o rotado																		
+1	El hombro está elevado																		
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad																		
GRUPO B:	ANTEBRAZO																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados</td> </tr> </tbody> </table>		PUNTOS	POSICIÓN	1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión	2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados												
PUNTOS	POSICIÓN																		
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión																		
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados																		
GRUPO B:	MUÑECA																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTOS</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+1</td> <td>Existe torsión o desviación lateral de la muñeca</td> </tr> </tbody> </table>		PUNTOS	POSICIÓN	1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.	2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	PUNTOS	POSICIÓN	+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca								
PUNTOS	POSICIÓN																		
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.																		
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.																		
PUNTOS	POSICIÓN																		
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca																		



	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	EVALUACIÓN ERGONÓMICA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<p>PUNTUACIÓN INICIAL GRUPO A</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">TRONCO</th> <th colspan="12">CUELLO</th> </tr> <tr> <th colspan="4">1</th> <th colspan="4">2</th> <th colspan="4">3</th> </tr> <tr> <th colspan="4">PIERNAS</th> <th colspan="4">PIERNAS</th> <th colspan="4">PIERNAS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>3</td><td>3</td><td>5</td><td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td> <td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> <td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> <td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> <td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">PUNTUACIÓN INICIAL GRUPO B</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">BRAZO</th> <th colspan="6">ANTEBRAZO</th> </tr> <tr> <th colspan="3">1</th> <th colspan="3">2</th> </tr> <tr> <th colspan="3">MUÑECA</th> <th colspan="3">MUÑECA</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>2</td><td>2</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td> <td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>4</td><td>5</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td><td>5</td><td>5</td> <td>5</td><td>6</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td><td>7</td><td>8</td> <td>7</td><td>8</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td><td>8</td><td>8</td> <td>8</td><td>9</td><td>9</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Puntuación para carga o esfuerzo</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>La carga o fuerza es menor de 5 kg.</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.</td> </tr> <tr> <td>+2</td> <td>La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+1</td> <td>La fuerza se aplica bruscamente.</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Puntuación del tipo de agarre.</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Agarre Bueno.</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Agarre Regular.</td> </tr> <tr> <td>+2</td> <td>Agarre Malo.</td> </tr> <tr> <td>+3</td> <td>Agarre Inaceptable.</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">PUNTUACIÓN C</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PUNTUACIÓN A</th> <th colspan="12">PUNTUACIÓN B</th> </tr> <tr> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Puntuación del tipo de actividad muscular.</th> </tr> <tr> <th>Puntos</th> <th>Posición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+1</td> <td>Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.</td> </tr> </tbody> </table>		TRONCO	CUELLO												1				2				3				PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	BRAZO	ANTEBRAZO						1			2			MUÑECA			MUÑECA				1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	4	3	3	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	6	7	5	6	7	8	7	8	8	6	7	8	8	8	9	9	Puntuación para carga o esfuerzo		Puntos	Posición	0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.	+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.	+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.	Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.		Puntos	Posición	+1	La fuerza se aplica bruscamente.	Puntuación del tipo de agarre.		Puntos	Posición	0	Agarre Bueno.	+1	Agarre Regular.	+2	Agarre Malo.	+3	Agarre Inaceptable.	PUNTUACIÓN A	PUNTUACIÓN B												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	Puntuación del tipo de actividad muscular.		Puntos	Posición	+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.	+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo	+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.
TRONCO	CUELLO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	1				2				3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
BRAZO	ANTEBRAZO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	1			2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	MUÑECA			MUÑECA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	1	2	3	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	1	2	2	1	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2	1	2	3	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
3	3	4	5	4	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4	4	5	5	5	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
5	6	7	8	7	8	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
6	7	8	8	8	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Puntuación para carga o esfuerzo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+1	La fuerza se aplica bruscamente.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Puntuación del tipo de agarre.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0	Agarre Bueno.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+1	Agarre Regular.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+2	Agarre Malo.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+3	Agarre Inaceptable.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
PUNTUACIÓN A	PUNTUACIÓN B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Puntuación del tipo de actividad muscular.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Puntos	Posición																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

	MÉTODO RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT: REBA		
	EVALUACIÓN ERGONÓMICA		
Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.			
Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Aplicados los diferentes métodos de evaluación de riesgos, los resultados obtenidos deberán ser colocados en el cuadro 15: Matriz de Identificación de Peligros – Evaluación de Riesgos – Control de Riesgos – Seguimiento y Medición; esto nos permitirá determinar el nivel de riesgos general de todo el sitio. Para el desarrollo de la matriz, se ha desglosado el proceso que representa dicha actividad.

De acuerdo al proceso establecido, se han detallado cada una de las actividades correspondientes para el trabajo de mantenimiento de los tanques de almacenamiento, así también se han descrito:

- Las tareas,
- El puesto de trabajo,
- Los materiales, y
- Los equipos y herramientas utilizados.

Para cada una de las actividades antes detalladas, se han identificado los peligros, los factores de riesgo para cada uno de ellos (tipo de riesgo), los efectos o consecuencia, la parte de cuerpo afectada, la cantidad de personas afectadas (hombres y/o mujeres), y el tiempo de exposición por día para cada actividad.



Una vez descrito todo lo anterior, se ha evaluado por separado cada actividad, para determinar el grado de riesgo que representa para los trabajadores, todo esto utilizando los diferentes métodos de evaluación y los valores promedios de las mediciones de gases realizada durante la ejecución del trabajo de mantenimiento.

A continuación se detalla el cuadro 15 con la matriz de riesgos para la limpieza y evacuación de lodos de los tanques que almacenan hidrocarburos.



Cuadro 15: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS - EVALUACIÓN DE RIESGOS - CONTROL DE RIESGOS - SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN

SITIO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA EXTRA

FECHA: NOVIEMBRE - 2015

UBICACIÓN: CUENCA - EP PETROCUADOR

PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDAD	TAREA	PUESTO DE TRABAJO	MATERIALES DE TRABAJO	EQUIPOS/HERRAMIENTAS A UTILIZAR	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS					EVALUACIÓN DE RIESGOS										CONTROL DE RIESGOS									
							Peligro Identificado (Factor de Riesgo)	Riesgos identificados	TIPO DE RIESGO	EFFECTO O CONSECUENCIAS	PARTE DEL CUERPO AFECTADA	Personal expuesto	Tiempo de Exposición (hr)	MÉTODO FINE		MÉTODO DGSS				Grado de Peligrosidad	CONTROL AMBIENTAL ADMING (EPP, Procedimiento, Capacitación, control de ingeniería)	CONTROL BIOLÓGICO Y PSICOLÓGICO	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO						
MUJ	HOM	MUJ	HOM	Nivel de Peligrosidad (NRP) (Peligro x NRP)	Nivel de Peligrosidad (NRP) (Peligro x NRP)	Nivel de Peligrosidad (NRP) (Peligro x NRP)	Dosis Media (ppm)	Valor de referencia (TLV (TWA) (ppm))	Cantidad de exposición	Grado de Peligrosidad																					
MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO	MANTENIMIENTO MECÁNICO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Cierre de válvulas de carga y descarga del tanque	Realizar la operación de cierre de válvulas de entrada y salida de tanque de almacenamiento	Técnico de Operaciones	Tarjetas de seguridad		Manipulación de objetos mecánicos	Sobreesfuerzo físico	Ergonomico	Trastornos musculó esqueléticos en extremidades superiores	Extremidades superiores	1	0.1667	EVALUACIÓN REALIZADA MEDIANTE METODO REBA		4					RIESGO MEDIO	Instalación de electro - válvulas			X						
		Desmontaje de compuertas de tanque	Colocar removedor de óxido y Desmontar buerzas y tornillos de tapa de tanque	Obrero	Removedor de óxido	Herramientas manuales (laves)	Uso de herramientas manuales	Golpes / cortes	Mecanico	Golpes y cortes en extremidades superiores	Extremidades superiores	2	1	2	4	8	10	40					RIESGO MEDIO	Guantes de cuero				X			
			Sujetar la tapa de tanque y desmontar, suspender con el tacle para evitar que caiga al piso	Obrero	Cadena metálica + cabo	Tacle manual	Piso de compuertas de tanques	Aplastamientos	Mecanico	Golpes en extremidades inferiores	Extremidades inferiores	3	0.0833	6	3	18	25	450					RIESGO ALTO	Calzado de seguridad					X		
			Extracción de producto restante del tanque	Usando la bomba, se extraerá todo el producto restante hasta un autotanque	Obrero	Material absorbente + desengrasante	Autotanque + Bomba de extracción anti chispa	Hidrocarburos inflamables/combustibles	Incendio/Explosión	Quimico	Quemaduras	Todo el cuerpo	6	8						13.8333	0.6	23.0555	RIESGO ALTO	Equipo de bombeo anti chispa - Sistemas contra incendios activados	X	X					
			Extracción de sedimentos desde el interior del tanque (autotanque) y operadores de bombas de succión de sedimentos y equipos de aire forzado	Usando la bomba, se extraerá todo el sedimento.	Obrero	Material absorbente + desengrasante	Bomba de extracción anti chispa / Herramientas manuales (pala)	Manipulación de Sedimento	Intoxicación	Quimico	Intoxicación por CO	Aparato respiratorio - Torrente sanguíneo - Cerebro	6	24						2.89	25	0.1156	RIESGO BAJO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Intoxicación por H2S	Aparato respiratorio - Torrente sanguíneo - Cerebro - Ojos	6	24						0.0054	10	0.0054	RIESGO BAJO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Intoxicación por SO2	Aparato respiratorio - Cerebro - Torrente sanguíneo - Corazón	6	24						0.0166	2	0.0083	RIESGO BAJO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Oxígeno	Torrente sanguíneo - Cerebro	6	24						20.9	21	0.99528	RIESGO BAJO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Intoxicación por CO	Aparato respiratorio - Torrente sanguíneo - Cerebro	6	24						179.17	25	7.1668	RIESGO CRITICO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Intoxicación por H2S	Aparato respiratorio - Torrente sanguíneo - Cerebro - Ojos	6	24						1.72	10	0.172	RIESGO BAJO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Intoxicación por SO2	Aparato respiratorio - Cerebro - Torrente sanguíneo - Corazón	6	24						2	2	1	RIESGO ALTO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
					Obrero					Quimico	Oxígeno	Torrente sanguíneo - Cerebro	6	24						20.9	21	0.99528	RIESGO MEDIO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de nitrilo - Trajes impermeables				X	X		
				Traslado de producto restante hasta sitio de descarga de Autotanques, el sedimento se envía hasta tanques de almacenamiento temporales	Conductor de autotanque	Material absorbente + desengrasante	Autotanque	Autotanque en movimiento	Choque contra objetos	Mecanico	Golpes / aplastamientos por vehiculo en movimiento	Todo el cuerpo	2	0.5	1	3	3	60	180					RIESGO ALTO	Procedimientos de transporte - Normativa de circulación vehicular				X		
				Descarga de producto/sedimentos	Descargar el producto en tanque de almacenamiento, descargar sedimento en tanques temporales	Obrero	Material absorbente + desengrasante + tanques de 50 galones	Bomba de extracción anti chispa	Vapores de hidrocarburos	Incendio/Explosión	Quimico	Quemaduras	Todo el cuerpo	2	2						0.0388	0.6	0.064667	RIESGO BAJO	Procedimiento de descarga de combustible				X		
				Limpieza de superficie y paredes de tanque con agua	Limpiar las mangueras en la superficie y paredes de tanque y se restringirá	Obrero	Escobas	Mangueras de agua de alta presión (manguera de bombas)	Agua a alta presión	Sobreesfuerzo físico	Caídas al mismo nivel / Trastorno musculó esquelético en extremidades superiores	Todo el cuerpo / Extremidades superiores	6	8	EVALUACIÓN REALIZADA MEDIANTE METODO REBA		4							RIESGO MEDIO	Descansos periódicos					X	
				Corte de partes internas de tanque	Con el soplete del sistema o corte se cortarían las lminas y piezas metálicas de la superficie y pared del tanque	Soldador	Acetileno + Oxígeno	Oxicorte (acetileno + oxígeno)	Quemaduras	Quemaduras	Mecanico	Quemaduras	Extremidades superiores	6	8	2	4	8	60	480					RIESGO ALTO	Guantes de soldador - Mangas de cuero - Ropa de seguridad (jean) - Calza de seguridad - Casco de seguridad - Mandil de cuero					X
				Bueda de partes y piezas internas en tanque	Con la suelda eléctrica se unirá las lminas o piezas metálicas que fueron reemplazadas del interior del tanque	Soldador	Electrodos de suelda eléctrica	Soldadora eléctrica	Suelda eléctrica	Quemaduras/Choque eléctrico	Mecanico	Quemaduras	Extremidades superiores	6	8	2	4	8	25	200					RIESGO ALTO	Guantes de soldador - Mangas de cuero - Ropa de seguridad (jean) - Calza de seguridad - Casco de seguridad - Mandil de cuero					X
				Pintado de partes y piezas internas en tanque	Pintar el interior del tanque	Técnico en Pintura	Pintura anticorrosiva	Equipo de pintado (compresor + pistola para pintar)	Vapores de pintura	Intoxicación	Intoxicación por componentes de pintura y disolventes	Aparato respiratorio - Torrente sanguíneo - Hígado - Médula Espinal	6	16	EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS DE PINTURAS REALIZADA PARA EL PRESENTE ESTUDIO		10								RIESGO BAJO	Equipo de respiración forzada (bomba) - Guantes de cuero - Traje impermeable				X	X
		Montaje de compuertas para rehabilitación y puesta en funcionamiento de tanque	Colocar grasa en pernos y buerzas para reducir el ruidoso al operar los mismos Colocar la compuerta del tanque en su posición correcta y posteriormente colocar pernos y buerzas, y sujetar los mismos.	Obrero	Grasa	Herramientas manuales (laves)	Uso de herramientas manuales	Golpes / cortes	Mecanico	Golpes y cortes en extremidades superiores	Extremidades superiores	2	0.1667	2	4	8	10	30					RIESGO MEDIO	Guantes de cuero					X		
				Obrero	Cadena metálica + cabo	Tacle manual	Piso de compuertas de tanques	Aplastamientos	Mecanico	Golpes en extremidades inferiores	Extremidades inferiores	3	1	6	3	18	25	450					RIESGO ALTO	Calzado de seguridad					X		



8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

8.1. Afecciones a la salud por la exposición a CO, SO₂.

Con relación a la toxicidad en los espacios confinados, descritos en el numeral “6.3 *Concentraciones en la atmósfera de sustancias tóxicas o contaminantes sobre el límite permitido de exposición (TLV)*”, en el caso particular el CO es el compuesto químico que se encuentra en mayor cantidad dentro del tanque de almacenamiento, por lo que es importante saber que problemas causa en la salud, de acuerdo a esto Oliu, Nogué, & Miró (2010) manifiestan que la hemoglobina (Hb), tiene una afinidad 230 veces más con el CO que con el O₂, en donde el CO consigue los mismos porcentajes de saturación de la hemoglobina que el oxígeno. Además de esta mayor afinidad, el CO también produce un desplazamiento del oxígeno con la Hb, con lo que el poco oxígeno que la Hb transporta tiene más dificultad al llegar a los tejidos. De este efecto principal sobre la Hb, largamente conocido, estudiado y descrito, deriva la hipoxia tisular anóxica la cual es responsable de la mayor parte de la sintomatología aguda en la intoxicación por CO. En los casos fatales, la muerte sobreviene por la hipoxia tisular que produce la unión reversible y competitiva del CO al grupo heme de la Hb, de donde desplaza al oxígeno. Así, cuando lo habitual es que los valores de COHb (carboxi-hemoglobina) se sitúen por debajo del 3% en personas no fumadoras (e inferior al 10% en personas fumadoras), cuando éstos alcanzan o superan el 50% se considera que la muerte se producirá de manera prácticamente indefectible.

De la misma manera consideran que el daño tisular y los efectos tardíos de la Intoxicación por CO dependen primordialmente de las alteraciones en la cadena respiratoria mitocondrial y liberación de radicales libres intracelulares. Según el grado de intoxicación, el cuadro clínico es variable, desde síntomas inespecíficos leves, hasta la muerte por afectación grave del sistema nervioso central (SNC) y/o cardiovascular. La clínica aguda depende del órgano afectado por la hipoxia en cada caso. La afectación del SNC produce cefalea, síncope y lipotimias, disminución variable del nivel de conciencia desde la obnubilación hasta el coma, convulsiones, ataxia,



alteraciones del comportamiento, mareos y sensación de inestabilidad y pérdida generalizada de fuerza. La afectación del sistema cardiovascular produce palpitaciones, opresión torácica, alteraciones del ritmo cardiaco y alteración isquémica cardiaca en cualquier forma de presentación, sobre todo en pacientes con coronariopatía previa. Puede aparecer parada cardiorrespiratoria por hipoxia grave cardiaca o causada por alteración del tronco cerebral. Como síntomas sistémicos, pueden presentarse náuseas, vómitos, diarrea, astenia, impotencia muscular, y debilidad.

Jairo, Alba, & Álvaro, (2006) en su publicación “*Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental*”; manifiesta que a más de los problemas de salud antes mencionados, el CO también produce peroxidación lipídica cerebral, originando desmielinización progresiva de las neuronas del sistema nervioso central. Sugiere que la neurotoxicidad por monóxido de carbono, también involucra otros mecanismos de toxicidad que conllevan a una desmielinización (daño de la capa de mielina de las fibras nerviosas) progresiva de la sustancia blanca cerebral.

Las alteraciones neuropsicológicas se relacionan con presencia de cefalea persistente, fatiga, reducción de la percepción visual, la destreza manual, disminución de memoria, disminución de la concentración, atención y las capacidades para conducir, trastornos del sueño con predominio de insomnio, irritabilidad y con menos frecuencia deterioro demencial. También se ha relacionado la exposición crónica a monóxido de carbono con la aparición de un cuadro neurológico similar al Parkinson.

El otro compuesto químico que podría causar daños a los trabajadores en el interior de los tanques de mantenimiento es el SO₂, este es un gas incoloro con un olor irritante característico. Este olor es perceptible a diferentes niveles, dependiendo de la sensibilidad individual, pero generalmente se percibe entre 0.3 - 1.4 ppm y es fácilmente notable a 3 ppm. El SO₂ no es inflamable, no es explosivo y es relativamente estable. Su densidad es más del doble que la del aire ambiental, y es altamente soluble



en agua. En contacto con membranas húmedas SO_2 forma ácido sulfúrico (H_2SO_4), que es responsable de fuertes irritaciones en los ojos, membranas mucosas y piel. (IVHHN et al. 2016).

El dióxido de azufre es irritante a los ojos, garganta y vías respiratorias. La sobre exposición en el corto tiempo causa inflamación e irritación, provocando ardor en los ojos, tos, dificultades respiratorias y sensación de tensión en el pecho. Las personas asmáticas son especialmente sensibles al SO_2 y pueden reaccionar ante concentraciones tan bajas como 0.2 a 0.5 ppm. Una exposición prolongada o repetida a concentraciones bajas (1-5 ppm) puede ser peligrosa para personas con enfermedades cardíacas o pulmonares previas. Los efectos sobre la salud dependiendo de la concentración de SO_2 , se describen en el cuadro 16.

Cuadro No 16: Efectos sobre la salud por exposición respiratoria al dióxido de azufre. (IVHHN et al. 2016)

Límite de exposición (ppm)	Efectos sobre la salud
1 – 5	Umbral de respuesta respiratoria al ejercicio o respiración profunda en individuos sanos
3 – 5	El gas es fácilmente detectable. Caída de la función respiratoria en reposo y resistencia a la corriente de aire
5	Aumento de la resistencia en individuos sanos
6	Inmediata irritación en ojos nariz y garganta
10	Empeora la irritación en ojos, nariz y garganta
10 – 15	Umbral de toxicidad por exposición prolongada
20+	Parálisis o muerte después de exposición prolongada
150	Máxima concentración que puede ser resistida durante algunos minutos por individuos sanos



En la Guía de Calidad del Aire de la OMS (Organización Mundial de la Salud), publicada en el 2005, recomienda a personas que padecen de asma, no exponerse a este tipo de agente químico, ya que, los estudios controlados realizados con asmáticos que hacían ejercicio indican que algunos de ellos experimentaron cambios en la función pulmonar y los síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO_2 de apenas 10 minutos. (OMS 2005).

De acuerdo a esto, es importante determinar si dentro del grupo de trabajo existen personas asmáticas; o realizar análisis médicos que puedan determinar esta enfermedad, para evitar que se expongan y se puedan incrementar sus efectos pulmonares con consecuencias graves para la salud.

8.2. Resultado de la Medición de Gases en el Interior del Tanque de Almacenamiento.

De acuerdo a las mediciones obtenidas en el numeral “7.2.1. *Mediciones de gases en el interior del tanque de almacenamiento*”, se puede determinar, lo siguientes resultados:

1. Los niveles de SO_2 y CO como se muestran en la tabla 1, claramente se evidencia que sus valores superan los niveles máximos permisibles para trabajar durante 8 horas (TLV-TWA); por lo que, se debería considerar y extremar las medidas de control para evitar posibles daños a la salud.
2. En el gráfico 3 se observa que los valores de CO son superiores al TLV-TWA permitidos, por lo que se deberá considerar a este producto químico como el de mayor riesgo para los trabajadores expuestos, ya que supera 7 veces el valor máximo permitido.
3. De los datos obtenidos se puede determinar que los niveles de SO_2 también exceden los niveles máximos permitidos; de acuerdo a su TLV -TWA, una de sus consecuencias por exposición a este producto en periodos cortos de tiempo produce irritación de los ojos y el tracto respiratorio; de la misma manera se ha

determinado que la inhalación prolongada o repetitiva puede originar reacciones asmáticas. (IPCSI and Europea 2010)

4. En el gráfico 6, se puede observar los niveles de O_2 y %LEL, en donde se evidencian los niveles de explosividad altos, por tal motivo, se debe considerar a este sitio de trabajo con un alto grado y extremar las medidas de seguridad para evitar tener posibles fuentes de ignición y desencadenar una explosión y/o incendio. También se puede observar que los niveles de oxígeno son constantes y se encuentran dentro del porcentaje permitido (20.9), por lo que no presentaría riesgo para la salud de los trabajadores por bajos niveles de O_2 .
5. Resumiendo los resultados obtenidos, se considera al trabajo en el interior de tanques que almacenan hidrocarburos como de alto riesgo, debido a la alta concentración de CO , SO_2 y los altos niveles de explosividad.

Con el objeto de mejorar la interpretación de los trabajos que se realizan durante las actividades de mantenimiento de los tanque que almacenan hidrocarburos, en las imágenes 3 y 4 se puede observar a dos trabajadores durante la extracción de lodos del interior de un tanque.

Imagen 3: Limpieza de superficie de tanque.



Imagen 4: Lodos de tanques de almacenamiento.



En las imagen 5 se puede observar a un trabajador realizando la extracción de lodos por medio de una bomba de succión a través de una manguera de 4 pulgadas. En la imagen 6 se observa a trabajadores realizando la extracción manual de lodos desde el exterior de un tanque.

Imagen 5: Extracción de lodos con moto – bomba.



Imagen 6: Evacuación de lodos en el exterior.



En la imagen 7 se observa a trabajadores realizando actividades de suelda eléctrica. Este tipo de trabajo se lo podrá realizar solo una vez que el tanque se encuentre completamente limpio y los niveles de LEL se encuentren en cero.

Imagen 7: Trabajos de mantenimiento, cambio de tubería.



8.3. Resultado de la Medición de Gases en el Exterior del Tanque de Almacenamiento.

De acuerdo a las mediciones obtenidas en el numeral “7.2.2. *Mediciones de gases en el exterior del tanque de almacenamiento*”, se puede determinar, lo siguientes resultados:

1. Los niveles de SO_2 , H_2S , y CO son inferiores a los niveles máximos permisibles para trabajos de 8 horas (TLV-TWA); por lo que se podría considerar como un riesgo bajo, pero sin desmerecer y tomar las medidas de seguridad necesarias, ya que en el interior del tanque sus condiciones son completamente diferentes.



2. En el gráfico 7 se observa que en ciertos instantes los valores de CO presentan unos valores máximos o picos, los mismos que podrían ser producto del movimiento de masas de gases desde el interior hacia el exterior del tanque de almacenamiento. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales externas estas masas de gases son diluidas en el ambiente despejado, disminuyendo su concentración en el sitio.
3. En los gráficos 7 y 8 donde se representan los niveles de SO₂ y H₂S respectivamente, de igual manera se puede determinar que sus niveles son bajos, por lo que el riesgo para la salud de las personas que se encuentran expuestas en este sitio es mínimo.
4. En el gráfico 9 donde se representa el comportamiento del O₂ y %LEL en el exterior del tanque de almacenamiento, se puede determinar que los niveles de explosividad se encuentran totalmente inferiores a los límites máximos permitidos, por lo que se podría considerar que existe un bajo riesgo de incendio y/o explosión.
5. En el gráfico 9 se representa la concentración de O₂, se observa que los niveles son constantes y se encuentran dentro del porcentaje permitido (20.9% de acuerdo NIOSH 1986), por lo que no presentaría riesgo para la salud de los trabajadores por bajos niveles.
6. De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden dar criterios de seguridad, determinando su grado de riesgo y poder tomar las medidas de seguridad necesarias para el caso. Si bien los resultados obtenidos determinan que sus niveles de gases y explosividad son bajos, hay que tener presente que los valores del interior del tanque son altos, por lo que, cualquier acto o condición subestandar que se realice en la zona cercana al tanque de almacenamiento podría desencadenar en un incendio o explosión en el interior del mismo.

Para mejorar la interpretación de los trabajos que se realizan durante las actividades de mantenimiento en el exterior del tanque que almacenan hidrocarburos, en la imagen 8 se observa a un trabajador colaborando en la instalación de una manguera para extraer

los lodos del interior del tanque con ayuda de un vehículo vacumm que se muestra en la imagen 9.

Imagen 8: Extracción de lodos de interior de tanque.



Imagen 9: Vehículo Vacumm (moto-bomba).



Cuando la extracción de los lodos ya no se puede realizar por medio del vehículo vacumm, se lo debe realizar manualmente como se muestra en la imagen 10. Para reducir la cantidad de gases en el interior del tanque, se utiliza un extractor, el mismo que se instala en una de las tapas laterales del tanque (imagen 11), esto se lo deberá realizar solo una vez que el tanque se encuentre sin lodos en su interior.

Imagen 10: Evacuación de lodos en el exterior.



Imagen 11: Extractor de gases.



En la imagen 12 se tiene una vista panorámica de la operación en el exterior del tanque, en donde el vehículo vacumm se encuentra evacuando los lodos del interior del mismo.

Imagen 12: Extracción de lodos con moto – bomba.



8.4. Resultados de Evaluación de Riesgos.

De los resultados obtenidos en la Matriz de Riesgos, se puede determinar lo siguiente:

1. Se ha podido determinar que existen dos Riesgos Críticos, uno en la extracción de producto restante del tanque, con un riesgo de incendio y explosión, lo que podría causar daños materiales así como pérdidas fatales y lesiones o quemaduras en los trabajadores; de la misma manera el otro riesgo crítico encontrado, es en la extracción de sedimentos desde el interior del tanque de almacenamiento, esto debido a la alta concentración de Monóxido de Carbono (CO promedio = 179.17 ppm) superior al límite máximo (TLV – TWA = 25 ppm).
2. De los resultado obtenidos, también se ha determinado que existes Riesgos Altos en diferentes actividades; como en el desmontaje y montaje de la compuerta del tanque con posibles consecuencias de afección a las extremidades inferiores por causa del peso y manipulación de dicha compuerta; de la misma manera se ha podido determinar que en la extracción de sedimentos del interior del tanque, se presenta un riesgo alto debido a la presencia de Dióxido de Azufre (SO_2 promedio = 2 ppm) similar al límite permitido (TLV – TWA = 2 ppm). Del análisis realizado también se ha determinado que el traslado de producto (gasolina o diésel) hasta la zona de descarga es un Riesgo Alto debido a los golpes o posibles aplastamientos que podría provocar el auto tanque. Otro de las actividades consideradas como de



Riesgo Alto, se tiene el corte y suelda de partes metálicas en el interior del tanque, debido a posibles quemaduras producidas por el oxicorte y la suelda eléctrica respectivamente.

Con estos resultados, se puede concluir que el trabajar en el mantenimiento y sobre todo en la extracción de lodos de un tanque que almacena hidrocarburos es **Crítico**, debido a las condiciones atmosféricas presentes sobre todo en el interior del tanque, ya que se podría desencadenar en accidentes mayores afectando a la salud e integridad de los trabajadores así como a las instalaciones.

9. PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE RIESGOS.

Los riesgos una vez que han sido evaluados cualitativa y cuantitativamente en el capítulo 7, se pueden proponer medidas de seguridad con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo y reducir el riesgo de cada uno de ellos. Para esto, se establecen métodos y procedimiento de trabajo seguros para el personal expuesto y así realizar un control de accidentes y enfermedades profesionales en las actividades de mantenimiento de los tanques que almacenan hidrocarburos.

Para el control de riesgos de trabajos en tanques que almacenen hidrocarburos o espacios confinados similares, se recomienda hacer uso de medios de protección colectiva e individual, por medios mecánicos que proporcionen las condiciones de menor riesgo para las personas que intervienen en dichos trabajos.

Es necesario establecer un procedimiento o protocolo de actuación para la realización de los trabajos en espacios confinados. A este documento se lo puede complementar con otros adicionales como los siguientes:

1. Permiso de trabajo.
2. Procedimiento de trabajo.
3. Registros en relación con los equipos de protección individual.
4. Planificación de la emergencia.



5. Registros de mantenimiento de equipos.
6. Registros de vigilancia de la salud.
7. Registros de formación.

9.1. Permiso de Trabajo.

Previo a un Permiso de Trabajo, es recomendable también realizar un Análisis de Riesgo de Tarea o ART, donde se realiza un análisis previo, identificando las actividades, los peligros y riesgos que esas actividades conllevan, así como las medidas preventivas necesarias para evitar posibles accidentes.

En el ART, se debe considerar las firmas de responsabilidad tanto del ejecutante responsable, así como del jefe o encargado del sitio de trabajo y del jefe o encargado de seguridad industrial. Una vez llenado el ART, es necesario que los trabajadores o ejecutantes del trabajo, conozcan sobre los riesgos identificados, los equipos de protección personal para cada una de las actividades, y las medidas de protección colectiva recomendadas. El ART, deberá ir acompañado del Permiso de Trabajo, en donde se realizará un análisis de requerimientos más específicos en materia de seguridad de los trabajadores y equipos del sitio donde se van a desarrollar las actividades. (MAPFRE 2011). Un modelo de Análisis de Tarea o ART, se encuentra en el Anexo 1.

El Permiso de Trabajo para Espacios Confinados (Tanques de Almacenamiento) deberá tener como principales objetivos, lo siguiente:

- 1) Restringir el acceso de manera que sólo las personas autorizadas, y por lo tanto formadas, puedan hacerlo.
- 2) Asegurar la comunicación tanto de la entrada, la salida, como la permanencia, entre las personas o departamentos que intervienen, para de esta manera controlarla, teniendo en cuenta su duración.
- 3) Enumerar las precauciones mínimas a seguir para realizar los trabajos.



- 4) Servir de registro escrito de las características del espacio confinado, además de los requisitos de entrada y las precauciones específicas para el mismo.

El permiso de trabajo debe contener como mínimo estos tres aspectos:

1. Lista de comprobación.

Según OSHA, la lista de comprobación que debe incluir en un permiso de trabajo es:

- a. Riesgos del espacio confinado.
- b. Medidas de bloqueo y aislamiento.
- c. Purgado, inertizado, ventilación y lavado.
- d. Condiciones aceptables de la atmósfera interior y resultado de las pruebas de gases.
- e. Medición y prueba de gases, para asegurar que las condiciones aceptables de la atmósfera se mantienen.
- f. Rescate y comunicación.
- g. Equipo de protección individual necesario.

2. Información general.

El apartado de información general del permiso de trabajo debe incluir:

- a. Identificación del espacio confinado.
- b. Motivo de la entrada.
- c. Fecha y hora de comienzo de la autorización y validez temporal de la misma.
- d. Lista de personas autorizadas para acceder al interior.
- e. Lista de acompañantes o ayudantes.
- f. Lista de personas responsables de quienes acceden al interior.

3. Firmas.

El permiso debe incluir las firmas de:



- a. Las personas que autorizan la entrada, que son los responsables de la instalación.
- b. Quienes verifican que todas las condiciones y requisitos necesarios se cumplan.
- c. Las personas que hacen la evaluación de gases. (MAPFRE 2011)

En el Anexo 2 se presente un modelo de Permiso de Trabajo para Espacios Confinados. Cabe indicar que el mismo, se podría utilizar en cualquier actividad considerada como de alto riesgo.

9.2. Elaboración de Procedimiento de Trabajo.

Para cada trabajo que se pretende realizar, es recomendable que se cuente con un procedimiento de trabajo seguro, donde se encuentre detallado secuencialmente las actividades que se deben realizar para cumplir con esa tarea. Para realizar un procedimiento de trabajo se debe considerar lo siguiente:

1. Verificar que el trabajo no se pueda realizar desde el exterior.
2. El procedimiento está planteado para que el trabajo en el espacio confinado sea vigilado desde el exterior por personal equipado adecuadamente, y que tanto el personal que entra en el espacio confinado como el que permanece en el exterior tengan una vigilancia de la salud adecuada.
3. Asegurar que los trabajadores tiene la formación adecuada y conocen los riesgos a los que pueden exponerse.
4. En el sitio de trabajo revisar que el material necesario está disponible y funcional.
5. Obtener el permiso de trabajo, comprobar las comunicaciones de emergencia.
6. Comunicar a todos los departamentos y personas con posible implicación de la realización de los trabajos.
7. Señalizar el área de trabajo.



8. Cerrar desde el exterior, asegurando todas las posibles vías de intercambio de energía, fluidos, etc. del espacio confinado con su entorno. Señalizar mediante avisos el objeto del cierre.
9. Si el espacio confinado se encuentra contaminado, purgar, inertizar, ventilar y lavar.
10. Instalar un sistema para evitar caídas en el interior del espacio confinado y abrir.
11. Comprobación de la atmósfera desde el exterior. Si el resultado es correcto se podrá continuar.
12. Ventilar mediante sistemas mecánicos el espacio confinado.
13. Montaje del sistema de rescate.
14. Colocación de arnés, sistemas de comunicación, sistema de alarma, iluminación, explosímetro y los EPP's necesarios como: gafas, casco, ropa adecuada, botas, guantes, equipo de respiración, entre otros.
15. Comprobar que los equipos como escalera que se vayan a usar, estén en buen estado.
16. Entrar en el espacio confinado.
17. Cerrar comunicaciones con el interior.
18. Realizar limpieza de la zona.
19. Realización del trabajo, retirar material y limpieza del entorno.
20. Restablecer las comunicaciones desde el interior.
21. Salir del espacio confinado.
22. Confirmar la salida del espacio confinado de todos los integrantes de la cuadrilla de trabajo. Inventario de herramientas y materiales.
23. Cerrar el espacio confinado.
24. Abrir comunicaciones desde el exterior. Retirar todos los avisos del objeto del cierre.
25. Retirar la señalización perimetral.
26. Comunicar de la finalización de los trabajos.
27. Devolver el permiso de trabajo y archivarlo.
28. Limpiar en taller los equipos usados y comprobación de su funcionamiento.



En el Anexo 3 se encuentra detallado un procedimiento de trabajo, en el que, se describen las actividades, los peligros y riesgos que se encuentran presente al realizar la apertura, evacuación de lodos, limpieza, mantenimiento y posterior cierre de un tanque que almacena hidrocarburos.

9.3. Equipos de protección.

En caso de no conseguir mediante la ventilación una atmósfera respirable en el interior del tanque de almacenamiento durante las tareas de mantenimiento, se tendrá que utilizar equipos de protección individual para las vías respiratorias independiente del ambiente. En ocasiones puede ser suficiente la utilización de máscaras o mascarillas adecuada al contaminante presente en el recinto.

Se podrían utilizar equipos dependientes de la atmósfera siempre que se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Concentración de oxígeno conocida y superior a 20.5%.
- Conocidos todos los contaminantes presentes.
- Concentraciones, de los contaminantes presentes, conocidas e inferiores a las permisibles o recomendadas, como TLV's, BEI's, PISV(IDLH – Peligro Inmediato para la vida o la salud NIOSH)
- Contaminantes presentes que permiten detectar el final de la vida útil del filtro.




Si no se cumplen todas las condiciones descritas será necesario el uso de equipos independientes de la atmósfera, bien autónomos o semiautónomos. En este caso deberán adoptarse las medidas adecuadas para trabajar con dichos equipos, recordando que deben ser manejados por personal adiestrado en su uso. El entrenamiento en el uso de estos equipos es evitar problemas en el interior del espacio confinado.






Además de los equipos de protección personal (EPP) para vías respiratorias será necesario el uso de otros, en función de los riesgos detectados, como son: guantes,

botas, ropa adecuada, gafas, casco, recomendable en muchas ocasiones con barboquejo; sistemas anticaídas, etc.

Para el caso de trabajos en el interior de tanques que almacenan hidrocarburos, se deberá contar como mínimo con los EPP que se detallan en el cuadro 17, así también será necesario contar con protección colectiva como extractor de gases y equipos de medición para monitorear la atmósfera del sitio de trabajo.

Cuadro 17: Equipos de Protección Personal, Protección Colectiva y Equipos de Medición.

No.	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	OBSERVACIÓN
1	Mascarilla con filtros para vapores orgánicos.		Se puede encontrar en el mercado en marcas como 3M y MSA. Se usa en el exterior de los tanques de almacenamiento durante la limpieza del mismo.
2	Guantes de nitrilo		Se recomienda el uso de guantes quirúrgicos o de silicona por dentro, para evitar entrar en contacto con los hidrocarburos por si se rompen los guantes de nitrilo
3	Trajes tyvek		El traje debe ser elegido de acuerdo a la talla de cada trabajador, ya que así se evitaría pliegues en el caso de que el traje sea demasiado grande, o partes descubiertas del cuerpo en el caso de que sea muy pequeño.

4	Botas de caucho con puntera reforzada		
5	Equipo de aire forzado		Se encuentra en el mercado en marca ALLEGRO; incluye una bomba con motor eléctrico, 4 tramos de manguera con acople rápido y dos máscaras.
6	Arnés con línea de vida		Debe estar bien ajustado al cuerpo, ya que el mismo será usado en caso de una emergencia o rescate del trabajador.
7	Extractor de gases.		Se puede encontrar en el mercado en marca ALLEGRO; incluye el extractor con motor eléctrico o de combustión interna y una manga con anillos para evitar la deformación.
8	Explosímetro o Medidor de gases		Se puede encontrar en el mercado en marcas MSA y bw technologies; indistintamente de la marca el equipo debe medir al menos: explosividad (LEL), Monóxido de carbono (CO), Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S), Dióxido de azufre (SO ₂) y Oxígeno (O ₂).

Para informar sobre los riesgos presentes en el área de trabajo, se deberá señalar toda el área con los pictogramas según los riesgos identificados, y distribuirlos en sitios

visibles. La señalización recomendada para trabajos en los tanques de almacenamiento se describe en el cuadro 18.

Cuadro 18: Señalización de seguridad para trabajos en espacios confinados. (INEN 1984)(Ministerio de Trabajo e Inmigración 1997)

No.	DESCRIPCIÓN	SEÑALIZACIÓN
1	Riesgo de explosión.	
2	Prohibido encender llamas.	
3	Riesgo de incendio.	
4	Prohibido el ingreso.	
5	Uso obligatorio de protección respiratoria.	
6	Uso obligatorio de calzado de seguridad (botas de caucho).	
7	Uso obligatorio de guantes (nitrilo).	
8	Uso obligatorio de aire forzado o autónomo.	
9	Uso obligatorio de traje.	
10	Uso obligatorio de arnés y línea de vida.	



9.4. Planificación de Emergencias.

En el caso de presentarse una alarma durante los trabajos de mantenimiento de los tanques de almacenamiento, siempre se evacuará el mismo. Debe estar prevista la actuación y los medios humanos y técnicos necesarios en caso de una emergencia. La norma básica para prevenir estos sucesos es: presuponer siempre que el accidente va a ocurrir. No se puede improvisar en esos momentos, por ello tendrá que estar perfectamente planificada la evacuación, atención y traslado de las personas que están trabajando en el espacio confinado. En caso de incendio es necesario poder evacuar al trabajador en las mejores condiciones posibles.

Es necesario que exista un plan de emergencia, conocido por todos los implicados, en el que se detalle los pasos a seguir en caso de producirse una emergencia (equipos de rescate, primeros auxilios, botiquín, teléfonos de emergencia, comunicación, etc.). Es vital en esos momentos disponer de una buena comunicación entre el equipo de apoyo y el centro de emergencias, por ello debe darse a conocer el número del teléfono de emergencias.

Así también debe contemplarse la disposición de medios de extinción portátiles en los accesos al recinto y, en ciertos casos, dentro del propio espacio confinado.

El plan de emergencia deberá ser ensayado periódicamente, con una frecuencia semestral como mínimo, por parte de los trabajadores. Será necesario realizar simulacros de las distintas situaciones de emergencia que pueden presentarse, entre ellas se incluirán simulacros de rescate, en los cuales se retirarán muñecos, maniquís o personas, desde espacios confinados reales o de espacios que representen espacios confinados.

9.5. Vigilancia de la Salud.

Dadas las especiales características de los espacios confinados, y en nuestro caso particular el interior de tanques que almacenan hidrocarburos con sus riesgos




particulares, debe prestarse especial atención a la vigilancia de la salud de los trabajadores implicados.

En los reconocimientos médicos iniciales deber ser identificadas y excluidas aquellas personas que puedan presentar determinadas patologías, tales como: claustrofobia, vértigo, afecciones cardíacas, epilepsia, ciertas discapacidades físicas, etc.

Dada la variedad de espacios confinados, en aquellos en los que se detecte existencia de riesgo de contagio a través de microorganismos (virus, bacterias, etc.) y la posible aparición de patologías, tales como: tétano, tuberculosis, infecciones de heridas, gripes y catarros. es importante establecer, a criterio médico, un plan de vacunación (MAPFRE 2011).

Para tener un control eficiente de la salud física de los trabajadores que intervienen en el mantenimiento de los tanques, es necesario tener un plan de vigilancia que garantice un control efectivo de las posibles afecciones así como para permitir el ingreso solo a aquellas que se encuentren aptas para este tipo de trabajo de alto riesgo. A continuación en el cuadro 19 se detalla un Plan de Vigilancia de la Salud para los trabajadores que habitualmente intervienen en este tipo de trabajos:



	Cuadro 19: Plan de vigilancia de la salud
	UNIVERSIDAD DE CUENCA

TIPO DE EXAMEN	FECHA	RESPONSABLE	PUESTO DE TRABAJO
Exámenes de heces, orina y sangre	INICIO DE CONTRATO (PREOCUPACIONAL), EXAMEN PERIÓDICO Y FIN DE CONTRATO	MEDICO OCUPACIONAL	OBREROS Y TÉCNICOS
Rx de Columna			
Audiometrías			
Espirómetros			
Oftalmológico			
Electrocardiograma			
Microdifusión para %COHB			

ACTIVIDADES	EN CASO DE INTOXICACIÓN
IN SITU	RETIRAR AL TECNICO DEL A FUENTE DE INTOXICACIÓN
TRASLADO PRIMARIO	MONITORIZACIÓN CARDIACA Y DEL ESTADO NEUROLÓGICO

Jordi Desola, en su artículo “Indicaciones y Contraindicaciones de la Oxigenoterapia”, manifiesta que la presencia de CO desplaza y compromete el transporte de oxígeno, tiene acción celular letal directa y provoca desmielinización del Sistema Nervioso Central. Superada la fase inicial, y después de un período de normalidad absoluta aparente de varias semanas, puede presentarse un cuadro neurológico degenerativo que se caracteriza por parkinsonismo, extrapiramidalismo, y lesiones desmielinizantes (proceso patológico en el cual se daña la capa de mielina de las fibras nerviosas) consideradas irreversibles, que pueden sumir al intoxicado en situación vegetativa.

La Oxígeno Terapia Hiperbárica (OHB) acelera la eliminación de la Carboxihemoglobina (HbCO); cuya vida media de 5 horas 30 minutos en aire pasa a 23 minutos respirando oxígeno 3ATA (Atmósferas Absolutas) y combate la hipoxia tisular,



provocando una rápida recuperación y evitando la presentación de secuelas y el desarrollo del síndrome neurológico tardío. Basta una sola sesión de 90 minutos a 3ATA para obtener un restablecimiento total en la gran mayoría de los casos, evitando la aparición de secuelas tardías.

En esta publicación realizada, manifiesta que en la experiencia de CRIS-UTH (1.466 casos tratados en enero de 1998), la recuperación total sin secuelas se obtuvo en un 98,5% de los mismos. Por tal motivo La OHB es un tratamiento plenamente eficaz en la intoxicación aguda por monóxido de carbono.

9.6. Formación de los Trabajadores.

La formación de los trabajadores en los riesgos que pueden aparecer en el trabajo y las medidas preventivas que se deben adoptar para prevenirlos, es indispensable para la realización de trabajos en espacios confinados.

Los trabajos en espacios confinados requieren del uso de numerosos elementos, tales como: EPP, monitores de gases, etc. teniendo algunos de ellos una complejidad elevada que requiere una formación extensa. La formación debe ser necesariamente teórico – práctica y debe conseguir que el uso de los elementos habituales se realice de una forma precisa y eficaz por parte de los trabajadores.

Un listado de ejemplos, de los aspectos a tener en cuenta en una formación es:

- Riesgos generales en espacios confinados.
- Riesgos propios del trabajo a realizar.
- Emergencias, evacuaciones de heridos y primeros auxilios.
- Extinción de incendios.
- EPPs, manejo de equipos, uso y limitaciones.
- Monitoreo de gases. Uso e interpretación de resultados.
- Permisos de trabajo.
- Procedimientos de trabajo.
- Prácticas.(MAPFRE 2011)



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Al trabajar en el interior de tanques que almacenan hidrocarburos, ya sea por actividades de mantenimiento y/o inspecciones de los mismos; las personas que ingresan a su interior se ven expuestas a contaminantes químicos como CO, y SO₂, y a riesgos como explosiones e incendios debido a la concentración de gases inflamables que se encuentran acumulados en su interior; por lo que, es indispensable valorar los riesgos, así como determinar las medidas de control y procedimientos de trabajo con el objeto de evitar accidentes y enfermedades.
2. Para realizar cualquier actividad en un espacio confinado, así como, en el interior de un tanque que almacene hidrocarburos, es necesario conocer los peligros y sus riesgos; y por lo tanto estar capacitados e instruidos en métodos de trabajo seguros, así como en planes de emergencia y contingencia ante un evento adverso que pueda afectar la salud e integridad de los trabajadores y las instalaciones.
3. Como elemento importante para la prevención de accidentes en espacios confinados es necesario que se cuente con señalización adecuada, con el objeto de dar a conocer a los trabajadores y posibles visitantes sobre los peligros, riesgos, prohibiciones, precauciones y obligaciones que se deben cumplir en dicha área.
4. El trabajo en espacios confinados se encuentra considerado como de alto riesgo debido a las condiciones desfavorables para la salud de las personas que deben realizar una o varias actividades ya sea debido a los bajos niveles de oxígeno, a la acumulación de productos químicos nocivos que pueden ser inhalados, las condiciones de temperatura y el espacio físico que normalmente dificulta desarrollar las actividades.



5. Los niveles de explosividad en el interior de los tanques (%LEL promedio = 13.83%) que están siendo sometidos a limpieza y evacuación de lodos son elevados; por lo que los niveles de seguridad durante esta actividad deben extremarse. De acuerdo al cuadro 6, el nivel inferior de explosividad no debe estar en 0.6% para las gasolinas.
6. En el exterior de los tanques los niveles de explosividad tienen un comportamiento diferente al de su interior, esto debido a la dilución de los vapores y gases explosivos en el ambiente, teniendo niveles mínimos de explosividad lo que disminuye su peligrosidad.
7. Los niveles del Monóxido de Carbono (CO) en el interior de los tanques de almacenamiento, durante su limpieza son extremadamente altos (promedio = 179.16 ppm; máximo = 240.00 ppm, TLV-TWA = 25 ppm); por lo que, se consideraría como un ambiente agresivo para la salud de las personas que laboran en este sitio, por tal motivo, las medidas de seguridad deben tomarse para evitar posibles intoxicaciones o muerte por causa de este agente químico.
8. El Dióxido de Azufre (SO₂) (promedio = 2 ppm; máximo = 4 ppm, TLV – TWA = 2 ppm) en el interior del tanque de almacenamiento se encuentra en promedio similar al máximo valor permitido, por lo que se deberá tomar las medidas de seguridad necesarias en el caso de que su valor se incremente.
9. El Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) (promedio = 1.72 ppm; máximo = 3 ppm, TLV-TWA = 10 ppm) a pesar de que se pueden encontrar en espacios confinados; en el caso de los tanques que almacenan hidrocarburos sus niveles son normales y seguros para la salud en jornadas de 8 horas de limpieza y evacuación de lodos.
10. Debido a las condiciones atmosféricas presentes en el interior de los tanque que almacenan hidrocarburos cuando se realiza la extracción de lodos, el personal encargado de realizar esta actividad deberá contar con equipos de respiración



- asistida o forzada; adicional a los equipos de protección como botas de caucho reforzadas, trajes impermeables, guantes de nitrilo y gafas para evitar posibles contactos con los mismos.
11. El equipo de medición de gases deberá estar calibrado, con la finalidad de que los valores detectados por el mismo no sean erróneos, y así verificar las condiciones reales de la atmósfera interna y externa del tanque o del espacio confinado.
 12. A pesar de que los niveles de oxígeno son normales tanto en el interior como en el exterior de los tanques que almacenan hidrocarburos, no se recomendaría la utilización de máscara con filtros debido a la alta concentración de CO, lo que podría saturar en pocos minutos sus filtros.
 13. Se recomienda realizar estudios de carboxihemoglobina a las personas que trabajan en el interior de los tanques de almacenamiento para verificar la efectividad de los equipos de protección y métodos de trabajo implementados.
 14. Debido a las condiciones desfavorables en el interior de los tanques, es necesario que todas las personas que van ingresar en su interior deban someterse a exámenes médicos, así como de revisar sus historias clínicas para determinar si existe alguna enfermedad o es propenso a adquirir una por consecuencia de su exposición.
 15. Si se identifica en los exámenes médicos de un trabajador que padece de una enfermedad pulmonar como asma, se recomienda evitar su ingreso al interior de los tanques de almacenamiento, ya que el SO₂ agravaría esta enfermedad.



11. BIBLIOGRAFÍA.

- ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists. 2005. *TLVs and BEIs Threshold Limit Values for Chemical Substances and Biological Exposure Indices*. Cincinnati.
- Alfonso López, Antonio. 2011. *Manual de Seguridad En El Trabajo*. 2nd ed. ed. MAPFRE S.A.
- Asensio, Sabina, Ma. José Bastante Cuesta, and Ceca y José Antonio Diego. 2012. *Evaluación Ergonómicas de Puestos de Trabajo*. 1st ed. ed. Paraninfo S.A. Madrid.
- Bartual, Jose, and Xavier Guardino. 1987. "NTP 244 : Criterios de Valoración En Higiene Industrial." *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo*: 9.
- Bestratén Belloví, Manuel, and Francisco Pareja Malagón. 1993. "NTP 330 : Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidente." *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Españã; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*: 7.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_330.pdf.
- Desola, Jordi et al. 1998. "Indicaciones Y Contraindicaciones de La Oxigenoterapia Hiperbárica." *Jano* 1260(61): 6.
- García Gogénola, Bárbara. 2012a. *Trabajos En Atmósferas Explosivas*. ed. Fundación Confemetal. Madrid.
- . 2012b. *Trabajos En Espacios Confinados*. 1st ed. ed. Fundación Confemetal. Madrid.
- González, Pilar. 1986. "NTP 223: Trabajos En Recintos Confinados." *Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo*: 1–9.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_223.pdf.
- INEN. 1984. Colores, señales y símbolos de seguridad *Norma Técnica Ecuatoriana NTE 439: 1984*. ECUADOR.
- IPCSI, and Comisión Europea. 2010. "Fichas Internacionales de Seguridad Química - Sulfuro de Hidrógeno." <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/301a400/nspn0357.pdf>.
- IVHHN et al. 2016. "Dióxido de Azufre (SO₂)." *The International Volcanic Health Hazard Network*. http://ivhhn.org/index.php?option=com_content&view=article&id=144 (May 30, 2016).




- Jairo, Téllez, Rodríguez Alba, and Fajardo Álvaro. 2006. "Contaminación Por Monóxido de Carbono: Un Problema de Salud Ambiental." *Revista de salud pública* 8(1): 108–17.
- MAPFRE. 2011. "Manual de Seguridad En El Trabajo." *Manual de Seguridad en el Trabajo* 1: 1632.
- Ministerio de Trabajo e Inmigración. 1997. "Señalización de Seguridad Y Salud En El Trabajo." : 19–33.
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/senal.pdf>.
- NIOSH. 1986. "Alert. Request for Assistance in Preventing Occupational Fatalities in Confined Spaces." *NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH*.
- Oliu, Gemma, Santiago Nogué, and Òscar Miró. 2010. "Intoxicación Por Monóxido de Carbono: Claves Fisiopatológicas Para Un Buen Tratamiento." *Emergencias* 22(6): 451–59.
- OMS. 2005. "Guías de Calidad Del Aire de La OMS Relativas Al Material Particulado, El Ozono, El Dióxido de Nitrógeno Y El Dióxido de Azufre. Actualización Mundial 2005." *Organización Mundial de la Salud*: 25.
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/.
- Pérez, Landeiro, Allende Bandrés, Agustín Fernández, and Palomo Palomo. 2002. "Teratogénesis: Clasificaciones." *Farm Hosp* 26: 171–77.
- Químicas, Ciencias. 2003. "NTP 635 : Clasificación , Envasado Y Etiquetado de Las Sustancias Peligrosas." *Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo*0.
- Sierra, Emilio Turmo. 1993. "NTP 379: Productos Inflamables: Variación de Los Parámetros de Peligrosidad." *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*: 11.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_379.pdf.



ANEXOS.

ANEXO 1: Análisis de Tarea.

		ANÁLISIS DE RIESGO DE TAREA					
		MAESTRÍA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE CUENCA					
1. DATOS GENERALES							
SITIO: _____		FECHA: _____					
ÁREA/PLANTA/EQUIPO: _____		HORA DE INICIO: _____					
ACTIVIDAD A REALIZAR: _____		HORA DE FINALIZACIÓN: _____					

2. ANÁLISIS DEL TRABAJO A REALIZAR							
NO.	DESCRIPCIÓN DE CADA ACTIVIDAD	PELIGROS	RIESGOS	MEDIDAS DE SEGURIDAD			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA				
<input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Mascarilla <input type="checkbox"/> Gafas <input type="checkbox"/> Protección auditiva <input type="checkbox"/> Calzado de seguridad normal <input type="checkbox"/> Calzado de seguridad impermeable (caucho, nitrilo) <input type="checkbox"/> Ropa de trabajo impermeable <input type="checkbox"/> Arnés <input type="checkbox"/> Líneas de vida <input type="checkbox"/> Pantalla facial <input type="checkbox"/> Equipo de aire forzado <input type="checkbox"/> Otros: _____			<input type="checkbox"/> Sistema Contra incendios <input type="checkbox"/> Señalización de Seguridad <input type="checkbox"/> Delimitación de la Zona de Trabajo <input type="checkbox"/> Bloqueo y Etiquetado de Equipos				
5. RESPONSABLES			INFORMACIÓN DE EMERGENCIA				
RESPONSABLE DEL SITIO OPERATIVO _____		FIRMA _____		En caso de emergencia como conatos de incendios , derrames de productos químicos peligrosos, proceder de acuerdo al Plan o Programa de Emergencia desarrollado para el sitio. En caso de emergencia médica, activar Plan de Primeros Auxilios y notificar al personal encargado para que se haga cargo de la emergencia.			
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO _____		FIRMA _____					
RESPONSABLE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACION _____		FIRMA _____					
6. PERSONAL AUTORIZADO PARA REALIZAR EL TRABAJO							
NOMBRE		FIRMA		NOMBRE		FIRMA	
1	_____	_____	_____	5	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	6	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	7	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	8	_____	_____	_____




ANEXO 2: Permiso de Trabajo para Espacios Confinados.

PERMISO DE TRABAJO PARA ESPACIO CONFINADO MAESTRÍA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE CUENCA																																																										
1. DATOS GENERALES		2. TIPO DE TRABAJO (marque con un ✓ los tipos de trabajo a realizar)																																																								
SITIO: _____ FECHA: _____ HORA DE INICIO: _____ HORA DE FINALIZACIÓN: _____ ÁREA/PLANTA/EQUIPO: _____ ACTIVIDAD A REALIZAR: _____		<input type="checkbox"/> Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en frío <input type="checkbox"/> Trabajo eléctrico <input type="checkbox"/> Trabajo en altura <input type="checkbox"/> Trabajo de izaje <input type="checkbox"/> Otros: _____																																																								
3. ATMOSFERA INTERNA		4. CONDICIONES GENERALES ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>HORA</th> <th>OXIGENO</th> <th>LEL</th> <th>H₂S</th> <th>CO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		HORA	OXIGENO	LEL	H ₂ S	CO																																																			<input type="checkbox"/> Trabajo con equipo en operación <input type="checkbox"/> Personal del área notificado <input type="checkbox"/> Vías de escape identificadas <input type="checkbox"/> Vías de escape libres de obstáculos <input type="checkbox"/> Área señalizada y delimitada <input type="checkbox"/> Personal conoce de los peligros presentes en el trabajo a realizar <input type="checkbox"/> Se requiere equipo de rescate y primeros auxilios <input type="checkbox"/> Se ha verificado las condiciones de la atmósfera interior <input type="checkbox"/> Personal competente para el trabajo a realizar <input type="checkbox"/> Concentración de oxígeno 19.5% - 23.5% (límites seguros) <input type="checkbox"/> Concentración de gases tóxicos inferior a los TLV (CO, H ₂ S) <input type="checkbox"/> Procedimiento de trabajo detallado	
HORA	OXIGENO	LEL	H ₂ S	CO																																																						
6. TRABAJO EN CALIENTE		5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL																																																								
<input type="checkbox"/> Nivel de explosividad igual o inferior a 5% (LEL) <input type="checkbox"/> Material combustible retirado o protegido <input type="checkbox"/> Monitor de gases activo <input type="checkbox"/> Canales, ductos, tuberías protegidos <input type="checkbox"/> Pantallas y mantas de protección para chispas <input type="checkbox"/> Extintor de incendios disponible <input type="checkbox"/> Sistema contra incendios activado <input type="checkbox"/> Equipo de suelda en buen estado <input type="checkbox"/> Cables de suelda en buen estado		<input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Mascarilla <input type="checkbox"/> Gafas <input type="checkbox"/> Protección auditiva <input type="checkbox"/> Calzado de seguridad normal <input type="checkbox"/> Calzado de seguridad impermeable (caucho, nitrilo) <input type="checkbox"/> Ropa de trabajo impermeable <input type="checkbox"/> Arnés <input type="checkbox"/> Líneas de vida <input type="checkbox"/> Pantalla facial <input type="checkbox"/> Equipo de aire forzado <input type="checkbox"/> Otros: _____																																																								
7. TRABAJO EN FRÍO		8. TRABAJO ELÉCTRICO																																																								
<input type="checkbox"/> Área libre de combustibles <input type="checkbox"/> Herramientas antichispa <input type="checkbox"/> Iluminación a prueba de explosión <input type="checkbox"/> Válvulas, canales y ductos bloqueados <input type="checkbox"/> Equipo fuera de operación <input type="checkbox"/> Herramientas manuales en buen estado <input type="checkbox"/> Herramientas eléctricas en buen estado		<input type="checkbox"/> Trabajo sin tensión <input type="checkbox"/> Equipo de medición eléctrica disponible <input type="checkbox"/> Procedimiento de trabajo <input type="checkbox"/> Circuitos protegidos e identificados <input type="checkbox"/> Interruptores principales bloqueados y etiquetados <input type="checkbox"/> Herramientas en buen estado y con aislante																																																								
9. TRABAJO EN ALTURA		10. TRABAJO DE IZAJE																																																								
<input type="checkbox"/> Andamio revisado <input type="checkbox"/> Escalera en buen estado <input type="checkbox"/> Arnés y líneas de vida en buen estado <input type="checkbox"/> EPP para trabajo en altura <input type="checkbox"/> Procedimiento de trabajo <input type="checkbox"/> Puntos de anclaje seguros		<input type="checkbox"/> Procedimiento de izaje <input type="checkbox"/> Elementos de izaje en buen estado <input type="checkbox"/> Instrumentos de paro de emergencia en buen estado <input type="checkbox"/> Área delimitada <input type="checkbox"/> Carga a levantar dentro del rango de operación																																																								
11. RESPONSABLES		12. PERSONAL AUTORIZADO PARA REALIZAR EL TRABAJO																																																								
RESPONSABLE DEL SITIO OPERATIVO _____ FIRMA _____ RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO _____ FIRMA _____ RESPONSABLE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL _____ FIRMA _____		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 _____</td> <td>_____</td> <td>5 _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>2 _____</td> <td>_____</td> <td>6 _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>3 _____</td> <td>_____</td> <td>7 _____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>4 _____</td> <td>_____</td> <td>8 _____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>		NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA	1 _____	_____	5 _____	_____	2 _____	_____	6 _____	_____	3 _____	_____	7 _____	_____	4 _____	_____	8 _____	_____																																			
NOMBRE	FIRMA	NOMBRE	FIRMA																																																							
1 _____	_____	5 _____	_____																																																							
2 _____	_____	6 _____	_____																																																							
3 _____	_____	7 _____	_____																																																							
4 _____	_____	8 _____	_____																																																							
13. INFORMACIÓN DE EMERGENCIA		14. VALIDEZ DEL PERMISO DE TRABAJO																																																								
En caso de emergencia como conatos de incendios, derrames de productos químicos peligrosos, proceder de acuerdo al Plan o Programa de Emergencia desarrollado para el sitio. En caso de emergencia médica, activar Plan de Primeros Auxilios y notificar al personal encargado para que se haga cargo de la emergencia.		Este permiso es válido únicamente: - Para las personas, horario, fecha y trabajo a realizar. - Si se requiere dar continuidad al trabajo descrito, por un periodo más largo, con el mismo personal y en la misma fecha, se debe cumplir con lo siguiente: * Tener el permiso de trabajo inicial. * Verificar que las condiciones de trabajo no hayan sido alteradas. * El personal sea el mismo con el que se inició el trabajo. * Realizar el monitoreo de atmósfera nuevamente. * Las herramientas y maquinaria utilizada no se hayan deteriorada.																																																								
15. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES AL CONCLUIR EL TRABAJO		15. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES AL CONCLUIR EL TRABAJO																																																								
Equipo de trabajo retirado Condiciones de seguridad óptimas para reinicio de operaciones Área de trabajo ordenada No existen fuentes de ignición		RESPONSABLE DEL SITIO / SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL NOMBRE _____ FIRMA _____																																																								
NOMBRE _____ FIRMA _____		NOMBRE _____ FIRMA _____																																																								



ANEXO 3: Procedimiento de Trabajo.

	PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN TANQUES
	MAESTRÍA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE CUENCA




ACTIVIDAD:
Trabajos de mantenimiento en tanques que almacenan hidrocarburos.
Incluye dentro del presente procedimiento, la limpieza y evacuación de lodos que se acumulan en el interior de los tanques de almacenamiento.

OBJETIVO
Adoptar las medidas de seguridad y pasos necesarios para trabajos de mantenimiento en tanques de almacenamiento de hidrocarburos, el cual tiene como finalidad prevenir los peligros y riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores que realizan esta actividad, protegiendo su integridad física, y el buen estado de los equipos y materiales.
Orientar a los trabajadores en el uso correcto y eficiente de esta herramienta.
Concienciar a los trabajadores sobre los peligros potenciales de esta actividad.
Identificar los instrumentos o equipos necesarios para el desarrollo de esta actividad.

PROPÓSITO
Evitar accidentes de trabajo en las actividades de mantenimiento en el interior de tanques que almacenan hidrocarburos, con el fin de evitar daños a las personas y a las instalaciones.

ALCANCE
El presente procedimiento tiene el alcance desde la apertura de las compuertas del tanque de almacenamiento, evacuación de producto restante, limpieza y evacuación de lodos, trabajos menores de suelta y corte, pintado de partes internas, y cierre del tanque.


PROCEDIMIENTO:

ÍTEM	ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	FACTOR DE RIESGOS	RESPONSABLE	IMAGEN
1	Cierre de válvulas de carga y descarga del tanque	Manipulación de objetos mecánicos	Sobreesfuerzo físico	Físico	Supervisor de Operaciones	
2	Desmontaje de compuertas de tanque	Herramientas manuales	Golpes / cortes	Mecánico	Supervisor de mantenimiento	
3		Peso de compuertas de tanques	Aplastamientos	Mecánico		
4	Extracción de producto restante del tanque	Hidrocarburos inflamables / combustibles	Incendio / Explosión	Mecánico	Personal de mantenimiento	



 PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN TANQUES MAESTRÍA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE CUENCA						
5	Instalación de equipos de aire forzado	Herramientas manueles	Golpes / cortes	Mecánico	Supervisor de seguridad industrial / Personal de mantenimiento	
6	Puesta en marcha de quipo Vacuum para la extracción de lodos (sedimentos)	Herramientas manueles	Golpes / cortes / ruido	Mecánico	Operador de equipo Vacuum	
7	Extracción de sedimentos	Sedimento	Intoxicación	Químico	Personal de mantenimiento	
8	Traslado de producto/sedimentos	Autotanque	Choque contra objetos	Mecánico	Operador de equipo Vacuum	
9	Instalación de equipos de extracción de gases	Gases tóxicos	Intoxicación	Químico	Supervisor de seguridad industrial / Personal de mantenimiento	
10	Descarga de producto/sedimentos	Vapores de hidrocarburos	Incendio / Explosión	Mecánico	Personal de mantenimiento	



 PROCEDIMIENTO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN TANQUES						
MAESTRÍA SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE CUENCA						
11	Limpieza de superficie y paredes de tanque con agua	Agua a alta presión	Sobreesfuerzo físico	Físico	Personal de mantenimiento	
12	Corte de partes internas de tanque	Oxicorte	Que.maduras	Mecánico	Soldadores	
13	Suelda de partes y piezas internas en tanque	Suelda eléctrica	Que.maduras / Choque eléctrico	Mecánico	Soldadores	
14	Pintado de partes y piezas internas en tanque	Vapores de pintura	Intoxicación	Químico	Personal de mantenimiento	
15	Montaje de compuertas para rehabilitación y puesta en funcionamiento de tanque	Herramientas manuales	Golpes / cortes	Mecánico	Personal de mantenimiento	
16		Peso de compuertas de tanques	Aplastamientos	Mecánico		