

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

CONTROL DE EXPOSICIÓN LABORAL A SULFURO DE HIDRÓGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS Y EN LAS UNIDADES MEROX DE LA REFINERÍA ESMERALDAS DE LA EP PETROECUADOR

TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

JORGE RUBÉN CHICO ROSALES
jrubenchico@yahoo.es

DIRECTOR: ING. FRANCISCO SALGADO, MSc.
francisco.salgado@epn.edu.ec

Quito, julio 2015

© Escuela Politécnica Nacional 2015
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Rubén Chico Rosales, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Jorge Rubén Chico Rosales

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Rubén Chico Rosales, bajo mi supervisión.

**Ing. Francisco Salgado, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Msc. Francisco Salgado, Director del Proyecto por su acertada dirección en el presente trabajo.

A la Escuela Politécnica Nacional que hizo posible la realización de este proyecto.

A la EP Petroecuador Refinería de Esmeraldas por prestar las facilidades para la realización de la investigación.

A todos aquellos que de una u otra manera han contribuido a la realización del presente Proyecto de Titulación.

DEDICATORIA

A mi esposa Laurita

A mis hijos: Luis, María y Ricardo

A la memoria de mi padre

A mi madre y hermanos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | PAGINA |
|--|----------|
| RESUMEN | ix |
| INTRODUCCIÓN | x |
| 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 1 |
| 1.1 Contaminantes químicos y sus efectos en la salud | 1 |
| 1.1.1 Sosa cáustica | 3 |
| 1.1.2 Dietanolamina (DEA) | 4 |
| 1.2 Normativa de seguridad y salud para contaminantes químicos en el ambiente laboral | 5 |
| 1.2.1 Instrumento Andino de seguridad y salud en el trabajo, Decisión 584 | 6 |
| 1.2.2 Reglamento del Instrumento Andino de seguridad y salud en el trabajo, Resolución 957 | 7 |
| 1.2.3 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo | 7 |
| 1.2.4 Reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas | 8 |
| 1.2.5 Guía para la elaboración de reglamentos internos de seguridad y salud en el trabajo | 9 |
| 1.2.6 Convenios OIT relacionados a la seguridad y salud ratificados por el Ecuador | 10 |
| 1.3 Valores máximos permitidos para contaminantes químicos | 11 |
| 1.3.1 Valores de referencia ambientales en Estados Unidos | 12 |
| 1.3.2 Tipos de TLV según ACGIH | 13 |
| 1.3.2.1 TLV-TWA (Threshold Limit Values – Time Weighted Average). Concentración máxima permisible | 13 |
| 1.3.2.2 TLV – STEL (Short Time Exposure Limit). Concentración máxima permisible para cortos períodos | 13 |
| 1.3.2.3 TLV – C (Ceiling). Concentración máxima permisible. Valor techo | 13 |
| 1.4 El sulfuro de hidrógeno | 14 |
| 1.4.1 Efectos sobre la salud del trabajador | 14 |
| 1.4.2 Prevención al envenenamiento con H ₂ S | 15 |
| 1.5 Determinación de concentraciones de contaminantes químicos en el ambiente laboral | 15 |
| 1.5.1 Evaluación de la exposición a contaminantes químicos | 16 |
| 1.5.2 Tipos de evaluaciones de la exposición a contaminantes químicos | 17 |
| 1.5.2.1 Valoración inicial | 18 |
| 1.5.2.2 Evaluación básica | 18 |
| 1.5.2.3 Evaluación detallada | 19 |
| 1.6 Control de la exposición laboral a productos químicos | 20 |
| 1.6.1 Higiene Industrial | 20 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1.6.1.1 | Accidente de trabajo | 21 |
| 1.6.1.2 | Enfermedad profesional | 21 |
| 1.6.2 | Ramas de la Higiene Industrial | 21 |
| 1.6.2.1 | Higiene de campo | 21 |
| 1.6.2.2 | Higiene analítica | 22 |
| 1.6.2.3 | Higiene operativa | 22 |
| 1.6.3 | Vías de entrada de los contaminantes químicos al organismo | 23 |
| 1.6.4 | Efectos de los productos químicos sobre la salud | 24 |
| 1.6.4.1 | Sólidos | 25 |
| 1.6.4.2 | Polvos | 25 |
| 1.6.4.3 | Líquidos | 25 |
| 1.6.4.4 | Vapores | 26 |
| 1.6.4.5 | Gases | 26 |
| 1.6.5 | Exposiciones más frecuentes | 26 |
| 1.6.6 | Medidas de control para riesgos químicos | 27 |
| 1.6.6.1 | Control del riesgo en el origen (foco emisor) | 28 |
| 1.6.6.2 | Medidas de control en el medio de difusión | 31 |
| 1.6.6.3 | Medidas de control en el receptor | 34 |
| 2 | METODOLOGÍA | 36 |
| 2.1 | Identificación de riesgos de exposición a H ₂ S en trabajadores de planta de tratamiento de aguas amargas y Merox de la Refinería de Esmeraldas | 37 |
| 2.1.1 | Elaboración de matriz de riesgos químicos | 38 |
| 2.1.1.1 | Materiales | 39 |
| 2.1.1.2 | Equipos | 40 |
| 2.1.2 | Descripción de la matriz de riesgos | 40 |
| 2.2 | Evaluación del riesgo químico al que están expuestos los trabajadores de la planta de tratamiento de aguas amargas y Merox de la Refinería de Esmeraldas | 40 |
| 2.2.1 | Analizador | 40 |
| 2.2.2 | Determinación de la concentración de H ₂ S en unidades Merox | 41 |
| 2.2.3 | Determinación de la concentración de H ₂ S en la planta de tratamiento de aguas amargas | 42 |
| 2.2.4 | Determinación de la concentración de H ₂ S en trasvase de sosa cáustica gastada y dietanolamina | 43 |
| 2.3 | Determinación de las medidas para controlar la exposición a riesgo químico en áreas de estudio | 43 |
| 2.3.1 | Medidas de control en el medio de transmisión | 44 |
| 2.3.2 | Medidas de control en el receptor | 44 |
| 2.4 | Implementación inicial de medidas de control del riesgo químico | 44 |
| 2.4.1 | Medidas de control en unidades Merox | 44 |
| 2.4.1.1 | Parrilla de difusión durante toma de muestras | 45 |
| 2.4.1.2 | Parrilla de difusión para preparación de sosa y DEA | 46 |
| 2.4.2 | Medidas de control en planta de tratamiento de aguas amargas | 47 |
| 2.4.3 | Medidas de control para el trasvase de sosa cáustica gastada y dietanolamina | 47 |
| 2.4.3.1 | Control durante la operación de bomba de trasvase desde los tanques recipientes SC-T01 y SC-T02 hacia | |

| | | |
|-------|---|----|
| | tanques de 55 galones de capacidad | 48 |
| | 2.4.3.2 Control durante el trasvase de residuos peligrosos (sosa cáustica gastada y dietanolamina) a recipientes normados | 48 |
| 2.4.4 | Medidas de control en el receptor | 49 |
| | 2.4.4.1 Medidas de control en el trabajador | 49 |
| | 2.4.4.2 Medidas de control de tipo administrativas | 49 |
| 2.5 | Evaluación de la eficacia de las medidas de control aplicadas | 50 |
| 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 52 |
| 3.1 | Identificación de riesgos químicos | 52 |
| | 3.1.1 Elaboración de matriz de riesgos químicos para las unidades Merox | 52 |
| | 3.1.1.1 Matriz de riesgos para las unidades Merox 200 (Gasolina) | 52 |
| | 3.1.1.2 Matriz de riesgos para las unidades Merox 300 (LPG) | 54 |
| | 3.1.2 Elaboración de la matriz de riesgos químicos para la planta de tratamiento de aguas amargas | 55 |
| | 3.1.3 Elaboración de la matriz de riesgos químicos para el trasvase de sosa cáustica gastada | 57 |
| 3.2 | Resultados de la evaluación del riesgo químico | 58 |
| | 3.2.1 Evaluación de la exposición diaria de H ₂ S en unidades Merox | 58 |
| | 3.2.2 Determinación de la exposición diaria de H ₂ S en la planta de tratamiento de aguas amargas | 65 |
| | 3.2.3 Determinación de la exposición diaria de H ₂ S en el sitio de trasvase de sosa cáustica gastada y dietanolamina | 71 |
| 3.3 | Resultados de la determinación de medidas de control | 76 |
| | 3.3.1 Resultados de la aplicación de medidas de control en el medio de transmisión | 76 |
| | 3.3.2 Resultados de la aplicación de medidas de control en el receptor | 77 |
| 3.4 | Implementación inicial de medidas de control del riesgo químico | 78 |
| | 3.4.1 Medidas de control en el medio transmisor | 78 |
| | 3.4.1.1 Medidas de control en las unidades Merox | 79 |
| | 3.4.1.2 Medidas de control en plantas de tratamiento de aguas amargas | 82 |
| | 3.4.1.3 Medidas de control durante el trasvase de sosa cáustica gastada | 84 |
| | 3.4.2 Medidas de control en el trabajador | 87 |
| | 3.4.3 Implementación de medidas de control de tipo administrativas | 88 |
| | 3.4.3.1 Capacitación | 88 |
| | 3.4.3.2 Señalización | 90 |
| 3.5 | Evaluación de la eficacia de las medidas de control implementadas | 92 |
| 3.6 | Tratamiento químico para la sosa gastada a nivel experimental | 93 |
| 4 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 96 |
| 4.1 | Conclusiones | 96 |

| | | |
|-----|-----------------------------------|-----|
| 4.2 | Recomendaciones | 97 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 98 |
| | ANEXOS | 103 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Tabla 1.1 | Límites umbral según la ACGIH para H ₂ S, SO ₂ y CO | 3 |
| Tabla 1.2 | Convenios de la OIT ratificados por el Ecuador | 11 |
| Tabla 1.3 | Propiedades físicas del H ₂ S | 14 |
| Tabla 2.1 | Unidades operativas de la Refinería de Esmeraldas y sus capacidades de diseño | 37 |
| Tabla 3.1 | Factores de riesgo químico para la unidad Merox 200 (gasolina) de refinería Esmeraldas | 53 |
| Tabla 3.2 | Factores de riesgo químico para la unidad Merox 300 (LPG) de la Refinería de Esmeraldas | 55 |
| Tabla 3.3 | Factores de riesgo para la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas | 56 |
| Tabla 3.4 | Factores de riesgo para el trasvase de sosa gastada en la Refinería de Esmeraldas | 58 |
| Tabla 3.5 | Referencia de dos minutos de muestreo con analizador de gases y el valor registrado de H ₂ S | 59 |
| Tabla 3.6 | Promedio de la concentración de H ₂ S para cada minuto de lectura del analizador | 60 |
| Tabla 3.7 | Determinación de la concentración de H ₂ S por cada minuto de lectura del analizador | 61 |
| Tabla 3.8 | Determinación de la exposición diaria a la que el trabajador está expuesto por efecto del H ₂ S en las unidades Merox | 63 |
| Tabla 3.9 | Resumen de la exposición diaria a H ₂ S durante el tiempo de monitoreo en unidades Merox | 64 |
| Tabla 3.10 | Referencia de dos minutos de muestreo con analizador de gases y el valor registrado de H ₂ S para la planta de aguas amargas | 66 |
| Tabla 3.11 | Promedio de la concentración de H ₂ S para cada minuto de lectura del analizador en la planta de aguas amargas | 66 |
| Tabla 3.12 | Determinación de la concentración de H ₂ S por cada minuto de lectura del analizador en la planta de aguas amargas | 67 |
| Tabla 3.13 | Determinación de la exposición diaria a la que el trabajador está expuesto por efecto del H ₂ S en la planta de aguas amargas | 68 |
| Tabla 3.14 | Resumen de la exposición diaria a H ₂ S durante el tiempo de monitoreo en planta de tratamiento de aguas amargas | 69 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Tabla 3.15 | Referencia de dos minutos de muestreo con analizador de gases y el valor registrado de H ₂ S para el trasvase de sosa gastada | 71 |
| Tabla 3.16 | Promedio de la concentración de H ₂ S para cada minuto de lectura del analizador en trasvase de sosa gastada | 72 |
| Tabla 3.17 | Determinación de la concentración de H ₂ S por cada minuto de lectura del analizador en el trasvase de sosa gastada | 73 |
| Tabla 3.18 | Determinación de la exposición diaria a la que el trabajador está expuesto por efecto del H ₂ S durante el trasvase de sosa gastada | 74 |
| Tabla 3.19 | Resumen de la exposición diaria a H ₂ S durante el tiempo de monitoreo en planta de tratamiento de aguas amargas | 75 |
| Tabla 3.20 | Resumen de la exposición diaria a H ₂ S durante el tiempo de monitoreo en las unidades Merox utilizando medidas de control | 80 |
| Tabla 3.21 | Resumen de la exposición diaria a H ₂ S durante el tiempo de monitoreo en la planta de tratamiento de aguas amargas utilizando medidas de control | 83 |
| Tabla 3.22 | Resumen de la exposición diaria a H ₂ S durante el tiempo de monitoreo durante el trasvase de sosa cáustica utilizando medidas de control | 86 |
| Tabla 3.23 | Resultado de evaluación al personal antes de la capacitación | 89 |
| Tabla 3.24 | Resultado de evaluación al personal luego de que se impartió la capacitación respectiva | 90 |
| Tabla 3.25 | Comparación entre la evaluación del H ₂ S antes y después de la aplicación de medidas de control | 93 |
| Tabla 3.26 | Resultado de tratamiento de sosa gastada con peróxido de hidrógeno | 94 |
| Tabla AII.1 | Ejemplo de realización de tabla para presentar resultado de la exposición diaria | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|---|-----|
| Figura 1.1 | Pirámide de Kelsen | 6 |
| Figura 1.2 | Metodología de actuación para la evaluación de las exposiciones | 17 |
| Figura 1.3 | Esquema de sistema de extracción de contaminantes cerca al foco emisor | 32 |
| Figura 2.1 | Valoración para la estimación del riesgo | 39 |
| Figura 2.2 | Muestreo de gases en la unidad Merox utilizando parrilla de difusión | 46 |
| Figura 3.1 | Valores de la exposición diaria a H ₂ S por fechas de monitoreo para las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas | 65 |
| Figura 3.2 | Valores de la exposición diaria a H ₂ S por fechas de monitoreo para la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas | 70 |
| Figura 3.3 | Valores de la exposición diaria a H ₂ S por fechas de monitoreo para el trasvase de sosa gastada en la Refinería de Esmeraldas | 76 |
| Figura 3.4 | Muestreo en planta utilizando la parrilla de difusión | 79 |
| Figura 3.5 | Muestreo en Merox utilizando parrilla de difusión | 81 |
| Figura 3.6 | Valores de la exposición diaria a H ₂ S por fechas de monitoreo para las unidades Merox utilizando medidas de control | 82 |
| Figura 3.7 | Valores de la exposición diaria a H ₂ S por fechas de monitoreo para la planta de tratamiento de aguas amargas utilizando medidas de control | 84 |
| Figura 3.8 | Utilización de medidas de control durante el trasvase de sosa gastada | 85 |
| Figura 3.9 | Valores de la exposición diaria a H ₂ S durante el trasvase de sosa cáustica utilizando cortina de agua como medida de control | 87 |
| Figura 3.10 | Pictograma para indicar advertencia | 91 |
| Figura 3.11 | Letrero indicativo de la presencia del factor de riesgo en la unidad Merox de la Refinería de Esmeraldas | 92 |
| Figura 3.12 | Evaluación puntual del H ₂ S luego de la reacción de sosa gastada con peróxido de hidrógeno | 94 |
| Figura 3.13 | Diagrama de flujo para la reacción entre sosa cáustica gastada y H ₂ O ₂ | 95 |
| Figura A I.1 | Certificado de calibración | 104 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | PÁGINA |
|---|---------------|
| ANEXO I | |
| Certificado de calibración del analizador de gases | 104 |
| ANEXO II | |
| Determinación de la exposición diaria de H ₂ S a partir de los datos del analizador | 105 |
| ANEXO III | |
| Encuesta para determinar el grado de conocimiento de higiene industrial de los trabajadores del área de investigación | 108 |

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue implantar acciones de control a la exposición laboral de H₂S de los trabajadores de la planta de tratamiento de aguas amargas y de las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas, que permitan cumplir con los límites establecidos en las normativas de seguridad y salud ocupacional. Para esto se realizaron las matrices de riesgo químico utilizando el formato del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, con lo que se logró identificar a este como un riesgo importante al que están expuestos los trabajadores de la planta de tratamiento de aguas amargas y de las unidades Merox.

El promedio de la concentración de la exposición diaria del H₂S en las unidades Merox fue de 1,164 ppm, en tanto que para la planta de tratamiento de aguas amargas fue de 1,058 ppm. En los dos casos se supera al TLV-TWA establecido por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) y que corresponde a 1,000 ppm.

Mediante la aplicación de aire de planta suministrado por la parrilla de difusión en los sitios donde el operador del área realiza sus labores como muestreo, preparación de químicos, cambio de inventario, revisión de parámetros de operación, se logró disminuir la exposición a H₂S a 0,124 ppm en las unidades Merox. En la planta de tratamiento de aguas amargas con el mismo tratamiento se logró disminuir a 0,146 ppm de H₂S.

Con respecto a las medidas de control de los riesgos en el medio receptor, es decir en el trabajador, se realizó la dotación de seguridad necesaria como son botas, casco, guantes tanto de cuero como de nitrilo, gafas de seguridad, mascarilla con filtros para vapores orgánicos, además de la capacitación, señalética.

INTRODUCCIÓN

La refinación de petróleo constituye una de las pocas operaciones industriales que engloban la mayoría de especialidades técnicas en su proceso, dentro de las más importantes se tiene: la química, mecánica, eléctrica, instrumental, industrial, economía y finanzas, adquisición de materiales, etc. La correcta operación de los procesos industriales de una refinería representa grandes divisas económicas al Estado.

Además de los productos industrializados que se producen en una refinería de petróleo, se generan también otro tipo de subproductos o derivados denominados residuos. La sosa cáustica utilizada en los procesos merox para separar los compuestos de azufre de sus corrientes de gasolina y gas licuado de petróleo (LPG) así como también la dietanolamina (DEA) con igual propósito utilizado en las aguas amargas de las corrientes de refinación, constituyen un subproducto de refinación y entran en el grupo de los residuos (Leidinger, 1997, p. 131).

El H_2S contenido tanto en la sosa cáustica gastada así como en la dietanolamina, constituye un factor de riesgo químico en las unidades operativas por lo que debe ser controlado mediante diferentes técnicas. La técnica de control ideal es aquella que controla el riesgo en la fuente, pero debido a diversas situaciones como imposibilidad de variar los procesos, cambiar el producto o detener la producción para realizar controles en el foco emisor, hacen que los controles deban realizarse ya sea en el medio transmisor o en el receptor.

El objetivo del presente trabajo fue implantar acciones de control a la exposición laboral de H_2S de los trabajadores de la planta de tratamiento de aguas amargas y de las Unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas, que permitan cumplir con los límites establecidos en las normativas de seguridad y salud ocupacional.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 CONTAMINANTES QUÍMICOS Y LOS EFECTOS EN LA SALUD

Con el avance tecnológico, el ser humano tiene el reto de concientizar las actividades de producción con el objetivo de preservar el ambiente. En la actualidad, el petróleo es la principal fuente de energía empleada durante los procesos industriales; los combustibles de alto poder energético obtenidos del mismo se emplean en los más diversos medios como en motores de combustión, la generación de electricidad, además se utiliza en la industria como en la elaboración de solventes (María de Juana, 1999, p. 246).

La producción petrolera en el Ecuador tiene dos fases marcadas. En la primera, que va desde 1930 hacia 1960, se realizó la explotación petrolera en Santa Elena, se extrajo un crudo liviano de 32 grados API. Esta actividad estuvo a cargo de la compañía internacional Anglo y los beneficios fueron del 1 por ciento para el estado y 99 por ciento para la compañía encargada de la explotación del recurso natural. La segunda etapa arrancó en 1970 con el descubrimiento en el Oriente Ecuatoriano del campo Lago Agrio y se extendió hasta el año 2001. Dentro de este período se debe considerar la construcción del oleoducto de crudos pesados con intervención y capital privados. El estado, mediante la modalidad de contratos de participación, entregó el manejo de miles de hectáreas del Oriente Ecuatoriano, con una utilidad para el estado del 12 por ciento y la diferencia iba a las empresas beneficiadas de los contratos, las mismas que no pagaban impuestos de ninguna naturaleza al estado. En esta segunda etapa del petróleo en el Ecuador, este era extraído de la región amazónica, una región ambientalmente frágil y socialmente formada por muchas etnias asentadas en la región (Guerra, 2003, p. 12).

La refinación de petróleo corresponde a un proceso industrial de tipo cerrado, es decir no existe la posibilidad de que uno de sus procesos se realice al ambiente ya que consiste básicamente en una obtención de derivados que se separan en función de su punto de ebullición, este proceso cerrado implica entonces una protección a la salud del trabajador siempre y cuando no existan fugas de producto. Este concepto podría aplicarse a refinerías de alta tecnología y sobre todo nuevas, pero las que corresponden a décadas anteriores y con un agravante de falta de mantenimiento, las

exposiciones por efectos de la actividad de refinación, provocan la exposición de sustancias químicas en la salud de los obreros (González, 2003, p. 1).

Una refinería de petróleo es una combinación de procesos particulares que demandan de un área amplia de trabajo con sitios para tanques de almacenamiento, áreas de procesos, laboratorios, bodegas, etc. Son procesos que generan variados contaminantes de diferente naturaleza química, como los hidrocarburos aromáticos y no aromáticos presentes durante la destilación del petróleo, pero además generan otras sustancias tales como compuestos de azufre, monóxido de carbono, derivados halogenados, etc., que se vierten al ambiente durante la ejecución de los procesos (Rojas, 2004, p. 11).

El SO_2 se genera en la combustión de combustible en quemadores de hornos y calderas, sale al ambiente por las chimeneas o se depositan al interior de estos equipos térmicos en forma de vanadatos y otros compuestos de azufre. El H_2S se genera de manera principal en el proceso de destilación del crudo y en el área de calderas y su contenido depende del tipo de crudo que destile. El Cl_2 se utiliza en los sistemas de enfriamiento, el H_2SO_4 se emplea para regenerar la capacidad de las resinas de intercambio iónico y también para neutralizar destilados alcalinos. El SO_2 y el Cl_2 son gases irritantes y por tanto sustancias que pueden penetrar al organismo del trabajador expuesto a través de las vías respiratorias (Marruecos y Nogué, 1993, p. 110).

El H_2S , incluso a bajas concentraciones, tiene acción irritante sobre los ojos y el aparato respiratorio. En situaciones graves, la inhalación de H_2S produce anoxia, que determinará la muerte por asfixia. En los casos de intoxicaciones agudas y sub agudas, los síntomas principales que se presentan son eructos fétidos, diarreas y depresiones del sistema nervioso central (González, 2004, p. 25)

Teniendo en consideración la salud del trabajador expuesto, los gases tóxicos de mayor interés son los denominados gases ácidos. Entre ellos se tienen el H_2S , los SO_x . Su importancia se debe a la rapidez que se presentan sus efectos a bajas concentraciones y en muy cortos periodos de exposición sobre los trabajadores expuestos. Otros gases considerados como tóxicos son el CO , por su capacidad asfixiante especial. También se tienen los compuestos aromáticos como el benceno, tolueno y xileno por su capacidad de ser depresivos del sistema nervioso central (Ecopetrol, 2012. p. 6).

Durante una emergencia por escape no controlado de sustancias químicas, los valores de exposición ponderada en el tiempo, TLV-TWA, no son aplicables para optar por acciones debido a que el valor umbral está definido para un contexto de trabajo normal de 8 horas diarias, 5 días a la semana y 48 semanas al año durante la vida laboral de una persona, en tanto que durante una emergencia por fuga de estas sustancias la actuación debe ser instantánea.

La ACGIH, de las siglas en inglés de American Conference of Governmental Hygienists, actualizó a partir del año 2009 los valores límites umbral o TLVs para el SO₂ y en el año 2010 los valores correspondientes al H₂S, los cuales fueron reducidos drásticamente con respecto a los valores anteriores. La Tabla 1.1 resume los valores del límite umbral para varios compuestos químicos.

Tabla 1.1 Límites umbral según la ACGIH para H₂S, SO₂ y CO

| Límites Umbral | Dióxido de azufre SO ₂ | | Sulfuro de hidrógeno H ₂ S | | Monóxido de Carbono CO |
|-----------------|--------------------------------------|----------------------|--|----------------------|---------------------------|
| | Hasta el 2008 | A partir del 2009 | Hasta el 2009 | A partir del 2010 | |
| TLV – TWA (ppm) | 2 | - | 10 | 1 | 25 |
| TLV STEL (ppm) | 5 | 0,25 | 15 | 5 | 75 |

(Ecopetrol, 2012, p. 8)

1.1.1 SOSA CÁUSTICA

La solución de hidróxido de sodio, NaOH, llamada también sosa cáustica o legía, tiene amplio uso en las refinerías de petróleo. Es un químico potencialmente peligroso por su carácter agresivo a la salud del trabajador. Para trabajar con la solución cáustica, los trabajadores deben hacerlo utilizando los equipos de protección personal requeridos como son gafas o pantalla facial, guantes de goma, botas de caucho, traje o delantal de hule, casco protector. Si los ojos del trabajador entran en contacto con el químico, puede producir infección, dolor y la posibilidad de quedar ciego (Órgano Constitucional de los Estados Unidos, 2000, p. 83).

Hay que considerar que la solución cáustica al entrar en contacto con la parte del cuerpo del trabajador, no ocasionará acción inmediata de quemadura o irritación como en el caso de algún otro químico. La presencia de la solución cáustica sobre la piel se identifica por una sensación jabonosa o por la prueba con solución de fenolftaleína al

1% tornándose rojiza (rosada) cuando se aplique en el área contaminada. Se deberá consultar a un médico en caso de una quemadura severa en la piel (Carrasco, 2000, p. 1539).

Algunas refinерías disponen en su sitio de posibilidad de contacto, una solución de vinagre diluido para neutralizar la solución cáustica, las herramientas que entran en contacto con el químico así como los guantes de hule del trabajador deben ser lavados con abundante agua.

Al trabajador que esté en contacto con este químico, se le capacitará sobre los peligros y riesgos de trabajar con legía, además en la utilización de los equipos de protección personal requeridos. Los materiales de algodón son más resistentes a la solución cáustica que la lana y por consiguiente es preferible usarlo como ropa pero no se lo puede considerar como un material protector.

En caso de que la solución cáustica está en contacto con la piel, el área deberá ser inmediatamente lavada con agua por algunos minutos y depende de la severidad de la exposición, seguidamente puede ser lavado con ácido acético (vinagre) al 2% para neutralizar cualquier vestigio de solución cáustica, además la empresa debe dar facilidades para una rápida acción de lavado en caso de existir un contacto no deseado con el químico.

1.1.2 DIETANOLAMINA (DEA)

La dietanolamina, DEA, es una solución acuosa alcalina. La acción tóxica de la dietanolamina se da principalmente sobre los ojos y el contacto físico sobre la piel del trabajador expuesto, por lo que para realizar trabajos con dietanolamina debe usarse aire asistido, gafas o pantalla facial, delantal protector, guantes, etc. A temperatura ambiente, no hay emanaciones de vapores de dietanolamina por lo que en estas condiciones la concentración de vapores no es tóxica. Sin embargo se deberá evitar el contacto físico o la inhalación del vapor caliente de la amina. En el caso de que los ojos fueran afectados por este químico, se deberá aplicar inmediatamente chorro de agua y si la ropa o zapatos del trabajador llegaran a tener contacto con dietanolamina, esta será retirada inmediatamente y se procederá a lavar con abundante agua la zona afectada (EP Petroecuador, 2013, p. 23).

1.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL

El Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, por medio de la Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo, tiene la competencia directa de determinar las directrices que conllevan a hacerse cargo de la seguridad y salud de los trabajadores de las empresas. Por acción de los temas de seguridad y salud ocupacional, se han diseñado los Sistemas de Gestión de Seguridad en los sitios de trabajo, haciendo realce en la responsabilidad solidaria para contratación de obras y servicios en las empresas (Ministerio de Relaciones Laborales, 2013).

El capítulo de Seguridad y Salud en el trabajo tiene sus inicios en el Ecuador considerando los derechos del empleado respecto a su protección, este programa aplica desde el momento que la ley determinara que los riesgos a los que está expuesto el trabajador, son compromiso del empleador, por tal razón existen responsabilidades, deberes y derechos que se deben cumplir en los centros de trabajo. Por medio de estos programas de Seguridad y Salud se han diseñado los Sistemas de Gestión en las industrias del país (Ministerio de Relaciones Laborales, 2013).

Dentro del marco legal aplicable y vigente en el Ecuador se tiene:

- a) Instrumento Andino y su Reglamento
- b) Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo
- c) Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas
- d) Guía para elaboración de Reglamentos Internos de Seguridad y Salud en el Trabajo
- e) Convenios OIT relacionados a la Seguridad y Salud ratificados por Ecuador
- f) Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica.

Para determinar la jerarquización de la normativa de seguridad y salud en el Ecuador, se usa la pirámide de Kelsen. Esta Figura representa en forma gráfica la estructura jerárquica del orden jurídico, su creador, el austríaco Hans Kelsen, propuso realizar el

ordenamiento jurídico entre sí de tal manera que represente las leyes de manera visual tal cual una pirámide formada por pisos superpuestos. La ley que se encuentra en la parte superior de la pirámide representa a la de mayor valor y jerarquía y va disminuyendo conforme se acerca a la base de la pirámide (Reyes, 2013, p. 15).

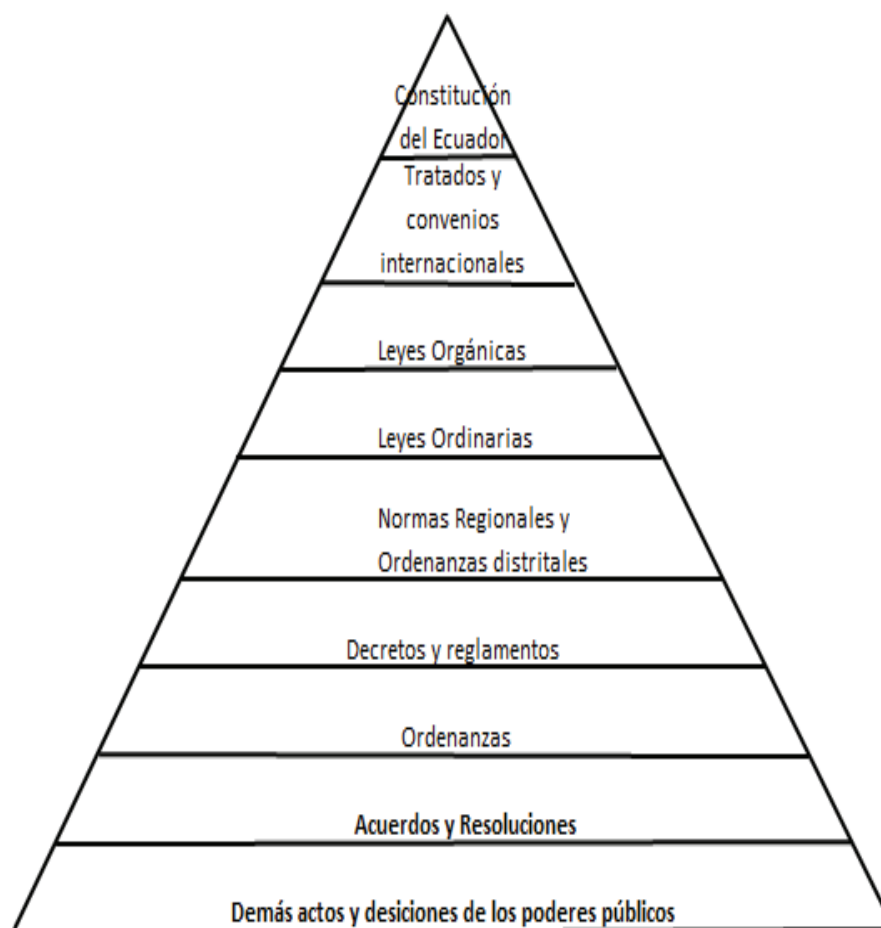


Figura 1.1 Pirámide de Kelsen
(Reyes, 2013, p. 16)

1.2.1 INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, DECISIÓN 584

La Resolución 584 fue creada con el propósito de determinar normas esenciales en aspectos de seguridad y salud en el trabajo que use inicio de acople de leyes y reglamentos que regulen aspectos de las labores que se realizan en los países miembros así como también encamina ser una regla para la implantación de los sistemas de seguridad en las actividades de trabajo diarias (Andrade, 2014).

1.2.2 REGLAMENTO DEL INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, RESOLUCIÓN 957

La Decisión 584 en su artículo 9 determina que los países miembros elaborarán sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional en las actividades de labor diaria, considerando los aspectos siguientes:

- a) Gestión administrativa
- b) Gestión técnica
- c) Gestión de talento humano
- d) Procesos operativos básicos.

Cuando dos o más empresas desarrollen sus actividades de manera conjunta en el mismo lugar de actividad laboral, los empleadores serán solidariamente responsables por la aplicación de medidas de protección y prevención para el control de los riesgos de trabajo.

Los países miembros se obligan a incorporar medidas útiles para incorporar unidades de salud en el trabajo, las que serán organizadas por los organismos interesados para lograr dicho objetivo (Consejo Consultivo Laboral Andino, 2005).

1.2.3 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DEL TRABAJO

Lo dictaminado en este reglamento tiene acción en todos los centros laborales considerando como objetivo la prevención, reducción o eliminación de riesgos durante la actividad laboral y realizar las mejoras del ambiente laboral. Este reglamento en su Artículo 11 determina la responsabilidad de los empleadores, los mismos que deben cumplir las disposiciones determinadas en el reglamento, además deberán adoptar todas las medidas necesarias para lograr una política para prevenir los riesgos, así como también se deberá conservar en buen estado de operatividad sus instalaciones, herramientas y materiales para desarrollar un trabajo seguro (IESS, 1998, p. 8).

En el mismo reglamento en el artículo N° 33 determina que para los procesos industriales donde estén presentes o se liberen como producto de la actividad del proceso de la industria, la prevención de riesgos que afecten la salud de los

trabajadores se realizará gestionando en primer lugar su concepción, es decir realizar un control de los riesgos en la fuente, en segundo lugar su emisión o control en el medio laboral y la tercera acción corresponde a la transmisión. Solo cuando de manera técnica resulten imposibles las aplicaciones anteriores, se utilizarán los medios de protección personal (IESS, 2005, p. 29).

En las actividades industriales en que se utilicen productos con un grado de toxicidad, se procurará su reemplazo por otras de más bajo riesgo, pero teniendo en cuenta que el proceso industrial no se modifique.

Cuando sea imposible el vertido de sustancias contaminantes desde una actividad industrial al ambiente laboral, se impedirá que se difunda en el medio de trabajo, implantando un sistema idóneo de ventilación lo más cercano de la fuente de generación del contaminante, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- a) Descargar al exterior del local de trabajo los agentes químicos luego de verificar la Legislación vigente sobre contaminación atmosférica.
- b) Evitar en locales de trabajo la combinación de sustancias aspiradas por sistemas de ventilación y que sean capaces de formar mezclas explosivas e inflamables con las sustancias producidas en el ambiente laboral.
- c) Se deberá reemplazar el aire extraído de los sitios de trabajo abastecidos con sistemas de extracción, ya sea por medios naturales o artificiales de capacidad adecuada.
- d) En los lugares de trabajo, se evitará exponer al personal a concentraciones altas de sustancias químicas por efecto de sistemas de ventilación fuertes disponibles en dichos locales (IESS, 2010, p. 38).

1.2.4 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS

Este reglamento es específico para actividades relacionadas con la construcción, describe de forma descriptiva la prevención de los riesgos tales como son trabajos en con altura, excavaciones, cimentaciones, trabajos eléctricos, señalización en

seguridad. El reglamento y su aplicación está a cargo del Ministerio de Relaciones Laborales y la Dirección de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (Andrade, 2010, p. 37).

Esta ley constituye la estructura de la seguridad y salud en el trabajo en las obras civiles. El objetivo de este reglamento es desarrollar la materia de seguridad y salud en la construcción así como establece la participación del estado para su íntegro cumplimiento (Andrade, 2010, p. 37).

1.2.5 GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE REGLAMENTOS INTERNOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador con el propósito de facilitar el cumplimiento de los preceptos en aspectos de seguridad y salud ocupacional en los lugares de trabajo, ha delineado una guía de procedimientos respetando los enunciados y las normas nacionales e internacionales en esta materia. Por lo tanto todo reglamento interno es específico para cada centro de labor asociado a sus respectivos riesgos sea particular y específico para cada actividad aunque las máquinas, herramientas, procesos, materia prima fuesen similares (INSHT, 2012, p. 17).

En un centro de trabajo es un factor fundamental el examen inicial e identificación de riesgos para el inicio del cumplimiento legal. Sin este proceso, los esfuerzos para la implantación de la gestión en seguridad y salud ocupacional no rendirían los frutos esperados.

Las partes del reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo son las siguientes:

- a) Política de la empresa
- b) Razón social y domicilio
- c) Actividad de la empresa
- d) Objetivos del reglamento
- e) Disposiciones reglamentarias

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud realiza el análisis y descripción de los siguientes puntos:

- a) Del comité paritario de seguridad y salud en el trabajo
- b) De la unidad de seguridad y salud ocupacional
- c) Del servicio médico de la empresa
- d) De la responsabilidad del empleador
- e) De la población vulnerable
- f) De la prevención de riesgos
- g) De los accidentes mayores
- h) De la señalización de seguridad y salud
- i) De la vigilancia de la salud de los trabajadores en la empresa
- j) Del registro e investigación de accidentes
- k) De la información y capacitación en prevención de riesgos
- l) De la gestión ambiental
- m) Disposiciones generales
- n) Disposiciones transitorias

(Ministerio de Trabajo y Empleo Ecuador, 2005, p. 5).

1.2.6 CONVENIOS OIT RELACIONADOS A LA SEGURIDAD Y SALUD RATIFICADOS POR ECUADOR

La OIT por sus siglas Organización Internacional del Trabajo, es un estamento que forma parte a las Naciones Unidas desde 1946 y es administrado de forma tripartita, es decir que en una constitución participan gobiernos, empleadores y trabajadores. La OIT desarrolla su actividad por medio de tres componentes principales: la Conferencia Internacional del trabajo, el Consejo de Administración y la Oficina Internacional del Trabajo (OIT, 2000, p. 12).

Los de la OIT son los siguientes:

- a) Promover y practicar las normas, principios y derechos fundamentales del trabajo.
- b) Producir mayores opciones y oportunidades para que trabajadores de ambos sexos puedan tener empleos e ingresos dignos.

El papel más importante de la OIT es de carácter normativo, es decir se encarga de los derechos fundamentales para los trabajadores tales como la libertad sindical, el derecho a la negociación colectiva, la eliminación del trabajo forzoso, la eliminación del trabajo infantil, la igualdad de oportunidades y otras (OIT, 2009, p. 22).

En la Tabla 1.2 se detallan los Convenios de la OIT ratificados por el Ecuador así como el año de suscripción.

Tabla 1.2. Convenios de la OIT ratificados por el Ecuador

| NÚMERO DE CONVENIO | DESCRIPCIÓN | AÑO |
|--------------------|---|------|
| 45 | Trabajo subterráneo de mujeres | 1954 |
| 105 | Abolición del trabajo forzoso | 1961 |
| 24 | Seguro de enfermedad | 1962 |
| 35 | Seguro obligatorio de vejez | 1962 |
| 120 | Higiene en el comercio y en las oficinas | 1969 |
| 123 | Trabajo subterráneo | 1969 |
| 127 | Peso máximo que puede transportar un trabajador | 1969 |
| 115 | Radiaciones ionizantes y vibraciones | 1972 |
| 110 | Trabajadores de las plantaciones | 1972 |
| 119 | Protección de maquinaria | 1972 |
| 78 | Examen médico de menores | 1975 |
| 121 | Prestación para accidentes y enfermedades laborales | 1978 |
| 139 | Sustancias cancerígenas | 1978 |
| 136 | Intoxicación por el benceno | 1978 |
| 148 | Contaminación del aire, ruido y vibraciones | 1978 |
| 152 | Trabajadores portuarios | 1988 |
| 153 | Transportes por carretera | 1988 |
| 162 | Utilización de asbestos | 1990 |

(OIT, 2009, p. 51)

1.3 VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA CONTAMINANTES QUÍMICOS

En toda actividad de trabajo existen riesgos y peligros. Existen instituciones a nivel mundial que se ocupan de diseñar planes de normas para los trabajadores, entre otras se puede citar la OIT, OSHA, NFPA o ANSI. En muchas actividades laborales, los

trabajadores deben realizar labores en sitios con variados tipos de contaminantes, entre los cuales están los agentes físicos como ruido y vibraciones, calor, radiaciones electromagnéticas; o con químicos por gases, vapores, fibras, polvo, nieblas (Gamboa, 2012, p. 2).

En primer lugar se debe concientizar que el objetivo en una empresa es lograr que ningún trabajador sea expuesto a un de contaminante, si no se puede cumplir este objetivo, se tratará de minimizar el efecto sobre los trabajadores. Existen valores máximos permitidos de exposición laboral determinados por variadas organizaciones para la industria en general. Los niveles de exposición se refieren a valores promedio permitidos o niveles más altos tolerables. Para sustancias cancerígenas, no debe existir exposición por parte del trabajador a estas sustancias (Gamboa, 2012, p. 2).

1.3.1 VALORES DE REFERENCIA AMBIENTALES EN ESTADOS UNIDOS

Existen tres instituciones en Estados Unidos que fijan los valores límites para contaminantes químicos en el ambiente laboral y son los siguientes:

- a) "Occupational Safety and Health Administration" (OSHA)
- b) "National Institute for Occupational Safety and Health" (NIOSH)
- c) "American Conference of Governmental Industrial Hygienists" (ACGIH).

La OSHA corresponde al órgano de la Administración Federal de los Estados Unidos con autoridad para establecer normas legales comprometidas a la prevención de riesgos y procura de la salud. Los valores descritos por la OSHA se denominan "Permissible Exposure Limits" (PEL) y son válidos tomando en cuenta el aspecto legal.

El NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) corresponde a la agencia federal encargada de realizar investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades asociadas al trabajo, además despliega y revisa recomendaciones para límites de exposición a sustancias. Estas recomendaciones son publicadas y transmitidas a los organismos de control competentes para su empleo en la promulgación de normas legales. Los valores que establece el NIOSH se denominan "Recommended Exposure Limits" (REL) y carecen de valor legal (Sánchez y Solá, 1989, p. 2).

La ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales) establece los "Threshold Limit Values" (TLV) o valor límite umbral y se basan en criterios científicos de cuidado de la salud. Estos valores solo son recomendados no obligatorios, pero tiene un amplio prestigio en el campo de la Higiene Industrial (Sánchez y Solá, 1989, p. 2).

1.3.2 TIPOS DE TLV SEGÚN ACGIH

1.3.2.1 TLV-TWA (Threshold Limit Values - Time Weighted Average). Concentración máxima permisible

Conciene a la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada de 8 horas diarias de actividad de trabajo y 40 horas a la semana, período en el que la mayor parte de los trabajadores pueden estar expuestos reiteradamente día tras día sin que se produzcan efectos adversos en la salud (Creus y Mangosio, 2011, p. 158).

1.3.2.2 TLV-STEL (Short Time Exposure Limit.) Concentración máxima permisible para cortos periodos

Se refiere a la concentración a la que se estima que los trabajadores pueden estar expuestos a los factores de riesgo de manera seguida durante cortos lapsos de tiempo sin sufrir afectaciones a su salud. El TVL-STEL no es un valor independiente sino mas bien es adicional al TLV-TWA sobre todo cuando se acepta que los efectos que causa el factor de riesgo es de tipo crónico con efectos severos en la salud del trabajador (Creus y Mangosio, 2011, p. 159).

1.3.2.3 TLV-C (Ceiling). Concentración máxima permisible. Valor techo

Se refiere a la concentración del factor de riesgo a la cual no se debe sobrepasar en ningún momento durante una exposición del desarrollo de las actividades del trabajador. En materia de Higiene Industrial, al momento de ser posible realizar medidas instantáneas para determinar el valor TVL-C, se puede determinar las exposiciones realizando muestreos puntuales que no sobrepasen de quince minutos, excepto para casos en los cuales las sustancias en análisis puedan causar irritaciones

de manera inmediata al trabajador. Por ejemplo para gases irritantes quizás sea adecuado fijar solo valores de TLV-C (Creus y Mangosio, 2011, p. 159).

1.4 EL SULFURO DE HIDRÓGENO

El H₂S tiene un olor repugnante, nauseabundo, olor a huevos podridos. Puede ser detectado a concentraciones bajo 0,1 ppm. El olor no es un parámetro para determinar la concentración peligrosa del H₂S porque los nervios del olfato son rápidamente fatigados y desensibilizados después de lo cual no puede ser detectado, por lo tanto es de mucha importancia contar en los sitios de trabajo con un equipo analizador de este químico peligroso.

1.4.1 EFECTOS SOBRE LA SALUD DEL TRABAJADOR

El H₂S es un químico extremadamente peligroso y debe ser manipulado con mucho cuidado en procesos químicos industriales y debe darse una atención rigurosa para obtener los procedimientos adecuados de trabajo. El H₂S tiene doble acción peligrosa:

- a) Como gas tóxico a baja concentración.
- b) Como un gas altamente combustible.

En la Tabla 1.3 se enlistan las propiedades físicas del H₂S.

Tabla 1.3. Propiedades físicas del H₂S

| Propiedad Física | Valor |
|---|------------|
| Peso Molecular | 34 g/mol |
| Punto de Fusión °F (°C) | -117 (-83) |
| Punto de Ebullición | -76 (-60) |
| Gravedad Específica (Líquido) (15/15°C) | 0,790 |
| Límites de Inflamabilidad vol % en aire | 4,3 - 4,6 |
| Temperatura de auto ignición °F (°C) | 500 (206) |

(New Jersey Department of Health, 2012, p. 6)

El H₂S al parecer es acumulativo; sin embargo, serios daños en el cerebro pueden resultar por la deficiencia de oxígeno, si la respiración no es restablecida después de una exposición penetrante (New Jersey Departement of Health, 2012, p. 6).

1.4.2 PREVENCIÓN AL ENVENENAMIENTO CON H₂S

Al momento de manipular H₂S se debe utilizar mascarar de aire, de preferencia se utilizará equipos de respiración autónomo SCBA de las siglas en inglés (Self-Contained Breathing Apparatus). Estos equipos de protección deberán cumplir con lo establecido en la norma NFPA 1981 la cual entre otros parámetros determina que la capacidad de autonomía del cilindro no debe ser menor de treinta minutos, además de un equipo de comunicación con un 85 % de efectividad a 10 pies de distancia (Voltarel, 2013, p. 1).

Deben realizarse permanentes monitorizaciones en el área donde puede existir la posibilidad de entrar en contacto con H₂S, para eso se utilizan detectores portátiles los cuales deben estar previamente calibrados.

1.5 DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL

La evaluación de la concentración de los diferentes contaminantes químicos en el ambiente laboral puede realizarse de diferentes maneras, pero teniendo referencia los siguientes aspectos:

- a) Equipos e instrumentación disponible para la evaluación, existen equipos que pueden determinar la concentración de un contaminante de manera directa; en otros casos es necesario recurrir a métodos de laboratorio con su instrumentación propia.
- b) Duración de las pruebas de medición, estas pueden ser puntuales o el resultado de un promedio. La medición puntual está basada en la caracterización de la concentración en un período de tiempo muy corto. La medición promedio engloba un período de tiempo mayor y es ideal para determinar exposiciones a lo largo de la jornada de trabajo.

- c) Ubicación de la medición, esta puede ser en el ambiente o realizada a nivel personal. Las mediciones ambientales determinan concentraciones de contaminantes en lugares de trabajo concretas. Las determinaciones de las mediciones personales permiten obtener una medida más concreta de la exposición real a los empleados durante la ejecución de las tareas propias de su puesto de trabajo (Aníbal, 2005, p. 78).

1.5.1 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

Durante la determinación de la concentración en el ambiente laboral se obtienen valores numéricos, ellos por sí solos no entrañan un significado científico. Se requiere disponer de valores de referencia para realizar comparaciones con ellos y de esta manera analizar y determinar si la situación es segura, o caso contrario los resultados de la comparación determinan que existe un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores.

Los probables efectos de la exposición son los deterioros que puedan sufrir el personal expuesto, manifestados por las afectaciones negativas para la salud producidos por los productos químicos. Se puede conocer las probables consecuencias contando con la información toxicológica de los productos con los cuales se ha realizado el contacto. El conocimiento de las posibles consecuencias de la exposición, permite al especialista en Higiene Industrial, predecir la posible sumatoria de efectos cuando actúan de manera conjunta con el agente químico (Jiménez y Merchant, 2003, p. 223).

La Figura 1.1 propone el modo de acción para exposiciones globales a productos químicos, no interesa la vía de entrada en el organismo de la persona expuesta, la mayoría de las veces se considera a la vía respiratoria la más importante. Sin embargo la evaluación de las exposiciones debe incluir el estudio y las respectivas conclusiones, también a las exposiciones que pudieran darse ya sea por vía dérmica así como también por vía digestiva.

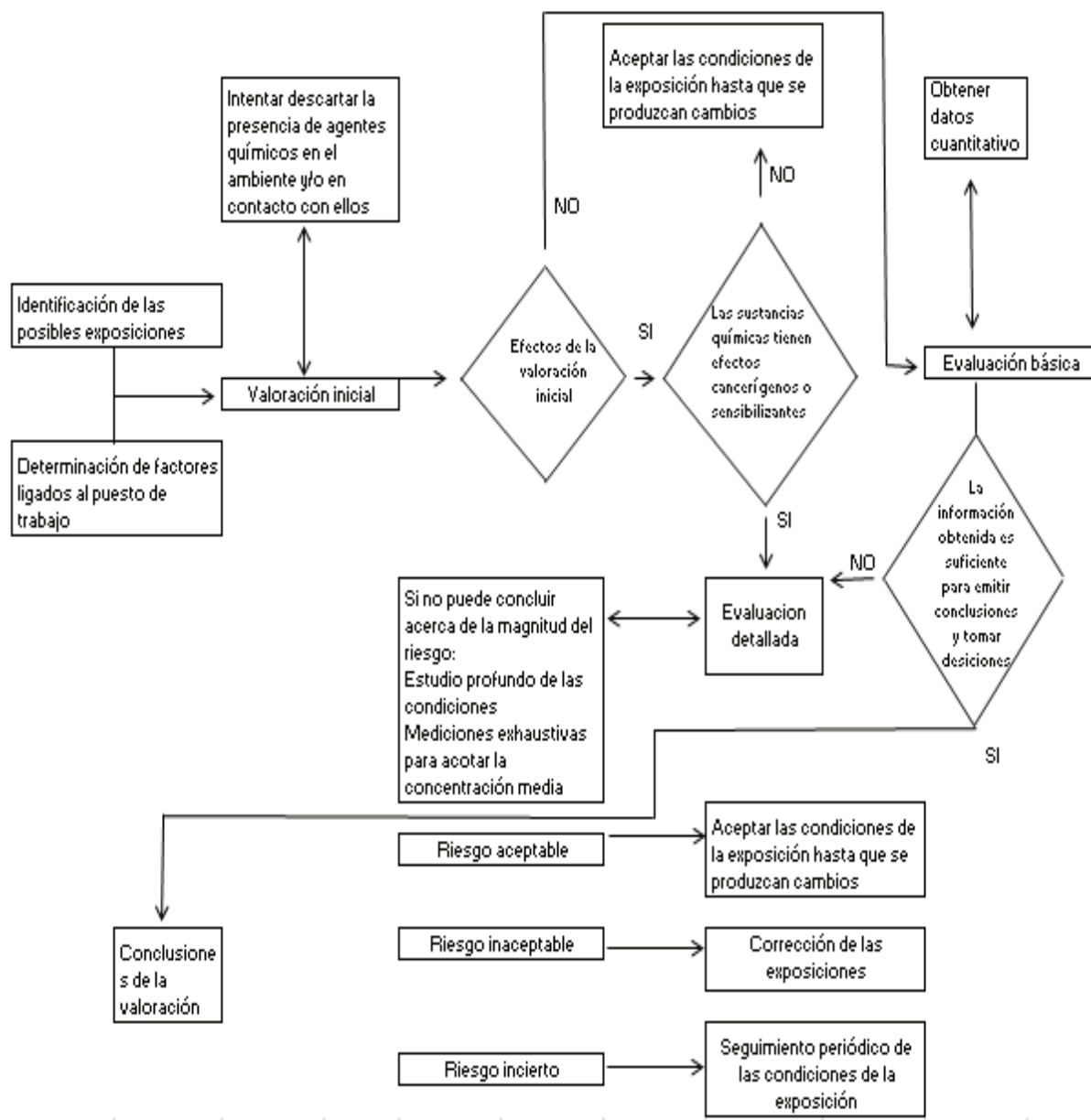


Figura 1.2 Metodología de actuación para la evaluación de las exposiciones
(Luna, 1990, p. 2)

1.5.2 TIPOS DE EVALUACIONES DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS

Existen varios tipos de evaluaciones de la exposición a contaminantes químicos en el ambiente laboral determinados por etapas, cada una de las cuales tiene sus propias características y además constituyen procesos en secuencia progresiva tomando como base la anterior descripción de la evaluación, se inicia con la valoración inicial, luego la evaluación básica y se completa mediante la evaluación detallada.

1.5.2.1 Valoración inicial

Durante esta etapa de valoración, se supone la estimación de la dimensión del riesgo. Durante esta etapa de valoración se tiene como objetivo, eliminar la presencia del agente en el ambiente laboral o evitar el contacto físico del trabajador con este agente. También debe admitir presentar las exposiciones en las cuales el riesgo no es aceptable, de esta manera se utilicen medidas de control que reduzcan su magnitud. Si lo anterior descrito no fuese posible, debe realizarse la evaluación básica de la exposición (Arocha y Masías, 1996, p. 19).

La existencia de agentes cancerígenos así como sensibilizantes, supone que la valoración se desenvuelva a un nivel de máximo cuidado. Los dos tipos de tóxicos pueden producir efectos adversos en la salud del trabajador aunque las dosis absorbidas por parte del trabajador sean bajas, por lo que el contacto físico entre el agente químico y el individuo debe ser mínimo posible o en todo caso nulo.

1.5.2.2 Evaluación básica

El objetivo de esta evaluación es estimar el valor del riesgo cuando esto no ha sido posible en la etapa anterior; esta evaluación se realiza a través de valores cuantitativos confiables y comparables. Presume un nivel de juicio elevado respecto del riesgo existente y se fundamenta en la comparación de los datos obtenidos con los valores límite diseñados para las concentraciones ambientales de los productos químicos. Las habilidades que se pueden utilizar en esta etapa se describen en las siguientes:

- a) Medición de la concentración ambiental con tubos colorimétricos para el trabajador, los resultados de esta acción permite tomar medidas al momento que no es detectado el agente químico, también cuando la concentración sobre pasa el valor límite establecido.
- b) Mediciones en las áreas cercanas a los orígenes de la generación del agente, permiten asumir que el riesgo es admisible cuando las concentraciones de los productos químicos evaluados están por debajo del valor límite y lo deducido en las etapas anteriores no contradice este concepto.

- c) Mediciones en condiciones extremas, cuando las concentraciones en el ambiente de trabajo son claramente inferiores a los valores límite. De la misma manera, las concentraciones que superan los valores límite obtenidas en las etapas del trabajo donde se presumía esperar menor presencia del agente, deben llevar a concluir que también se superarán el resto de la jornada de trabajo.
- d) Utilización de criterios rápidos de valoración, aplicado para casos en los cuales varios procesos son muy conocidos, se puede predecir los valores de las mediciones.
- e) Comparación con otros datos de exposiciones disponibles de procesos equivalentes, en el caso que no haya muchas dudas respecto de la extensión del riesgo, la comparación con casos similares que dispongan de datos íntegros sobre concentraciones ambientales existentes.

1.5.2.3 Evaluación detallada

Durante esta etapa hay una investigación detallada del riesgo y las causas de la exposición a agentes químicos. Este tipo de evaluación consiste en realizar la medición de las concentraciones en el ambiente laboral estableciendo planes de medición y toma de decisiones. No se debe dejar asuntos sin resolver y el estudio de los riesgos debe ser exhaustivo para poder dar un criterio con responsabilidad.

a) Agente químico con valor "techo"

La concentración de la sustancia química no debe en ningún momento sobrepasar del valor límite de referencia. De manera general se determina este tipo de valor límite a compuestos en los cuales los efectos son inmediatos partiendo de una cierta concentración del agente químico.

El plan de muestreo consiste en sesgar la aleatoriedad del muestreo, examinando las etapas de trabajo donde se estima que existe una mayor concentración del agente en el ambiente laboral (Rubio, 2005. p. 447).

b) Agente químico con valor límite aplicable a la jornada de trabajo

Al momento que el factor de riesgo tiene determinado un valor límite promedio, las concentraciones en el ambiente laboral del agente químico en estudio durante la jornada de trabajo pueden superar el valor en el rango de unos límites, siempre y cuando la concentración promedio no supere el valor de referencia.

En consecuencia, se concluye que no se puede determinar la concentración real media existente de un agente químico en un puesto de trabajo por acción de los cambios de la concentración ambiental durante la jornada laboral y entre diferentes jornadas (Luna, 1990, p. 4).

1.6 CONTROL DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A PRODUCTOS QUÍMICOS

Se estima que en muchas industrias existen un número elevado de productos químicos diferentes de los cuales se comercializan en cantidades elevadas, además cada año se introducen nuevos productos a dichas industrias. Sin embargo a pesar de la elevada cantidad de sustancias existentes solo se conocen con amplio detalle los efectos tóxicos para la salud humana de unos pocos productos químicos, desconociendo los peligros que encierran la mayor cantidad de estos compuestos existentes en el mercado, con lo cual se presume que con frecuencia los trabajadores estén expuestos a nuevos productos mucho antes que se conozca su acción toxicológica.

1.6.1 HIGIENE INDUSTRIAL

La Higiene Industrial forma parte de la Seguridad Industrial y es de tipo preventiva no médica es decir contribuye con diferentes técnica a anticiparse a los acontecimientos que pudiesen venir por lo tanto no es de carácter curativo. El objeto principal de la Higiene Industrial es realizar la prevención del aparecimiento de enfermedades profesionales en el lugar de trabajo producidas por agentes físicos, químicos o biológicos. La Higiene Industrial se basa su aplicación en las técnicas de identificación de factores de riesgo, la evaluación de dichos factores y el control de los mismos. Se pueden considerar cuatro ramas de la Higiene Industrial y corresponden a: teórica, de campo, analítica y operativa (Floría, 2007, p. 29).

1.6.1.1 Accidente de trabajo

Accidente de trabajo corresponde a la base de estudio de la Seguridad Industrial, es una interrupción brusca de las actividades del trabajador. Se encarga del estudio de las causas, las fuentes, sus participantes y con estas características desarrolla una técnica de prevención.

1.6.1.2 Enfermedad profesional

La enfermedad profesional en el trabajador corresponde a un detrimento lento y progresivo de la salud a causa exposiciones continuas a diversos factores adversos propios de su ambiente laboral. Existe una similitud y diferencia notoria a la vez entre accidente de trabajo y enfermedad profesional, la semejanza que presentan estas dos situaciones es que ambas provocan un deterioro notable en la salud del trabajador en tanto que la diferencia marcada entre las dos se tiene el hecho de que el tiempo es un factor decisivo, en la enfermedad profesional, siendo consecuencia de la dosis paulatina que va recibiendo el trabajador, el tiempo es lento en tanto que el accidente el tiempo es inmediato y súbito (Falagán, Canga, Ferrer y Fernández, 2000, p. 14).

1.6.2 RAMAS DE LA HIGIENE INDUSTRIAL

1.6.2.1 Higiene de campo

Esta disciplina es la encargada de realizar el estudio, la identificación de los contaminantes y las condiciones de trabajo, se basa en la identificación de los peligros para la salud del trabajador, midiendo los riesgos higiénicos y sus posibles causas, toma acción inmediata y utiliza las medidas necesarias para su control.

Para realizar estas actividades, el profesional en Higiene de Campo se apoya de manera científica en la entrevista higiénica. En la cartilla utilizada se recopila la información proporcionada por el empleador y los trabajadores afectados en su salud, se adjunta la documentación de soporte, los materiales utilizados en el campo y con todos estos elementos, a estas características anterior descritas, se suma la experiencia del profesional y con ello le permite aplicar los valores que mejor se reflejen para determinar las ventajas de los criterios higiénicos (Falagán, et al, 2000, p. 45).

1.6.2.2 Higiene analítica

La Higiene Analítica es netamente descriptiva y cuantitativa, es la encargada de procesar las muestras y determinar en ellas de forma cualitativa y cuantitativa los agentes químicos contaminantes presentes en el ambiente laboral. Son facultades de la higiene analítica las siguientes:

- a) Examinar las materias primas y otros productos que se utilizan o se generan en la línea de producción, que de alguna manera puedan ser el origen de contaminación.
- b) Estudiar los agentes químicos presentes en el ambiente laboral.
- c) Estudiar los contaminantes existentes en fluidos biológicos de trabajadores expuestos a dichos contaminantes.
- d) Investigar mejoras a los métodos analíticos existentes y establecer los efectos tóxicos de los diversos compuestos químicos catalogados con carácter contaminante (Falagán, et al, 2000, p. 46).

1.6.2.3 Higiene operativa

Esta rama de la Higiene tiene como objetivo intentar eliminar el riesgo higiénico, en caso de no ser posible tratar de reducirlo hasta valores aceptables y no perjudiciales para la salud del trabajador. La Higiene Operativa debe actuar sobre los diferentes medios que intervienen en el proceso y que corresponde a los siguientes:

- a) Foco emisor
- b) Medio de difusión
- c) Trabajadores expuestos

Desde el punto de vista de Higiene del Trabajo, las medidas que se apliquen a la actuación sobre el foco emisor, son las más eficaces pues en este se concentra la primera posibilidad de actuación. En la medida que no se pueda realizar la actuación sobre el foco emisor, queda la posibilidad de controlar los factores de riesgo en la segunda etapa consecutiva es decir en el medio de difusión del contaminante y si en última instancia por razones de cualquier índole no se pudiera actuar en ninguna de las

dos primeras, aun queda la posibilidad de realizar las actuaciones o controles en los trabajadores expuestos (Falagán, et al, 2000, p. 50).

1.6.3 VÍAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS AL ORGANISMO

Para que un contaminante químico haga su acción se supone que debe incorporarse de alguna manera al torrente sanguíneo luego de vencer obstáculos naturales y defensas que el organismo posee tales como paredes alveolares, epitelio gastrovascular, epidermis, mucosidad y vellos capilares, etc., su ingreso se da principalmente por vía inhalatoria, cutánea, digestiva y parenteral. El mecanismo de ingreso de un contaminante por vía respiratoria requiere que la sustancia se encuentre en forma suspendida en el aire, también es importante el tamaño de la partícula, de esta manera las sustancias que se presenten en forma gaseosa, formando parte de nieblas, como vapores, también como fibras y humos, pueden ser transportadas por medio de la corriente respiratoria y en función del tamaño y forma de las partículas del contaminante, pueden irse alojando en los diferentes órganos del aparato respiratorio del trabajador (Falagán, et al, 2000, p. 19).

El ingreso de sustancias químicas a través de la epidermis se ve favorecido en circunstancias especiales como en presencia de cortaduras se ve facilitado su ingreso. En el caso de que un trabajador este usando una ropa impregnada de contaminante se ve favorecido el ingreso a las vías superficiales capilares del torrente sanguíneo lo que puede ser agravado por el ambiente de trabajo y la carga física del trabajador (Rubio, 2005, p. 418).

La contaminación por sustancias químicas por ingestión se puede dar en casos de intoxicación involuntaria y casi siempre se asocia a prácticas antihigiénicas, también puede darse por ingerir alimentos, beber o fumar en sitios de trabajo. Con los hábitos del cuidado del aseo personal y la prohibición de ingerir alimentos en los sitios de trabajo, se puede minimizar este tipo de ingreso de sustancias tóxicas al organismo (Glynn y Heyke, 1999, p. 71).

1.6.4 EFECTOS DE LOS PRODUCTO QUÍMICOS SOBRE LA SALUD

Existen muchos productos químicos, la mayoría son peligrosos para la salud. Se pueden presentar como sustancias simples como la nafta, cloro, ácido sulfúrico, amianto, o mezclas de dos o más sustancias.

Un producto químico es peligroso cuando constituye un riesgo para la integridad de la salud de los trabajadores o para el medio ambiente. Estos productos al ingresar en el organismo pueden ocasionar daños y se denominan productos tóxicos, un agente químico es peligroso tanto por sus propiedades sí como también por el estado físico de la materia en que se presenta en el lugar de trabajo, es decir como polvo, aerosol o líquido (ISTAS, 2003, p. 3443).

Los efectos de los productos químicos sobre el organismo a menudo se clasifican en efectos a corto y a largo plazo. Los primeros se enmarcan como toxicidad aguda y puede darse como por ejemplo durante la inhalación involuntaria de cloro, esta acción provoca irritación respiratoria inmediata. Otros productos actúan como venenos y su acción se propaga a través de todo el organismo por medio de la sangre como en el caso de la acción de los solventes, puede darse este caso en lugares mal ventilados y provocan náuseas, vómitos, dolores de cabeza, vértigos (Menéndez, 2009, p. 576).

Los efectos a largo plazo en cambio son más lentos y en la mayoría de las ocasiones el trabajador no toma conciencia del efecto de la acción negativa del riesgo sobre su organismo, requieren exposiciones repetidas y pueden tardar mucho tiempo en aparecer los efectos en el trabajador. Se conoce como toxicidad crónica. Uno de los efectos más graves sobre la persona es el cáncer.

El efecto negativo que produce una sustancia química en el organismo y sobre todo en la salud del trabajador, depende también de otros factores dentro de los cuales los más representativos son los siguientes: la capacidad de respuesta de cada individuo a los tóxicos, el género, la edad o del estado de salud previo a la exposición (ISTAS, 2003, p 3461).

Las principales formas materiales de las sustancias químicas que se presentan en los centros de trabajo y son utilizadas en las actividades productivas rutinarias corresponden a: sólidos, polvos, líquidos, vapores y gases.

1.6.4.1 Sólidos

Los productos químicos en estado sólido, son probablemente los que ocasionen menor daño a la salud del trabajador por intoxicación química, algunos compuestos sólidos pueden producir envenenamiento si entran en contacto con la piel o con los alimentos cuando se ingieren. El mayor grado de peligro de los compuestos en estado sólido, es que durante el proceso se conviertan en otra forma más peligrosa. El proceso de un taller convierte en polvo la madera y se inhala por parte del trabajador. Las varillas de suelda se descomponen en humos y gases. Los productos químicos en estado físico sólido tienen la posibilidad de desprender vapores tóxicos que se pueden inhalar, los sólidos en varios casos pueden ser inflamables y explosivos, otros pueden ser corrosivos para la piel (Heano, 2009, p. 6).

1.6.4.2 Polvos

Los obreros en su sitio de trabajo pueden estar expuestos a las polvos y que corresponden a partículas sólidas que se desprenden de la materia. El estado físico del material de trabajo se presenta de esta forma, por ejemplo sacas de cemento, no hay otra forma del estado físico de este material. Uno de los principales peligros de los polvos es que al respirar pueden llegar hasta los pulmones. En condiciones específicas los polvos pueden explotar, por ejemplo en harineras (Glynn y Heinke, 1999, p. 114).

1.6.4.3 Líquidos

A temperatura ambiente, varios tipos de ácidos así como algunos solventes son muy peligrosos. Varios de ellos segregan vapores que se pueden inhalar y son tóxicos. La piel es un órgano que puede absorber las sustancias químicas líquidas. Los ácidos son productos químicos líquidos que pueden dañar de manera pronta la piel. Se debe aplicar medidas de control eficientes a los productos químicos en estado líquido para eliminar o disminuir la posibilidad de inhalación, exposición de la piel y afectación en los ojos (Matteini y Moles, 2008, p. 188).

1.6.4.4 Vapores

Los vapores se presentan como gotas de líquido suspendidas en el aire. Varias sustancias químicas en estado líquido se evaporan a temperatura ambiente y por tanto su vapor persiste en el aire. Los vapores de varias sustancias químicas tienen la capacidad de irritar los ojos y la piel en las personas. Estos vapores pueden ser inflamables o explosivos, por lo que para evitar incendios o explosiones, se debe mantener las sustancias químicas que se evaporan retiradas de fuentes de ignición o de otras sustancias químicas incompatibles con ellas (Matteini y Moles, 2008, p. 189).

1.6.4.5 Gases

A temperatura ambiente y en función de la presión de vapor, varias sustancias químicas se presentan en forma de gases en tanto que otras pasan a este estado al ser calentadas. Un gas puede ser determinado por su color o su olor, pero hay casos en los cuales los gases no se pueden ver ni oler y sólo se pueden determinar mediante el uso de equipos especiales de medición.

Varios gases tienen propiedades de ser irritantes. Los efectos ocasionados por ciertos gases sobre la salud de los trabajadores pueden constatarse solo cuando la salud del trabajador expuesto está afectada. Los gases también pueden ser inflamables o explosivos (Matteini y Moles, 2008, p. 189).

1.6.5 EXPOSICIONES MÁS FRECUENTES

De acuerdo con investigaciones recientes, un porcentaje considerable de trabajadores de la Unión Europea asegura estar expuesto a vapores tóxicos durante una parte o más de su jornada laboral, en tanto que otro porcentaje asegura que debe manipular productos peligrosos como parte de su rutina diaria.

En caso de no gestionarse de manera adecuada los riesgos de exposición a productos químicos, la salud de los trabajadores se puede ver afectada de varias maneras, los efectos pueden ir desde leves irritaciones de los ojos y la piel, hasta problemas reproductivos, patologías perinatales y hasta cáncer (Beck, 2007, p. 56).

Los empleadores están comprometidos a realizar evaluaciones de riesgos e implantar medidas de control. Si se toman las medidas idóneas, los trabajadores pueden precautelar su seguridad al momento de manipular sustancias peligrosas. Las empresas además están obligadas a facilitar a los trabajadores formación e información sobre los riesgos de las sustancias peligrosas, así como también debe promover capacitación sobre el manejo seguro de estas sustancias.

1.6.6 MEDIDAS DE CONTROL PARA RIESGOS QUÍMICOS

Se entiende como contaminante químico a todo producto que al momento de su manipulación puede pasar a formar parte del ambiente y por tanto tener la opción o capacidad de ingresar en el cuerpo humano con efectos nocivos y pueda provocar lesiones y deterioro en la salud del trabajador que está en contacto con él. Los contaminantes químicos pueden presentarse en estado simple como moléculas individuales (gas o vapor) o como un grupo de moléculas vinculadas dando origen a los aerosoles (Falagán y Canga, 2000, p. 15).

Varios son los factores que establecen el nivel de exposición de los trabajadores a sustancias químicas dentro de ellos tenemos los siguientes: la toxicología, el estado físico del contaminante, las condiciones operativas de un proceso, el grado y forma de encerramiento del agente químico, el nivel de gestión de la empresa respecto a ese agente químico, las condiciones de salud de cada trabajador, lo cual determina un amplio campo de situaciones de exposición posible. Por otra parte, el objetivo básico y fundamental de la evaluación de riesgos consiste en mantener el riesgo en un nivel controlado y aceptado de acuerdo a los criterios de valoración establecidos, la práctica determina que las situaciones de exposición del trabajador al riesgo son múltiples pero las medidas de control que se pueden aplicar son limitadas.

Hay que considerar que el riesgo está presente en las diferentes facetas y que corresponden a:

- a) Foco emisor o fuente del riesgo
- b) Medio de difusión
- c) Receptor o trabajadores expuestos

Por tanto, es tarea de la Higiene de Campo realizar el control del riesgo en cualquiera de las etapas indicadas, entendiéndose naturalmente que los mejores resultados con fines evaluativos son las acciones que se tomen al controlar el riesgo en el foco emisor o fuente origen del riesgo.

1.6.6.1 Control del riesgo en el origen (foco emisor)

Las gestiones que se realicen para controlar el riesgo en la fase inicial es decir en la fuente misma del origen del riesgo, son de mayor beneficio debido a que con este tipo de control, no se permite que el riesgo afecte al medio circundante y actúe sobre los trabajadores que deben realizar sus actividades muy próximas al riesgo existente. Una de las acciones aplicadas para controlar el riesgo en su fase inicial se tienen las siguientes: sustitución de materias primas, modificación de la estructura del proceso, aislamiento del proceso, control por métodos húmedos, mantenimiento, diseños adecuados (Comellas, Serra, Campi y Gallén, 2010, p. 5).

Hay que considerar que cualquier actuación sobre el foco emisor va a ocasionar un incremento en el presupuesto de operación y a menudo va a ser inaplicable este mecanismo de control para los factores de riesgo en los sitios de trabajo, bien sea por los altos costos que ello implica así como también por la dinámica alcanzada durante el proceso de producción de un determinado servicio o bien o por el hecho de paralizar la producción. Es posible pero complejo eliminar productos químicos intermedios para así obtener el producto final terminado con menos contaminantes y afectaciones al trabajador expuesto (Rubio, 2005. p. 45).

A. Sustitución de productos

El sustituir el agente causante del riesgo por otro inocuo o de menor peligro es uno de los principales factores considerados dentro de la Higiene Industrial. Durante la etapa de diseño de la instalación o de la fábrica, se deben tener en consideración las dificultades respecto a la salud y a la seguridad, eligiendo los productos a ser utilizados para de esta manera evitar la exposición a los agentes que puedan resultar perjudiciales a la salud. Esta práctica incluso a llevado a que las sustancias que antes se utilizaban para tal o cual proceso queden prohibidas su uso (Comellas, Serra, Campi y Gallén, 2010, p. 5).

A continuación se enlistan varios ejemplos de restricciones de sustancias para determinadas aplicaciones:

- a) La prohibición de uso de termómetros de mercurio en centros de salud, debido a que el mercurio contenido dentro del bulbo capilar podría ser inhalado por los trabajadores de dicho centro de salud en el caso de una rotura del termómetro debido a que los vapores de mercurio quedan esparcidos en el ambiente y su eliminación es lenta.
- b) La prohibición del uso de solventes halogenados como diluyente en la utilización de pinturas de uso domestico.
- c) La prohibición de insecticidas órgano clorados para uso en los hogares domésticos (Comellas, et al, 2010).

B. Modificación de los procesos

Consiste en otra alternativa para controlar los riesgos en el origen, su aplicación utiliza a la ingeniería como herramienta por ejemplo la automatización de un proceso, con ello se logra evitar la presencia del trabajador en esta etapa de la producción o a su vez utilizar productos en otro estado físico de la materia como por ejemplo no utilizar gas en un proceso sino una disolución que lo contenga (Lahera, 2006, p. 12).

C. Aislamiento

Consiste en aislar físicamente el recinto con factores de riesgo potencial en causar daño a los trabajadores expuestos del resto de los procesos. En un local o recinto de trabajo, una sección del proceso se aísla del resto y se puede entonces aplicar medidas preventivas particulares al área aislada lo cual es técnicamente más efectivo para controlar los riesgos y económicamente más rentable ya que el universo expuesto de trabajadores disminuye.

El aislamiento es un método útil de control de los riesgos en la fuente para actividades en las cuales se necesitan un menor número de obreros y en los que el control mediante otros procedimientos, es complejo. Los sitios de peligro en la planta industrial se deben delimitar y aislar del resto de proceso, con lo que se logra reducir el número

de trabajadores expuestos y de esta manera se simplifican los procedimientos de control. El aislamiento total se puede conseguir mediante procesos de mecanización o automatización (Comellas, et al, 2010, p. 7).

D. Mantenimiento

Un buen programa de mantenimiento en la industria es necesario para conseguir que los valores de concentración ambiental de un determinado factor de riesgo se mantengan dentro de los límites permisibles. Para aplicar el programa de mantenimiento de en la industria se deben tener en cuenta dos aspectos: el primer lugar, durante el cumplimiento del programa de mantención de los equipos, de estos van a retirar sus mecanismos de protección o guardas, por lo que una vez se haya completado la ejecución del mantenimiento, las protecciones de cada equipo sean instaladas y se compruebe su correcta disposición y funcionamiento de los mismos. El segundo aspecto que hay que considerar dar atención y ejecutar los mismos programas de mantenimiento a partes o secciones de la línea de producción que aparentemente no sean productivas, como los ventiladores, los filtros de sistemas de depuración (Rubio, 2005. p. 454).

E. Sistemas de alarmas

En las instalaciones industriales se suelen colocar sistema de detección de sustancias contaminantes y estas a la vez tienen vínculo a sistemas de alarma que responden a señales al momento de que sobrepasan determinados valores en la concentración de contaminantes en el ambiente laboral. La mayor utilidad de estos sistemas se da si se encuentran instalados en secciones industriales cercanas a la fuente generadora del riesgo o donde por diferencia de temperatura o de la densidad del producto contaminante factor de riesgo, se acumula el contaminante químico (Othegui y Rubertis, 2008, p. 541).

F. Orden y limpieza

Este es uno de los elementos más importantes al momento de realizar la vigilancia de los factores de riesgo no solo de los contaminantes químicos sino en general de todos los factores con potencial de causar daños a la salud del trabajador. No se puede concebir la reducción de los factores de riesgo en el área de trabajo sin disponer de un

sistema de gestión por sencillo que este sea si no dispone contemplado un programa de orden y limpieza (González y Pérez, 2011, p. 56).

Más que un control en la fuente de los riesgos, constituye el quehacer diario de actividades, un área de trabajo limpia y ordenada constituye el bienestar emocional del trabajador. Todo material en su sitio respectivo y además el área de trabajo o labor deben estar limpios, ello evitará que exista material y sustancias regadas en sitios donde normalmente siempre debe estar dispuesta solo para acciones del trabajo.

El orden y la limpieza constituyen un rol importante en el cuidado de la salud del trabajador. El polvo acumulado en un puesto de trabajo como mesones, piso, elevadores, puede pasar a la zona respirable del trabajador ya sea debido al tránsito, las vibraciones, las corrientes de aire ocasionales, etc., con lo cual se debe prevenir que esto ocurra y por tanto debe ser eliminado. De la misma manera los vertidos de solventes en el suelo, paños impregnados con producto, maquinaria con liqueo, etc., acumulan dichos productos en el ambiente laboral los mismos que se mezclan con el aire del ambiente laboral. Se debe instituir un programa eficiente e inmediato para control de derrames de productos tóxicos como por ejemplo la colocación de recipientes normados y fácilmente identificables para colocar estos residuos. La práctica de limpieza de equipos e instalaciones se debe realizar ya sea por métodos húmedos o con la ayuda de la aspiración y bajo ningún concepto nunca se debe aplicar soplado con chorro de aire a presión.

1.6.6.2 Medidas de control en el medio de difusión

Las medidas de control aplicadas a los factores de riesgo en el medio de difusión, son aquellas acciones que se pueden técnicamente realizar con el objetivo de limitar o controlar la difusión del factor de riesgo emitido por la fuente o foco emisor al ambiente de trabajo (Rubio, 2005. p. 454).

Para impedir que el contaminante generado en la fuente emisora se expanda por el medio de difusión y llegue a niveles peligrosos para los trabajadores que desempeñan sus actividades en esos sitios, se puede aplicar la extracción localizada y la ventilación en general.

La limpieza es un elemento clave que hay que considerar, ya el no aplicar esta práctica, su resultado se refleja en emisiones secundarias de contaminación. Es esencial limpiar suelos, paredes, maquinaria y los lugares donde se pueda acumular la suciedad.

A. Extracción localizada

Esta práctica de control permite el secuestro del contaminante en las cercanías del foco emisor que lo genera. Es mucho más eficaz que la ventilación en general ya que requiere mover menos aire sobre todo cuando es aire tratado en condiciones de temperatura y humedad definidas. Los sistemas de extracción localizada constan de los siguientes elementos: campana, ventilador, ducto y separador.

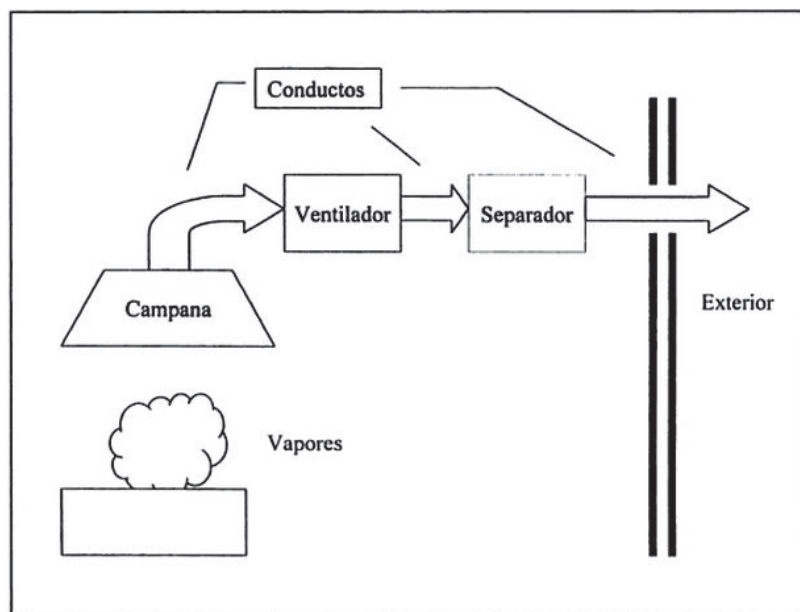


Figura 1.3 Esquema de sistema de extracción de contaminantes cerca al foco emisor
(Floria, 2007, p. 253)

a) Campana

La campana es el elemento por donde ingresa el contaminante al sistema de extracción desde el medio ambiente laboral y es conducido al exterior y está diseñada para extraer total o parcialmente el aire localizado donde se ubica el agente contaminante, su operación obedece a varios factores tales como la velocidad de captura del contaminante, el caudal de aspiración, líneas de igual velocidad, efecto de pestañas y deflectores. Hay varios tipos de campanas y son las más representativas las campanas

de techo, las de rendija lateral, las de aire descendiente y las cabinas (Floría, 2007, p. 255).

b) Conductos

Los conductos son los dispositivos encargados de unir los elementos: campana, separador y ventilador y conduce el paso del aire de unos elementos a otros. Para favorecer el movimiento de la masa de aire hay que considerar vencer la resistencia y por tanto se debe considerar que se va a consumir una determinada cantidad de energía, este valor es necesario conocer mediante cálculos matemáticos a la hora de escoger el ventilador más adecuado (Floría, 2007, p. 258).

c) Separadores

En el caso de que se realice el vertido directo del contaminante al ambiente, este puede sufrir afectaciones muy considerables, por lo que se hace necesario separar el contaminante del aire que lo transportaba. Los separadores más frecuentes que utiliza la industria son los ciclones, filtros de mangas, precipitadores electrostáticos, precipitadores húmedos y filtros de carbón activado.

B. Ventilación

La ventilación es un proceso que consiste en mover el aire y se utiliza ventiladores para tal efecto. Generalmente son de dos tipos, los conocidos como helicoidales y los centrífugos.

a) Ventiladores helicoidales

Este tipo de ventiladores se caracterizan porque mueven el aire en el sentido del eje de rotación de las hélices, además pueden desplazar grandes cantidades de aire. Producen ruido elevado y son aptos para la extracción de aire así como para la impulsión.

b) Ventiladores centrifugos

En estos aparatos el aire entra en sentido axial y sale en sentido radial, se caracterizan por mover menos cantidad de aire que los ventiladores helicoidales, tienen buen rendimiento, son más silenciosos que los anteriores y son aptos para impulsión y extracción (Valiente, 1998, p. 23).

1.6.6.3 Medidas de control en el receptor

Las principales acciones que se pueden practicar para controlar los factores de riesgo en el individuo receptor (trabajador) son las siguientes:

- a) Formación, información y adiestramiento de trabajadores
- b) Rotación de personal
- c) Cabina aislada
- d) Equipos de protección individual

A. Formación e información

Estas dos actividades son herramientas muy importantes para lograr una mejora de las condiciones de trabajo y permitir que los obreros manejen los productos químicos de su área con total seguridad. El trabajador informado está en capacidad de enfrentar un factor de riesgo presente en su ambiente laboral y aplicar medidas preventivas (Floría, 2007, p. 269).

El trabajador debe exigir la información sobre el peligro de los productos que emplea o manipula. Esta información ha de completarse en dos medidas específicas:

- a) Los productos químicos deben venir etiquetados tal como lo determina la normativa vigente, es decir se debe indicar de manera clara los riesgos y las medidas preventivas a utilizar.
- b) Se han de entregar a los trabajadores las hojas de seguridad de cada producto químico y en estas se amplían la información entregada en la etiqueta. El uso de las hojas de seguridad proporciona información para la correcta operatividad así como la actuación y mecanismos de control en caso de una emergencia.

Se considera a la formación como un complemento obligado de la información. No basta conocer cuáles son los riesgos, sino también la manera de hacer frente a ellos. Los aspectos legales obligan al empleador proporcionar la información a sus trabajadores respecto a los riesgos como resultado de la exposición a contaminantes químicos que se encuentren en su ambiente laboral, su entorno y las medidas técnicas para su control (IESS, 1998, p. 7).

Se debe informar respecto a las medidas de prevención y protección, más aún en caso de riesgo grave el cual se ha evaluado con mediciones y vigilancia. La información que se entregue a los trabajadores debe ser lo más clara y concreta posible sin utilizar términos demasiado técnicos que puedan causar confusión. Se debe registrar toda información que se entregue (Rodríguez, 2003, p. 39)

B. Rotación de personal

Una medida de control de los riesgos en el receptor constituye la rotación del personal en los diferentes puestos de trabajo. Considerando que un factor de riesgo está presente en el ambiente laboral, el trabajador al cambiar de puesto dejaría de estar expuestos a ese riesgo en particular.

C. Equipos de protección personal

La dotación y correcta utilización de los elementos de protección personal también forman parte de las medidas de control del riesgo en el trabajador, aunque esta constituya la última alternativa de control.

De las medidas anteriormente descritas, las más eficientes desde el punto de vista de la Higiene del Trabajo son las que actúan sobre el origen del riesgo. Por razones de tecnología o por cualquier otro factor, no se pueda actuar sobre foco emisor, se debe actuar sobre el medio difusor y por último, solo cuando no ha sido posible actuar sobre los anteriores, se actuará sobre los trabajadores expuestos. En resumen, el objetivo de la Higiene Operativa se encuadra en la eliminación o reducción del grado de contaminación existente en el ambiente laboral, hasta los valores de referencia descritos por la Higiene Teórica, con la utilización de los conocimientos de la ingeniería (Cortéz, 2007, p. 75).

2. METODOLOGÍA

La Refinería de Esmeraldas es la principal industria procesadora de petróleo del Ecuador, fue construida por el consorcio coreano SUMITOMO - CHIYODA en el año 1974 con una capacidad operativa de 55 000 barriles por día. En 1987 se realizó la primera ampliación a 90 000 barriles diarios y en el año 1995 se realizó la segunda ampliación a 110 mil barriles para tratar crudos más pesados a cargo de la compañía española Técnicas Reunidas. Está ubicada en la provincia y ciudad de Esmeraldas, parroquia Simón Plata Torres. Se encuentra geográficamente a 300 m del río Teaone, a 3 km en línea recta al Océano Pacífico.

Las Unidades Operativas de la Refinería de Esmeraldas son las siguientes:

- a) No Catalíticas 1 (crudo, vacío y visbreaking)
- b) No Catalíticas 2 (crudo, vacío y visbreaking)
- c) Catalíticas 1 (Cracking Catalítico Fluido, Concentración de Gases, Merox LPG, Merox Gasolina)
- d) Catalítica 2 (Merox Jet Fuel, Reformadora 1, Hidrodesulfuradora de naftas, Reformadora Continua de Catalizador)
- e) Catalítica 3 (Hidrodesulfuradora de diesel, Tratamiento de gas combustible 1 y 2, Tratamiento de aguas amargas 1 y 2, Recuperación de azufre 1 y 2 (Castro, 2008, p. 150).

El sistema de almacenamiento está constituido por los tanques de almacenamiento de crudo, productos intermedios y productos terminados, también forman parte los tanques de slop y las esferas para almacenamiento y despacho del gas de uso doméstico LPG (Chila, 2007, p. 23).

En función de la diferencia de volatilidad de los productos, en Refinería de Esmeraldas se tienen tanques con techo fijo y tanques de techo flotante. Los productos livianos se almacenan en tanques de techo flotante en cambio los más pesados como el diesel, fuel oil y asfaltos se almacenan en tanques de techo fijo.

Las áreas de utilidades están constituidas por la unidad de generación de vapor, generación eléctrica y sistema de aire combustible. En Refinería de Esmeraldas, el agua para el sistema de enfriamiento se capta del río de su mismo nombre y se

transporta hasta la planta industrial por medio de tubería, se almacena en piscinas internas para evitar desabastecimiento, en tanto que los efluentes hídricos producidos durante el proceso de refinación son conducidos hasta la planta de tratamiento y de esta cumpliendo parámetros ambientales, se descarga hacia el río Teaone (Castro, 2008, p. 154).

Tabla 2.1 Unidades operativas de Refinería de Esmeraldas y sus capacidades de diseño

| UNIDAD OPERATIVA | CAPACIDAD DE DISEÑO (Bls/día) |
|--|--------------------------------------|
| UNIDADES NO CATALÍTICAS | |
| Destilación Atmosférica | 110 000 |
| Destilación al Vacío | 45 300 |
| Reductora de Viscosidad | 31 500 |
| UNIDAD CATALÍTICA 1 | |
| Cracking Catalítico Fluido (FCC) | 18 000 |
| Merox GLP | 5 200 |
| Merox Gasolina | 11 000 |
| UNIDAD CATALÍTICA 2 | |
| Merox Jet Fuel | 5 000 |
| Reformadora 1 (UOP) | 6 500 |
| Hidrodesulfuradora de Naftas (HDT) | 13 000 |
| Reformadora Regenerativa Continua de Catalizador (CCR) | 10 000 |
| UNIDAD CATALÍTICA 3 | |
| Hidrodesulfuradora de Diesel (HDS) | 24 500 |
| Tratamiento de Gas Combustible 1 y 2 | 7 000 kg/h |
| Tratamiento de Aguas Amargas 1 y 2 | 21 000 kg/h |
| Recuperación de Azufre 1 y 2 | 842 kg/h |

(EP PETROECUADOR, 2013)

2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE EXPOSICIÓN A H₂S EN TRABAJADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS Y MEROX DE REFINERÍA DE ESMERALDAS

Un método práctico para identificar los riesgos laborales en un determinado proceso constituye la utilización de la matriz de riesgos, por tanto esta herramienta es el punto principal del examen inicial en Seguridad y Salud en todo centro de trabajo,

luego se realizará la evaluación de los factores de riesgo laboral y por ende una adecuada aplicación de las medidas de control sobre los mismos con el objetivo de minimizar los daños que pueda producir sobre el trabajador (Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, 2013, p.2).

2.1.1 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS QUÍMICOS

Para la identificación de riesgos químicos tanto de las unidades Merox y planta de tratamiento de aguas Amargas, se elaboró la matriz triple criterio según el formato de la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Relaciones Laborales y Empleo del Ecuador. Por tratarse de un estudio de identificación de riesgos químicos, solo se escogieron los factores de riesgo correspondientes a:

- a) Polvo inorgánico
- b) Gases de hidrocarburo
- c) Smog
- d) Manipulación de químicos

Se realizaron entrevistas de trabajo a 28 operadores de un total de 40 expuestos del área de investigación, se establecieron registros de actividades que el personal realizaba en cada jornada de rutina por puesto de trabajo así como también el tiempo estimado que duraba dicha tarea. Las entrevistas de trabajo se realizaron en los tres horarios rotativos de labor en la planta industrial, es decir en turno de las 07H00 a las 15H00; 15H00 a 23H00 y en turno de 23H00 a 07H00.

En la Figura 2.1 se detalla la valoración para la estimación de riesgos. El formato determina valores numéricos de 1, 2 ó 3 para los siguientes factores:

- a) Probabilidad de ocurrencia
- b) Gravedad del daño
- c) Vulnerabilidad

La sumatoria algebraica de los valores determinados, registra los resultados y estimación del riesgo en:

- a) Riesgo moderado, si el resultado es 3 ó 4
- b) Riesgo importante, si el resultado es 5 ó 6
- c) Riesgo importante, si el resultado es 7, 8 ó 9
- d) Estimación del riesgo

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| CRITERIO | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | MEDIANA GESTIÓN (acciones puntuales, aisladas) | INCIPIENTE GESTIÓN (protección personal) | NINGUNA GESTIÓN | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 Y 3 | 6 Y 5 | 9, 8 Y 7 |

Figura 2.1 Valoración para la estimación del Riesgo
(Ministerio de Relaciones Laborales, Ecuador, 2011)

2.1.1.1 Materiales

Para el desarrollo de la investigación, durante la realización del mapa de riesgos, se utilizó material de oficina como hojas de encuestas, carpetas, ficheros, tableros, esferográficos. Para la determinación de la concentración de H₂S se utilizaron mangueras de goma para adaptación del equipo de medición a la zona respirable del trabajador, pinzas de sujeción.

Durante la realización de las pruebas para el tratamiento químico de la sosa cáustica gastada a nivel experimental se utilizaron los siguientes materiales:

- a) Probeta de plástico graduada de 100 ml
- b) Vaso de precipitación de 1000 ml
- c) Varilla de agitación
- d) Embudo de separación
- e) Pipeta volumétrica de 50 ml

2.1.1.2 Equipos

Para la determinación de la concentración de H₂S se utilizó el equipo medidor de gases. En la etapa de la aplicación de medidas correctivas tanto ingenieriles como administrativas, se utilizaron los siguientes materiales: línea de aire de ¾ de pulgada de diámetro; parrilla de difusión de aire, acoples de líneas de aire, teflón.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS

La matriz de riesgos del Ministerio de Relaciones Laborales establece la relación entre la probabilidad de ocurrencia, la gravedad del daño y la vulnerabilidad, cada una con su denominación y valor numérico respectivo. Los resultados obtenidos del análisis respectivo se suman algebraicamente y el valor se registra en la estimación del riesgo, pudiendo de esta manera obtenerse valores que correspondan a riesgo moderado, importante o intolerable.

2.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO A TRABAJADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS Y MEROX DE LA REFINERÍA DE ESMERALDAS

2.2.1 ANALIZADOR

Para realizar la evaluación del riesgo químico se utilizó el equipo Monitor Multi Gas (MX6 i BRID, Australia). Con este equipo se determinó la concentración de H₂S en

las unidades Merox, de la planta de tratamiento de aguas amargas y del trasvase de sosa cáustica gastada y dietanolamina producidas en la Refinería de Esmeraldas como subproductos de la destilación de petróleo. El equipo de medición registró haber sido calibrado por la empresa autorizada y la fecha de caducidad estaba dentro del período de investigación (Anexo I).

2.2.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE H₂S EN UNIDADES

MEROX

Para la determinación de la concentración de H₂S en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas y con la matriz de riesgos como herramienta de trabajo, se determinó que era necesario realizar las mediciones en los sitios con las siguientes actividades:

- a) Toma de muestras
- b) Control de variables de operación
- c) Cambio de inventario
- d) Preparación de sosa, preparación de DEA
- e) Manejo de químicos
- f) Acompañamiento en actividades de mantenimiento y emisión de permisos de trabajo y liberación de equipos.

Se realizaron mediciones en fechas diferentes en el sitio para cada una de las actividades descritas.

El equipo que se utilizó para realizar las mediciones de H₂S fue el medidor Multi Gas, el mismo que se calibró antes de realizar cada medición siguiendo el siguiente protocolo:

- a) Se verificó la carga de la batería, siempre se utilizó cuando la carga estaba no menos del 90%.
- b) Se realizó el encendido con la opción OFF ON del display del equipo.

- c) Se procedió a realizar la auto calibración del equipo en donde además se escogió la opción de grabar como nueva sesión.
- d) Se procedió a colocar al operador del área donde se iba a realizar las mediciones, para esto se utilizó la bincha de sujeción al cinturón de la persona que porta el equipo. La manguera de captura de muestra se colocó a la altura de la zona de respiración del operador.
- e) Se registró la hora de inicio de medición.
- f) Se volvió a registrar la hora una vez que finalizó la actividad del operador la misma que correspondió a la finalización de la medición.

Se retiró el equipo Monitor Multi gas del operador que lo portaba y se procedió a apagar el equipo.

2.2.3 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE H₂S EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS

Para la determinación de la concentración de H₂S en la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas, de igual manera que el punto anterior, se utilizó la matriz de riesgos elaborado y se determinó que era necesario realizar las mediciones en los sitios con las siguientes actividades: toma de muestras, control de variables de operación, cambio de inventario, preparación de DEA, manejo de químicos, acompañamiento en actividades de mantenimiento y emisión de permisos de trabajo y liberación de equipos.

Se realizaron mediciones en fechas diferentes en el sitio para cada una de las actividades descritas.

La determinación de H₂S con el equipo de medición de gases incluida la calibración se realizó de igual manera que el punto 2.2.2.

2.2.4 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE H₂S EN TRASVASE DE SOSA CÁUSTICA GASTADA Y DIETANOLAMINA

La sosa cáustica gastada luego de cumplir su objetivo operacional, es enviada a los tanques operativos SC-T01 y SC-T02 correspondientes a reservorios de las Unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas. Mediante un gestor ambiental, es retirado a tanques plásticos de 55 galones de capacidad y de estos a bidones para su disposición final.

Se procedió a realizar la determinación de la concentración de H₂S en el centro de acopio con base en la matriz de riesgos elaborado y se determinó que fue necesario realizar las mediciones en los sitios con las siguientes actividades:

- a) Trasvase de sosa con bomba
- b) Llenado de bidones
- c) Trasvase de bidones a recipientes normados.

Se realizaron mediciones en fechas diferentes en el sitio para cada una de las actividades descritas.

El procedimiento de trabajo para la determinación de la concentración de H₂S fue el mismo que se realizó para las determinaciones en las unidades Merox y planta de Tratamiento de Aguas Amargas.

2.3 MEDIDAS PARA CONTROLAR LA EXPOSICIÓN A RIESGO QUÍMICO EN ÁREAS DE ESTUDIO

Una vez que se realizó la elaboración de los mapas de riesgo para las áreas de estudio y su respectiva evaluación con la determinación de la concentración de H₂S, se procedió a realizar la implantación de medidas para controlar los riesgos químicos. Por razones de operatividad de los procesos en la planta industrial de la Refinería de Esmeraldas, no fue posible aplicar medidas de control para la fuente de emisión debido a que los procesos de tratamiento merox y aguas amargas tienen

como objetivo fundamental realizar el retiro de los compuestos de azufre de las corrientes de obtención de derivados de hidrocarburo. Por tal circunstancia y siguiendo la secuencia de control del riesgo, la implementación de los mecanismos de control se aplicó en el medio de difusión con medidas de tipo ingenieril y luego el trabajo se orientó a realizar las medidas en el receptor.

2.3.1 MEDIDAS DE CONTROL EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

La alternativa para realizar el control de los riesgos de exposición a H₂S en el área de estudio, consistió en implementar medidas de tipo ingenieril con la fabricación de estructurales mecánicas en los sitios de trabajo en los cuales el operador realizaba cada una de sus actividades.

2.3.2 MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR

El receptor constituye el elemento final en el cual se puede realizar los controles de los factores de riesgo. Las medidas de control que se realizaron en esta investigación correspondieron a las siguientes:

- a) Capacitación
- b) Colocación de señalética
- c) Uso de elementos de protección personal para el trabajador

2.4 IMPLEMENTACIÓN INICIAL DE MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO

2.4.1 MEDIDAS DE CONTROL EN LAS UNIDADES MEROX

En las Unidades Merox, se realizó la implementación de medidas de control de tipo ingenieril para las siguientes actividades:

- a) Muestreo
- b) Preparación de sosa
- c) Preparación de DEA
- d) Manejo de químicos

La medida de control implementada para estas actividades consistió en colocar una parrilla de difusión acoplada a una línea de aire. Esta parrilla de difusión es un tubo metálico de 2 pulgadas de diámetro cerrados en sus extremos, dispone de perforaciones longitudinales cada 5 cm a manera de difusores y un acople para la línea de aire. Este dispositivo se colocó por sobre los 30 cm de la altura donde el trabajador debía realizar cada una de sus actividades y con los difusores de aire en dirección hacia el suelo, se sujetó mediante soportes directos a las líneas operacionales en unos casos y en otros montado sobre una estructura tipo caballete, la línea de aire disponía de válvula de corte rápido para regular el flujo de aire desde la planta a la parrilla de difusión.

2.4.1.1 Parrilla de difusión durante la toma de muestras

Esta parrilla se colocó en los sitios donde el operador realiza la toma de muestras, siendo las más representativas las que se encontraban en estado gaseoso. Para realizar esta actividad, el operador del sitio procedía a abrir la válvula de la línea de muestreo y dejaba en esa posición por varios minutos, esto le permitía tomar una muestra representativa. Antes de que el operador abriera la válvula de la línea de muestreo, se procedió a abrir la válvula de la línea de aire. De esta manera desde el inicio de las labores de toma de muestras, ya se disponía de un ambiente saturado de aire en el mismo sentido de desplazamiento de la muestra de gas a ser tomada. La operación de toma de cada la muestra duraba aproximadamente cinco minutos, pero con la operación de montaje y desmontaje de la parrilla de difusión, esta operación duraba diez minutos.



Figura 2.2 Muestreo de gases en la unidad Merox utilizando parrilla de difusión

2.4.1.2 Parrilla de difusión para la preparación de sosa y DEA

Esta parrilla fue colocada en los sitios donde el operador realizaba la preparación de sosa y también donde se prepara la DEA (Dietanoamina), el operador del sitio durante sus actividades cotidianas realizó las actividades de preparación de sosa en los tanques de almacenamiento de químicos. En la etapa de implementación de medidas de control de riesgos, se instaló la parrilla de difusión de aire en la dirección donde el operador realizaba las maniobras rutinarias.

De esta manera se disponía de un ambiente saturado de aire en el sitio donde se realizaba la preparación de sosa y DEA. La operación de preparación de estos dos insumos químicos duraba aproximadamente veinte minutos, pero con la operación de montaje y desmontaje de la parrilla de difusión, esta operación se extendía a treinta minutos.

2.4.2 MEDIDAS DE CONTROL EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS

Las medidas de control se establecieron para las siguientes actividades rutinarias en trabajos en la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas:

- a) Muestreo
- b) Cambio de inventario de químico
- c) Preparación de DEA (dietanol amina).

No se pudo establecer las medidas de control de tipo ingenieril para actividades de liberación de equipos, acompañamiento a actividades de mantenimiento, control de variables de operación y manejo de químicos. Estas últimas actividades implicaban que el operador debía movilizarse físicamente desde un sitio a otro por lo tanto la parrilla de difusión de aire de planta no pudo ser movilizada en ese sentido.

El procedimiento de trabajo para la toma de muestras así como de preparación de sosa y DEA fue similar que el utilizado en las Unidades Merox.

2.4.3 MEDIDAS DE CONTROL PARA EL TRASVASE DE SOSA CÁUSTICA GASTADA Y DIETANOLAMINA

Las medidas de control durante el trasvase de sosa cáustica gastada y dietanoamina DEA desde las Unidades Merox y Planta de Tratamiento de aguas amargas respectivamente, se aplicaron a las tareas de operación de la bomba de trasvase desde los tanque SC-T01 y SC-T02 hacia tanques de 55 galones de capacidad, llenado de tanques de 55 galones de capacidad con la utilización de bomba y trasvase residuos peligrosos (sosa cáustica gastada y dietanolamina) a recipientes normados.

2.4.3.1 Control durante la operación de bomba de trasvase desde los tanques recipientes SC-T01 y SC-T02 hacia tanques de 55 galones de capacidad

Durante el trasvase de la sosa cáustica gastada hacia tanques de 55 galones de capacidad, se utilizó una bomba neumática, en donde la succión de la bomba se acopló a la línea de drenado del tanque reservorio de sosa y la descarga se la introdujo en los tanques plásticos, los mismos que estaban ubicados sobre un camión tipo plataforma a unos 15 m de la bomba neumática, los acoples de las mangueras estaban sujetas por abrazaderas para impedir que se vayan a soltar con la presión de la bomba y ocasione una contaminación del sector. El mecanismo de protección durante la operación de bomba consistió en colocar una cortina de agua que permitía cubrir la bomba neumática y sus alrededores, asentando cualquier vapor que se pudiera escapara durante la operación. La cortina de agua fue suspendida solo en los momentos que la bomba dejaba de operar y siempre y cuando no se percibiera ningún olor desagradable en el área, para la aplicación de la cortina de agua se instaló 3 tramos de mangueras de 1 ½ pulgadas desde el hidrante más próximo y con un pitón en el extremo de la línea para controlar la dirección y amplitud de la cortina de agua sobre la bomba neumática.

2.4.3.2 Control durante el trasvase de residuos peligrosos (sosa cáustica gastada y dietanolamina) a recipientes normados

Los tanques de 55 galones conteniendo sosa cáustica gastada en unas ocasiones y en otras conteniendo dietanolamina DEA, llegaban hasta la bodega donde se realizaba el trasvase de estos residuos químicos desde los tanques de 55 galones hacia bidones normalizados para su exportación a una planta de tratamiento en el exterior (Holanda) a cargo de un gestor ambiental calificado.

El trasvase de la sosa gastada se realizaba por medio de una bomba neumática, esta permanecía montada en un caballete convenientemente sujeta, con la succión dentro del tanque de 55 galones y la descarga dentro del recipiente bidón que va a ser exportado. Para evitar que los vapores del químico trasvasado salgan al ambiente y contaminen el área de trabajo, en la tapa del recipiente normado se

colocó un filtro con material de tela y en su interior empacado carbón activado, esto permitía controlar los vapores de salida de la sosa hacia el ambiente laboral.

Para controlar los vapores de sosa cáustica gastada que salían de la apertura donde permanecía colocada la manguera de descarga de la bomba se colocó al extremo de la descarga un tubo metálico que por su longitud garantice que su extremo toque el fondo del recipiente. Esta operación permitió que el burbugeo de producto que estaba siendo trasvasado se realice dentro del mismo recipiente y no fuera de este con lo que se controló el riesgo local.

2.4.4 MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR

2.4.4.1 Medidas de Control en el Trabajador

Como última medida de control del riesgo químico de exposición del trabajador a H_2S , se realizó la verificación de que cada trabajador que realiza sus actividades en las unidades Merox y tratamiento de aguas amargas, debe utilizar obligatoriamente la máscara con filtros de vapores orgánicos, las gafas de seguridad, los guantes de nitrilo para evitar contactos con los químicos de la planta, el casco.

Por cada actividad que realiza el trabajador en la planta industrial, al regresar a su caseta de control, se le capacitó para que los guantes que utilizó sean colocados fuera de la caseta. Si el elemento de protección personal EPP se nota deteriorado incluso con una sola utilización, se coordinó con el bodeguero de Seguridad Industrial, realice el cambio y la reposición del EPP.

2.4.4.2 Medidas de Control de Tipo Administrativas

Para complementar la medida de control de la exposición a H_2S en las actividades de trabajo de los operadores utilizando la parrilla de difusión de aire, se aplicaron otras medidas consideradas de tipo administrativas pues con este tipo de medidas no se realizaron modificación de los procesos operativos así como tampoco fue

necesario realizar e instalar implementos durante la ejecución de las tareas operativas. Estas medidas de control administrativas aplicadas fueron las siguientes:

a) Capacitación

Se realizó una evaluación a cada trabajador de las unidades Merox, planta de tratamiento de aguas amargas y área de trasvase de sosa gastada, respecto al conocimiento básico de Higiene Industrial, así como las características generales de la sosa cáustica gastada, dietanolamina y H₂S. Los resultados fueron tabulados.

Se procedió a realizar entrevistas con cada trabajador que tiene como rutina realizar actividades operativas en las unidades de estudio, se procedió a entregar la cartilla descriptiva de MSDS (*Material Safety Data Sheet*) de la sosa cáustica gastada, de la dietanoamina (DEA) y del H₂S y luego de cinco días se realizó una nueva evaluación al personal involucrado. Se registraron los resultados.

b) Colocación de letreros alusivos al riesgo y peligro en las áreas definidas

Se coordinó con la Intendencia de Seguridad Salud y Ambiente, así como con funcionarios de las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas, la colocación de letreros identificativos respecto a la posibilidad de riesgo de presencia de H₂S en las áreas de estudio.

2.5 EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS MEDIDAS DE CONTROL APLICADAS

Una vez realizadas las implementaciones de las medidas de control de tipo ingenieril, se procedió a realizar nuevas determinaciones de la concentración de H₂S en las áreas de estudio, es decir en las unidades Merox, en la planta de tratamiento de aguas amargas y en el área de trasvase de sosa cáustica gastada. Las mediciones se realizaron utilizando el mismo equipo que se usó en la determinación de la concentración en la fase inicial de la investigación.

Para la determinación de la concentración de H_2S en las actividades descritas en la matriz de riesgos luego de aplicar las medidas de control ingenieriles, fue necesario transportar a cada sitio la parrilla de difusión de aire, en tanto que para la actividad de trasvase, no se utilizó la parrilla de difusión sino se controló el riesgo con la cortina de agua.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la identificación de los riesgos de exposición a H₂S en las unidades Merox, planta de tratamiento de aguas amargas y área de trasvase de residuos químicos de la Refinería de Esmeraldas, se elaboró la matriz de riesgos triple criterio según el formato de la Unidad de Seguridad y Salud en el trabajo del Ministerio de Relaciones Laborales y Empleo del Ecuador.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS

3.1.1 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS QUÍMICOS PARA LAS UNIDADES MEROX

Del formato utilizado, se escogieron los factores de riesgo químico, descartando los restantes factores debido a que el tema se centra en la determinación de actividades de trabajo en las cuales la presencia de H₂S centra la investigación.

3.1.1.1 Matriz de riesgos para las unidades Merox 200 (Gasolina)

Para elaborar la matriz de riesgos químicos de la unidad Merox 200 (gasolina), se realizaron encuestas a los trabajadores de esta unidad en cuatro fechas diferentes, el 1 de junio, el 8 de junio, el 16 de junio y el 23 de junio del 2013. Los datos obtenidos se repetían en cada una de las fechas donde se realizó el levantamiento de la información para cada factor de riesgo, por lo que se tomó como referencia para la presente investigación, la realizada el 1 de junio del 2013. Las actividades en las cuales los factores de riesgo tuvieron una ponderación alta, fueron las siguientes:

- a) Muestreo
- b) Control de las variables de operación
- c) Cambio de inventario
- d) Preparación de sosa
- e) Preparación de DEA
- f) Manejo de químicos

Los factores de riesgo químicos que más alto valor alcanzaron fueron: polvo inorgánico de la preparación de sosa cáustica fresca; gases de hidrocarburo provenientes de la planta de refinación ya sea no catalítica o catalítica y que por la dirección del viento alcanzaron localidades en dirección al área de investigación.

También se consideran dentro de este campo los drenajes de equipos o líneas de operación que debido a diferentes factores fueron descargados a los sistemas de recolección aceitoso o copas de drenaje a los cuales también llegaban condensados de vapor o purgas de equipos liberados al salir de servicio sistemas y unidades operativas, de las copas de drenaje los vertidos aceitosos u acuosos eran direccionados a la red aceitosa; smog (contaminación ambiental) y manipulación de químicos durante la preparación de sosa fresca, almacenamiento de sosa gastada en los tanques SC-T01 y SC-T02, manipulación de dietanolamina.

La Tabla 3.1 resume los factores de riesgo en las actividades desarrolladas por los trabajadores en las unidades Merox 200 (Gasolina) de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 3.1 Factores de riesgo químico para la Unidad Merox 200 (gasolina) de Refinería Esmeraldas

| ACTIVIDADES -TAREAS DE PROCESO | FACTOR DE RIESGO QUÍMICO | | | |
|--|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Polvo inorgánico | Gases de hidrocarburo | Smog contaminación ambiental | Manipulación de químicos |
| Muestreo | | 5 | 5 | 5 |
| Control de variables de operación | | | 5 | 5 |
| Cambio de inventario | 5 | | 6 | 6 |
| Preparación de sosa | 6 | | 6 | 6 |
| Preparación de DEA | | 5 | 6 | 6 |
| Manejo de químicos | 5 | 5 | 6 | 6 |
| Acompañamiento a trabajos de mantenimiento | | 5 | 5 | 5 |

 Riesgo importante

Como se determina en la Tabla 3.1, de los factores de riesgo químico descritos en el formato de la matriz de riesgos, no todos se encontraron presentes en las actividades de trabajo de las unidades Merox 200 (Gasolina), pues no se determinaron polvos orgánicos, nieblas ni tampoco aerosoles. La valoración y el color de la celda esta determinado en el formato de la matriz de riesgos y corresponde a la suma algebraica de tres componentes, la probabilidad de ocurrencia (alta, media, baja), la gravedad del

daño (ligeramente dañino, dañino, extremadamente dañino) y la vulnerabilidad (mediana gestión, insipiente gestión, ninguna gestión). Cada factor de riesgo tiene una valoración específica siendo la más alta la actividad de preparación de sosa. Se puede evidenciar que los factores de riesgo alcanzan una valoración correspondiente a riesgo importante y en ningún caso llega a riesgo intolerable.

3.1.1.2 Matriz de riesgos para las unidades Merox 300 (LPG)

De la misma manera como se elaboró la matriz de riesgos para la unidad Merox 200, se procedió a realizar el levantamiento de la información para construir la matriz de riesgos químicos de la unidad Merox 300 (LPG). La recopilación de información y la investigación de campo se realizaron en cuatro fechas diferentes: 1 de junio, 8 de junio, 16 de junio y 23 de junio del 2013. Con los datos obtenidos en estas cuatro fechas diferentes, se observó que estos se repetían, por lo que se consideró elaborar la matriz e riesgos químicos utilizando la información del 1 de junio del 2013.

Las actividades de trabajo en las cuales los riesgos químicos alcanzaron los valores más altos fueron las siguientes:

- a) Muestreo
- b) Control de las variables de operación
- c) Cambio de inventario
- d) Preparación de sosa
- e) Preparación de DEA
- f) Manejo de químicos
- g) Acompañamiento a trabajos de mantenimiento

Las unidades Merox 200 (gasolina) y Merox 300 (LPG) físicamente están muy próximas por lo que los riesgos químicos a los cuales los trabajadores están expuestos son similares. Los factores de riesgo químicos que más alto valor alcanzaron fueron: polvo inorgánico, gases de hidrocarburo, smog (contaminación ambiental) y manipulación de químicos (sosa fresca, sosa gastada, dietanolamina).

La Tabla 3.2 resume los factores de riesgo en las actividades desarrolladas por los trabajadores en las unidades Merox 300 (LPG) de la Refinería de Esmeraldas y determinó a la preparación de químicos como la actividad desarrollada por los

trabajadores como la más valorada numéricamente al momento de realizar la suma algebraica de cada componente es decir la probabilidad de ocurrencia, gravedad del daño y vulnerabilidad.

Tabla 3.2 Factores de Riesgo Químico para la Unidad Merox 300 (LPG) de la Refinería de Esmeraldas

| ACTIVIDADES -TAREAS DE PROCESO | FACTOR DE RIESGO QUÍMICO | | | |
|--|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Polvo inorgánico | Gases de hidrocarburo | Smog contaminación ambiental | Manipulación de químicos |
| Muestreo | | 5 | 5 | 6 |
| Control de variables de operación | | | 5 | 5 |
| Cambio de inventario | 5 | | 6 | 6 |
| Preparación de sosa | 6 | | 6 | 6 |
| Preparación de DEA | | 5 | 6 | 6 |
| Manejo de químicos | 5 | 5 | 5 | 6 |
| Acompañamiento a trabajos de mantenimiento | | 5 | 5 | 5 |

 Riesgo importante

3.1.2 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS QUÍMICOS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS

En la Refinería de Esmeraldas existen dos plantas de tratamiento de aguas amargas: Z 1 y Z 2. Para la elaboración de la matriz de riesgos, se describe como una sola planta, en razón de que las dos plantas físicamente están juntas pues sus procesos son similares y además los equipos operativos también son idénticos, por tanto para este estudio se considera que los factores de riesgo son similares. La determinación de la matriz de riesgos químicos para la planta de tratamiento de aguas amargas se realizó siguiendo los mismos lineamientos que para el caso de la matriz de las unidades Merox. Las fechas de realización de la toma de datos y entrevistas con el personal del

área fueron las mismas que se realizaron en la matriz de riesgos de las unidades Merox, es decir el 1, 8, 16 y 23 de junio del 2013.

Las actividades de trabajo en las cuales se alcanzaron los valores más altos fueron las siguientes:

- a) Muestreo
- b) Control de las variables de operación
- c) Cambio de inventario
- d) Preparación de DEA
- e) Manejo de químicos
- f) Acompañamiento a trabajos de mantenimiento

Los factores de riesgo químicos que más alto valor alcanzaron fueron: polvo inorgánico, gases de hidrocarburo, smog (contaminación ambiental) y manipulación de químicos (sosa fresca, sosa gastada, dietanolamina). No se determinó como factor de riesgo químico el polvo orgánico, nieblas y aerosoles.

En la Tabla 3.3 se resume los factores de riesgo para la planta de tratamiento de aguas amargas. La valoración es el resultado de la suma algebraica de la probabilidad, gravedad y vulnerabilidad lo cual da un resultado que para este caso corresponde a una ponderación de Riesgo Importante.

Tabla 3.3 Factores de riesgo para la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas

| ACTIVIDADES -TAREAS DE PROCESO | FACTOR DE RIESGO QUÍMICO | | | |
|--|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Polvo inorgánico | Gases de hidrocarburo | Smog contaminación ambiental | Manipulación de químicos |
| Muestreo | 5 | | 6 | 6 |
| Control de variables de operación | | | 6 | 6 |
| Cambio de inventario | 5 | | 6 | 5 |
| Preparación de DEA | | 5 | 6 | 6 |
| Manejo de químicos | 5 | 5 | 5 | 6 |
| Acompañamiento a trabajos de mantenimiento | | 5 | 6 | 6 |

 Riesgo importante

3.1.3 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS QUÍMICOS PARA EL TRASVASE DE SOSA CÁUSTICA GASTADA

La sosa cáustica gastada almacenada en los tanques de la planta industrial SC-T01 y SC-T02 de la unidad Merox de la Refinería de Esmeraldas, se trasvasó a tanques plásticos de 55 galones de capacidad una vez que los tanques operativos llegaron a tener un nivel del 85% de almacenamiento.

Esta actividad de trasvase no se realiza de forma rutinaria por lo que se debió esperar hasta la fecha de realización de dicha actividad y que correspondió al 15 de julio del 2013, fecha en la cual la sosa gastada debía trasvasarse para bajar el nivel de los tanques de la unidad Merox.

Las acciones de trabajo que correspondieron al trasvase de sosa cáustica gastada y que con el análisis de datos y la información recopilada, presentaron valores significativos de los factores de riesgo químico, fueron las siguientes:

- a) Operación de bomba de trasvase
- b) Llenado de tanques plásticos de 55 galones de capacidad
- c) Colocación de tapas en los tanques plásticos
- d) Trasvase de sosa cáustica gastada a bidones normados

Existieron actividades de trabajo durante el trasvase de sosa cáustica gastada que su valoración con la matriz triple criterio no proporcionó valores que se pudieran considerar como riesgo importantes, y dentro de ellos se tuvo:

- a) Transporte con montacargas de los tanques plásticos a camión
- b) Desplazamiento de camión a área de acopio.

Los factores de riesgo químicos durante el trasvase de sosa cáustica gastada que más alto valor alcanzaron fueron: polvo inorgánico, gases de hidrocarburo, smog (contaminación ambiental) y manipulación de químicos (sosa gastada). No se determinó como factor de riesgo químico el polvo orgánico, nieblas ni aerosoles.

La Tabla 3.4 resume el trabajo de investigación realizado el 15 de julio del 2013 para la realización de la matriz de riesgos triple criterio utilizando el formato del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador para el trasvase de sosa cáustica gastada. Las actividades que fueron consideradas correspondieron a la operación de la bomba

utilizada para el trasvase de químico desde los tanques operativos, el subsecuente llenado de los tanques plásticos con el químico, la colocación de tapas en los recipientes y el trasvase de sosa a recipientes normados.

Tabla 3.4 Factores de riesgo para el trasvase de sosa gastada en la Refinería de Esmeraldas

| ACTIVIDADES -TAREAS DE PROCESO | FACTOR DE RIESGO QUIMICO | | | |
|--|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Polvo inorgánico | Gases de hidrocarburo | Smog contaminación ambiental | Manipulación de químicos |
| Operación de bomba de trasvase | | 6 | 6 | 6 |
| Llenado de tanques plásticos | | 6 | 6 | 6 |
| Colocación de tapas en tanques plásticos | 5 | 6 | 6 | 6 |
| Trasvase de sosa a recipientes normados | 6 | 6 | 6 | 6 |

 Riesgo importante

3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

3.2.1 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DIARIA DE H₂S EN LAS UNIDADES MEROX

Para realizar la determinación de la concentración de H₂S en las unidades Merox, una vez que se elaboró la matriz de riesgos químicos, se efectuó la medición del H₂S en el campo. Se hicieron determinaciones en fechas y horas diferentes porque hay que considerar que las actividades operativas de la Refinería de Esmeraldas son ininterrumpidas.

El tiempo de muestreo quedó registrado en el equipo analizador de gases y correspondió al tiempo requerido para realizar la actividad del trabajador en la tarea específica, el equipo con el cual se efectuó la determinación de la concentración de

H₂S proporcionó 6 lecturas en un minuto y los resultados se muestran en la Tabla 3.5 que se describe.

Tabla 3.5 Referencia de 2 min de muestreo con analizador de gases y el valor registrado de H₂S

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) |
|------------------|--------------------------------------|
| 10/09/2013 16:17 | 14,50 |
| 10/09/2013 16:17 | 12,10 |
| 10/09/2013 16:17 | 14,30 |
| 10/09/2013 16:17 | 9,80 |
| 10/09/2013 16:17 | 16,40 |
| 10/09/2013 16:17 | 14,50 |
| 10/09/2013 16:18 | 14,30 |
| 10/09/2013 16:18 | 18,20 |
| 10/09/2013 16:18 | 12,50 |
| 10/09/2013 16:18 | 13,50 |
| 10/09/2013 16:18 | 12,80 |
| 10/09/2013 16:18 | 13,10 |

Los datos de la Tabla 3.5 evidencian que el equipo analizador de gases proporcionó 6 lecturas de concentración de H₂S durante un período de tiempo de 1 min. Se debe resaltar que el reporte del equipo analizador de gases no proporciona solamente el valor de la concentración de H₂S, sino también otros gases que en la presente investigación no son considerados.

Con los valores del analizador y el tiempo que duró la ejecución de la actividad desarrollada por el trabajador del área, se obtuvo matemáticamente un promedio de la concentración por minuto de exposición. De esta manera se procedió a realizar la tabulación para cada seis lecturas del equipo.

La Tabla 3.6 ilustra un ejemplo de la obtención del promedio de la concentración registrada para toda la actividad, en esta se registra el tiempo cronometrado por el analizador de gases con 6 lecturas de concentración por min, la concentración de H₂S respectiva y el promedio de los 6 datos.

Tabla 3.6 Promedio de la concentración de H₂S para cada minuto de lectura del analizador

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) | Promedio H ₂ S por min |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 10/09/2013 16:17 | 14,50 | 13,60 |
| 10/09/2013 16:17 | 12,10 | |
| 10/09/2013 16:17 | 14,30 | |
| 10/09/2013 16:17 | 9,80 | |
| 10/09/2013 16:17 | 16,40 | |
| 10/09/2013 16:17 | 14,50 | |
| 10/09/2013 16:18 | 14,30 | 14,07 |
| 10/09/2013 16:18 | 18,20 | |
| 10/09/2013 16:18 | 12,50 | |
| 10/09/2013 16:18 | 13,50 | |
| 10/09/2013 16:18 | 12,80 | |
| 10/09/2013 16:18 | 13,10 | |

El tiempo que el equipo da una respuesta de la concentración de H₂S es de 1 min y que en fracción sexagesimal corresponde a 0,02 h, por tanto entre este valor que equivale a 1 min de lectura, multiplicado por la concentración promedio de H₂S, permite obtener la concentración por el tiempo de exposición para cada min. Los resultados se muestran en la Tabla 3.7.

La Tabla 3.7 es una continuación de la Tabla 3.6 en donde se ha incrementado como parámetros el tiempo de exposición de 1 min (0,02 h) y el producto resultante de la multiplicación de el promedio de la concentración de H₂S de las 6 lecturas por la fracción de tiempo en min.

El equipo analizador de gases, se calibró antes de proceder a realizar el respectivo monitoreo, el certificado de calibración se registra en el anexo I. Este certificado de calibración solo es válido por 6 meses con lo cual se asegura que las lecturas que proporciona el equipo son confiables.

Los datos de la Tabla 3.7 solo representan como ejemplo para el análisis de 2 min de monitoreo en la actividad del trabajador de las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 3.7 Determinación de la concentración de H₂S por cada minuto de lectura del analizador

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) | Promedio de la concentración de H ₂ S para 1 min (ppm) | Tiempo de exposición (h) | Conc. x tiempo (ppm h) |
|------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|
| 10/09/2013 16:17 | 14,50 | 13,60 | 0,02 | 0,227 |
| 10/09/2013 16:17 | 12,10 | | | |
| 10/09/2013 16:17 | 14,30 | | | |
| 10/09/2013 16:17 | 9,80 | | | |
| 10/09/2013 16:17 | 16,40 | | | |
| 10/09/2013 16:17 | 14,50 | | | |
| 10/09/2013 16:18 | 14,30 | 14,07 | 0,02 | 0,234 |
| 10/09/2013 16:18 | 18,20 | | | |
| 10/09/2013 16:18 | 12,50 | | | |
| 10/09/2013 16:18 | 13,50 | | | |
| 10/09/2013 16:18 | 12,80 | | | |
| 10/09/2013 16:18 | 13,10 | | | |

Este análisis se realizó para todos los datos que el medidor de gas proporcionó durante el tiempo que duró la actividad específica del trabajador. La concentración media del H₂S medida o calculada de la forma ponderada con respecto al tiempo, se determinó para la jornada laboral real que duró la actividad del trabajador y referida a un estándar de 8 h diarias. La siguiente ecuación determinó la exposición diaria que el trabajador está recibiendo en una jornada de labor de 8 h diarias:

$$ED = \sum(C_i t_i) / 8 \quad [3.1]$$

(INSHT, 2001, p. 59)

Donde:

ED corresponde a la exposición diaria

C_i es la concentración de H₂S

t_i es el tiempo.

Por lo tanto

$$ED = (C_1 \times t_1 + C_2 \times t_2 + C_3 \times t_3 + \dots + C_n \times t_n) / 8 \quad [3.2]$$

(INSHT, 2001, p. 59)

Con el uso de la ecuación 3.1, se realizó la tabulación de los resultados obtenidos para cada muestreo con lo que se determinó exposición diaria a la que el trabajador permanecía expuesto.

La Tabla 3.8 está compuesta por 6 columnas, las 3 primeras se repiten de manera seguida. Por lo tanto, en la primera columna se detalla el promedio registrado de la concentración de H₂S, en ppm para todo el tiempo que duró la actividad desarrollada por el trabajador. La segunda columna corresponde a la fracción de tiempo y que es de un min, el analizador de gases registra 6 lecturas cada min. La tercera columna corresponde a la multiplicación de la concentración promedio de H₂S de cada min por la fracción de tiempo.

Al final de la Tabla 3.8 se detalla la suma parcial del producto de la concentración y el tiempo y luego se obtiene la suma total de estos factores. Aplicando la ecuación 3.2 se relaciona el producto de la concentración del H₂S por tiempo, con 8 h de labor del trabajador, se obtiene de esta manera la exposición diaria a la cual la persona está en contacto con el factor de riesgo.

Con el análisis matemático realizado, el resultado numérico de la exposición diaria registrado en la Tabla 3.8 corresponde a 1,1 ppm de H₂S.

Los cálculos realizados y el análisis matemático respectivo corresponden al muestreo que se realizó el 10 de septiembre del 2013 en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas con la planta en operación, es decir, no existió en esos momentos parada de unidad para su respectivo mantenimiento lo cual hubiera ocasionado que el producto contenido en las líneas y equipos de las unidades Merox sea enviado hacia tanques de almacenamiento y el remanente sea descargado a sumideros subterráneos con alta posibilidad de que los vapores escapen al ambiente laboral y afecten a los trabajadores del área.

Además en esa fecha de monitorización, no se realizó actividad de drenado de hidrocarburo con contenido de H₂S tanto en fase gaseosa como líquida fuera de especificación que hubiera afectado las mediciones realizadas para la determinación de H₂S en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 3.8 Determinación de la exposición diaria a la que el trabajador está expuesto por efecto del H₂S en las unidades Merox

| Promedio conc H ₂ S/min (ppm) | Tiempo (h) | Conc x tiempo (ppm h) | Promedio conc H ₂ S/min (ppm) | Tiempo (h) | Conc x tiempo (ppm h) |
|--|------------|-----------------------|--|------------|-----------------------|
| 13,6 | 0,02 | 0,23 | 12,58 | 0,02 | 0,21 |
| 14,07 | 0,02 | 0,23 | 12,33 | 0,02 | 0,21 |
| 11,75 | 0,02 | 0,20 | 11,92 | 0,02 | 0,20 |
| 11,52 | 0,02 | 0,19 | 11,25 | 0,02 | 0,19 |
| 11,85 | 0,02 | 0,20 | 11,65 | 0,02 | 0,19 |
| 12,23 | 0,02 | 0,20 | 10,75 | 0,02 | 0,18 |
| 12,35 | 0,02 | 0,21 | 11,63 | 0,02 | 0,19 |
| 12,62 | 0,02 | 0,21 | 12,33 | 0,02 | 0,21 |
| 12,05 | 0,02 | 0,20 | 11,93 | 0,02 | 0,20 |
| 12,23 | 0,02 | 0,20 | 12,67 | 0,02 | 0,21 |
| 12,12 | 0,02 | 0,20 | 12,6 | 0,02 | 0,21 |
| 12,53 | 0,02 | 0,21 | 11,4 | 0,02 | 0,19 |
| 11,93 | 0,02 | 0,20 | 10,17 | 0,02 | 0,17 |
| 12,87 | 0,02 | 0,21 | 12,12 | 0,02 | 0,20 |
| 12,08 | 0,02 | 0,20 | 11,90 | 0,02 | 0,20 |
| 11,65 | 0,02 | 0,19 | 12,48 | 0,02 | 0,21 |
| 12,43 | 0,02 | 0,21 | 11,92 | 0,02 | 0,20 |
| 12,50 | 0,02 | 0,21 | 12,13 | 0,02 | 0,20 |
| 12,42 | 0,02 | 0,21 | 12,07 | 0,02 | 0,20 |
| 12,53 | 0,02 | 0,21 | 11,25 | 0,02 | 0,19 |
| 12,07 | 0,02 | 0,20 | 11,48 | 0,02 | 0,19 |
| 11,30 | 0,02 | 0,19 | 12,97 | 0,02 | 0,22 |
| Suma | | 4,51 | Suma | | 4,36 |
| Total | | | | | 8,87 |
| Tiempo para cálculo de exposición (h) | | | | | 8,00 |
| Exposición diaria ED (ppm) | | | | | 1,11 |

Con el análisis matemático realizado, se elaboró la Tabla 3.9 en la cual se detalla el resumen por fechas del monitorización realizado desde el 10 de septiembre hasta el 8 de noviembre del 2013, la actividades realizadas, el tiempo que demoró en trabajador en dicha actividad y el cálculo de la exposición diaria al H₂S en su puesto de trabajo en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 3.9 Resumen de la Exposición Diaria a H₂S durante el tiempo de monitorización en unidades Merox

| FECHA DE MONITORIZACION | SITIO | ACTIVIDAD | DURACIÓN DE ACTIVIDAD (min) | Exposición diaria H ₂ S (ppm) |
|-------------------------|----------------|--|-----------------------------|--|
| 10/09/2013 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 44 | 1,11 |
| 13/09/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 32 | 1,08 |
| 16/09/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 28 | 1,01 |
| 24/09/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 30 | 0,98 |
| 28/09/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 52 | 1,75 |
| 21/10/2013 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 48 | 1,12 |
| 25/10/2013 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 35 | 1,07 |
| 04/11/2013 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 47 | 1,31 |
| 08/11/2013 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 41 | 1,05 |

Se realizaron 9 determinaciones de la concentración de H₂S utilizando el equipo de medición en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas, de las cuales 5 determinaciones correspondieron a muestreos de sosa para análisis de control de calidad, 4 correspondieron a la preparación de químicos (sosa fresca).

El TLV-TWA para el H₂S según la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Gubernamentales) es de 1 ppm. El H₂S tiene olor característico a huevos podridos y se lo conoce también como gas de alcantarilla, su umbral de olor está entre 0,008 a 0,1 ppm, superados los 100 ppm tampoco se puede percibir su olor (New Jersey Department of Health, 2012, p.1).

De los valores de la Tabla 3.9 y realizando los respectivos cálculos matemáticos, se determina que para la monitorización realizada el 24 de agosto del 2013 en las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas, el valor determinado y calculado es menor a 1 ppm, en tanto que los restantes resultados proporcionan valores que superan el límite umbral establecido por la ACGIH. Los valores de la concentración del H₂S superan el TLV-TWA para dicha sustancia química.

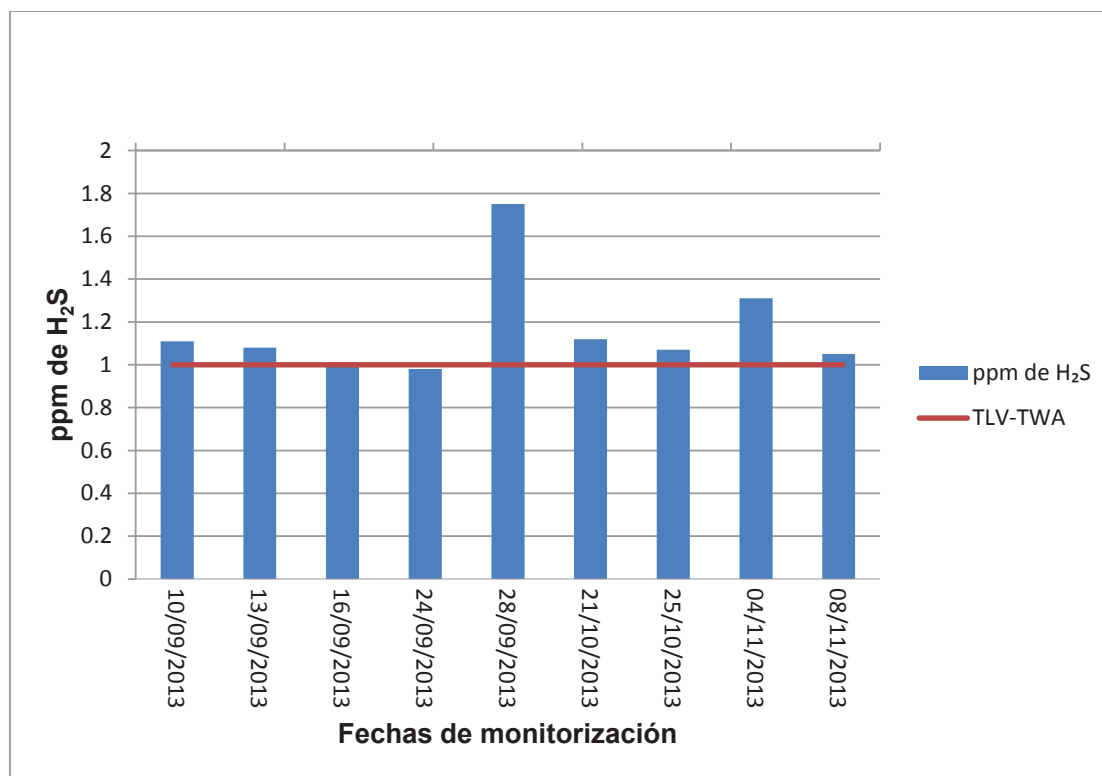


Figura 3.1 Valores de la exposición diaria a H₂S por fechas de monitorización para las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas

3.2.2 DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DIARIA DE H₂S EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS AMARGAS

Con base en la matriz de riesgos químicos, se efectuó la medición en el campo del H₂S para las siguientes actividades: muestreo, cambio de inventario, preparación de DEA, manejo de químicos, acompañamiento en actividades de mantenimiento. El muestreo se realizó en diferentes fechas y a distinta hora. El tiempo de muestreo correspondió al tiempo en el cual el trabajador en la tarea cumplió actividad específica, el equipo con el

cual se realizó la determinación de la concentración de H₂S proporcionó 6 lecturas en 1 min. Los resultados se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Referencia de dos minutos de muestreo con analizador de gases y el valor registrado de H₂S para la planta de aguas amargas

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) |
|------------------|--------------------------------------|
| 20/09/2013 09:00 | 14,90 |
| 20/09/2013 09:00 | 16,80 |
| 20/09/2013 09:00 | 15,70 |
| 20/09/2013 09:00 | 18,10 |
| 20/09/2013 09:00 | 19,70 |
| 20/09/2013 09:00 | 18,10 |
| 20/09/2013 09:01 | 15,90 |
| 20/09/2013 09:01 | 18,10 |
| 20/09/2013 09:01 | 18,40 |
| 20/09/2013 09:01 | 17,20 |
| 20/09/2013 09:01 | 16,80 |
| 20/09/2013 09:01 | 16,70 |

Con los valores de la concentración de H₂S determinados con el analizador de gases y con el tiempo de la actividad específica de trabajo, se obtuvo un promedio de la concentración por minuto de exposición y que se muestra en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Promedio de la concentración de H₂S para cada minuto de lectura del analizador en la planta de aguas amargas

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) | Promedio H ₂ S por min |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 20/09/2013 09:00 | 14,90 | 17,22 |
| 20/09/2013 09:00 | 16,80 | |
| 20/09/2013 09:00 | 15,70 | |
| 20/09/2013 09:00 | 18,10 | |
| 20/09/2013 09:00 | 19,70 | |
| 20/09/2013 09:00 | 18,10 | |
| 20/09/2013 09:01 | 15,90 | 17,18 |
| 20/09/2013 09:01 | 18,10 | |
| 20/09/2013 09:01 | 18,40 | |
| 20/09/2013 09:01 | 17,20 | |
| 20/09/2013 09:01 | 16,80 | |
| 20/09/2013 09:01 | 16,70 | |

El equipo analizador Multi gas utilizado para determinar la concentración de H₂S, proporcionó 6 lecturas de concentración por cada minuto de muestreo, por lo tanto utilizando el tiempo en fracción y que corresponde a cada min de monitoreo, se pudo determinar la concentración por cada minuto de monitorización.

Estos valores se registran en la Tabla 3.12 en donde se detalla el tiempo de monitorización con fecha y hora para cada lectura, el valor de H₂S proporcionado por el medidor de gases para cada seis minutos, el promedio de las seis lecturas, la fracción del tiempo en horas y con base en estos datos con la ayuda de la ecuación 1 y el producto de la concentración multiplicada por el tiempo se obtiene la Exposición Diaria.

Los datos registrados para la planta de tratamiento de aguas amargas corresponden al período del mes de septiembre y los valores se registran a continuación:

Tabla 3.12 Determinación de la concentración de H₂S por cada minuto de lectura del analizador en la planta de aguas amargas

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) | Promedio de la concentración de H ₂ S para 1 min (ppm) | Tiempo de exposición (h) | Conc. x tiempo (ppm h) |
|------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|
| 20/09/2013 09:00 | 14,90 | 17,22 | 0,02 | 0,287 |
| 20/09/2013 09:00 | 16,80 | | | |
| 20/09/2013 09:00 | 15,70 | | | |
| 20/09/2013 09:00 | 18,10 | | | |
| 20/09/2013 09:00 | 19,70 | | | |
| 20/09/2013 09:00 | 18,10 | | | |
| 20/09/2013 09:01 | 15,90 | 17,18 | 0,02 | 0,286 |
| 20/09/2013 09:01 | 18,10 | | | |
| 20/09/2013 09:01 | 18,40 | | | |
| 20/09/2013 09:01 | 17,20 | | | |
| 20/09/2013 09:01 | 16,80 | | | |
| 20/09/2013 09:01 | 16,70 | | | |

Se realizó la tabulación de los resultados obtenidos para cada muestreo lo que permitió determinar la exposición diaria a la que el trabajador está expuesto.

La Tabla 3.13 se describe los promedios de las concentraciones de H₂S en ppm registradas por el analizador de gases cada minuto, como se detalló anteriormente se registraron 6 lecturas; el tiempo para el cálculo de la dosis diarias está en horas y corresponde a cada fracción de tiempo que el medidor registra y que pertenece en este caso a un minuto; también se describe el producto del promedio de la concentración de H₂S por la fracción de tiempo; al final se suman el producto de las concentraciones y el tiempo y se relacionan con 8 h que corresponde a la jornada de trabajo diaria.

Este análisis se realizó para cada una de las determinaciones en el campo de investigación y los resultados se muestran en la Tabla 3.13

Tabla 3.13 Determinación de la Exposición Diaria a la que el trabajador está expuesto por efecto del H₂S en la planta de aguas amargas

| Promedio conc H ₂ S/min (ppm) | Tiempo (h) | Conc x tiempo (ppm h) | Promedio conc H ₂ S/min (ppm) | Tiempo (h) | Conc x tiempo (ppm h) |
|--|------------|-----------------------|--|------------|-----------------------|
| 17,22 | 0,02 | 0,29 | 12,74 | 0,02 | 0,21 |
| 17,18 | 0,02 | 0,29 | 15,58 | 0,02 | 0,26 |
| 16,33 | 0,02 | 0,27 | 13,98 | 0,02 | 0,23 |
| 14,65 | 0,02 | 0,24 | 15,30 | 0,02 | 0,26 |
| 15,75 | 0,02 | 0,26 | 15,12 | 0,02 | 0,25 |
| 16,43 | 0,02 | 0,27 | 15,01 | 0,02 | 0,25 |
| 15,18 | 0,02 | 0,25 | 16,20 | 0,02 | 0,27 |
| 14,68 | 0,02 | 0,25 | 17,90 | 0,02 | 0,30 |
| 15,48 | 0,02 | 0,26 | 17,50 | 0,02 | 0,29 |
| 15,10 | 0,02 | 0,25 | 15,48 | 0,02 | 0,26 |
| 15,23 | 0,02 | 0,25 | 15,55 | 0,02 | 0,26 |
| 14,68 | 0,02 | 0,25 | 14,32 | 0,02 | 0,24 |
| 15,07 | 0,02 | 0,25 | 11,32 | 0,02 | 0,19 |
| 14,00 | 0,02 | 0,23 | 10,60 | 0,02 | 0,18 |
| 17,25 | 0,02 | 0,29 | 12,33 | 0,02 | 0,21 |
| 15,48 | 0,02 | 0,26 | 14,65 | 0,02 | 0,24 |
| 13,28 | 0,02 | 0,22 | 15,63 | 0,02 | 0,26 |
| Suma | | 4,38 | Suma | | 4,15 |
| Total | | | | | 8,54 |
| Tiempo para cálculo de exposición (h) | | | | | 8,00 |
| Exposición diaria ED (ppm) | | | | | 1,07 |

Los cálculos realizados y el análisis numérico corresponden al muestreo que se ejecutó el 20 de septiembre del 2013, el procedimiento de muestreo se describió en el capítulo dos de esta tesis de investigación.

Luego del análisis matemático realizado, se elaboró la Tabla 3.14 en la cual se resumen por fechas, las exposiciones que el trabajador estuvo expuesto a H₂S en su puesto de trabajo y que correspondió a la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 3.14 Resumen de la Exposición Diaria a H₂S durante el tiempo de monitorización en planta de tratamiento de aguas amargas

| FECHA DE MONITORIZACION | SITIO | ACTIVIDAD | DURACIÓN DE ACTIVIDAD (min) | Exposición diaria H ₂ S (ppm) |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|--|
| 20/09/2013 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 34 | 0,96 |
| 02/10/2013 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 36 | 1,07 |
| 10/10/2013 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 48 | 1,02 |
| 14/10/2013 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 42 | 1,11 |
| 18/10/2013 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 23 | 1,13 |

Como se establece en la Tabla 3.14, se realizaron 5 determinaciones de la concentración de H₂S utilizando el equipo en la planta de tratamiento de aguas amargas, de las cuales todas correspondieron a actividades de muestreos.

La ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales) establece los "Threshold Limit Values" (TLV) o valor límite umbral y se fundamentan en criterios científicos de cuidado de la salud. Estos valores solo son límites recomendados, pero gozan de un elevado prestigio en el mundo de la Higiene

Industrial (Sánchez y Solá, 1989, p. 2). Establecen que el TLV-TWA para el H₂S es 1 ppm.

Cabe resaltar que para otros organismos que tienen que ver con el establecimiento de valores umbrales para sustancias químicas como la OSHA, que corresponde al órgano de la Administración Federal con poder para el dictaminar normas legales afines a la prevención de riesgos y promoción de la salud y tiene valor legal establece como valor PEL 20 ppm para el H₂S; para el NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) es la agencia federal que ejecuta investigaciones y recomendaciones para la prevenir enfermedades asociadas a la actividad laboral, además desarrolla y revisa recomendaciones para límites de exposición a sustancias y no tienen valor legal, establece como valor REL 10 ppm para el H₂S (Sánchez y Solá, 1989, p. 2).

De la Tabla 3.14 se determina que solo una exposición está por debajo del valor numérico de 1 ppm, en tanto que los restantes resultados superan el límite umbral establecido por la ACGIH. Los valores superan el TLV-TWA para el H₂S.

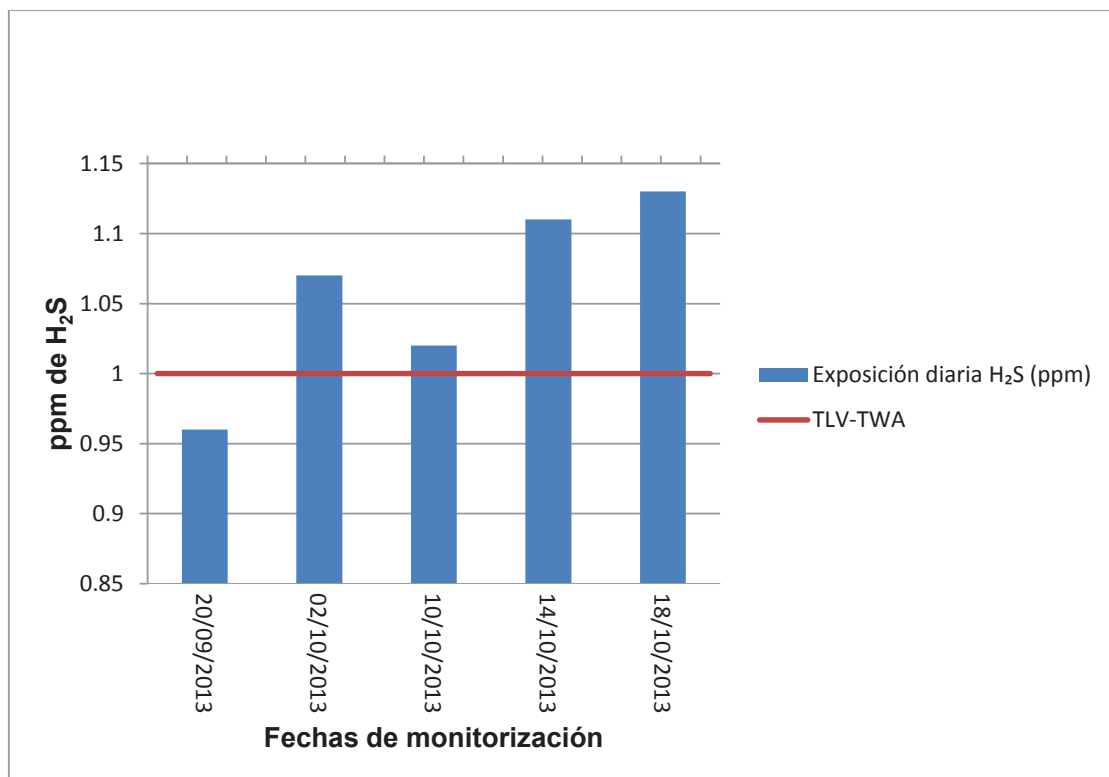


Figura 3.2 Valores de la exposición diaria a H₂S por fechas de monitorización para la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas

3.2.3 DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DIARIA DE H₂S EN EL SITIO DE TRASVASE DE SOSA CAUSTICA GASTADA Y DIETANOLAMINA

Igual a los dos casos anteriores, se realizó el mismo procedimiento para la determinación de la concentración del H₂S para las actividades de trasvase de sosa gastada. En base a la matriz de riesgos químicos, se ejecutó la medición en el campo del sulfuro para las siguientes actividades: operación de bomba de trasvase, llenado de tanques plásticos y trasvase de sosa desde tanques plásticos hacia recipientes normados (bidones). El muestreo se efectuó en diferentes fechas y a diferente hora.

Al operador del sitio se incorporó el equipo de muestreo con el monitor en la cintura y la sonda de muestreo en la zona respirable del trabajador, el tiempo de muestreo correspondió al mismo tiempo que duró la actividad, el equipo con el cual se efectuó la determinación de la concentración de H₂S permaneció seteado para realizar 6 lecturas en un minuto de la siguiente manera:

Tabla 3.15 Referencia de dos minutos de muestreo con analizador de gases y el valor registrado de H₂S para el trasvase de sosa gastada

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) |
|------------------|--------------------------------------|
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 |
| 06/10/2013 08:19 | 8,20 |
| 06/10/2013 08:19 | 11,40 |
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 |
| 06/10/2013 08:19 | 7,50 |
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 |
| 06/10/2013 08:20 | 7,90 |
| 06/10/2013 08:20 | 8,10 |
| 06/10/2013 08:20 | 7,90 |
| 06/10/2013 08:20 | 11,10 |
| 06/10/2013 08:20 | 7,60 |
| 06/10/2013 08:20 | 7,50 |

Los datos de la Tabla 3.15 evidencian que los valores registrados de la concentración de H₂S utilizando el equipo analizador de gases, proporcionó 6 valores diferentes de concentración de H₂S durante un período de tiempo de 1 minuto. Se indica que el reporte del equipo analizador de gases no proporciona solo el valor de la concentración

de H₂S, sino también otros gases que en la presente investigación no fueron analizados.

Con los valores determinados por el equipo de medición y el tiempo que duró la ejecución de la actividad desarrollada por el trabajador del área, se obtuvo un promedio de la concentración por minuto de exposición. De esta manera se procedió a realizar la tabulación para cada 6 lecturas del equipo. La Tabla 3.6 ilustra un ejemplo de la obtención del promedio de la concentración registrada para toda la actividad, de la siguiente manera:

Tabla 3.16 Promedio de la concentración de H₂S para cada minuto de lectura del analizador en trasvase de sosa gastada

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) | Promedio de H ₂ S por min |
|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 | 8,57 |
| 06/10/2013 08:19 | 8,20 | |
| 06/10/2013 08:19 | 11,40 | |
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 | |
| 06/10/2013 08:19 | 7,50 | |
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,90 | 8,35 |
| 06/10/2013 08:20 | 8,10 | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,90 | |
| 06/10/2013 08:20 | 11,10 | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,60 | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,50 | |

El equipo analizador multi gas utilizado para determinar la concentración de H₂S durante el trasvase de sosa cáustica gastada desde los tanques de almacenamiento SC-T01 y SC-T02 de las unidades Merox de la refinería Esmeraldas, proporcionó 6 lecturas de concentración por cada minuto de muestreo, por lo tanto utilizando el tiempo en fracción y que corresponde a cada minuto de monitoreo, se pudo determinar la concentración por cada minuto de monitoreo. Estos valores se registran en la Tabla 3.17 y su descripción es la siguiente:

Tabla 3.17 Determinación de la concentración de H₂S por cada minuto de lectura del analizador en el trasvase de sosa gastada

| Tiempo | Concentración H ₂ S (ppm) | Promedio de la concentración de H ₂ S para 1 min (ppm) | Tiempo de exposición (h) | Conc. x tiempo (ppm h) |
|------------------|--------------------------------------|---|--------------------------|------------------------|
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 | 8,57 | 0,02 | 0,143 |
| 06/10/2013 08:19 | 8,20 | | | |
| 06/10/2013 08:19 | 11,40 | | | |
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 | | | |
| 06/10/2013 08:19 | 7,50 | | | |
| 06/10/2013 08:19 | 8,10 | | | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,90 | 8,35 | 0,02 | 0,139 |
| 06/10/2013 08:20 | 8,10 | | | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,90 | | | |
| 06/10/2013 08:20 | 11,10 | | | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,60 | | | |
| 06/10/2013 08:20 | 7,50 | | | |

En la Tabla 3.18 se describen los promedios de todas las determinaciones de las concentraciones de H₂S en ppm registradas por el analizador de gases a cada min. Las Tablas 3.15, 3.16 y 3.17 representan de manera didáctica solo una fracción de los resultados obtenidos en la presente investigación de campo. La Tabla 3.18 describe la totalidad de las mediciones efectuadas para el trasvase de sosa cáustica gastada y detalla el promedio de la concentración de H₂S en ppm, la fracción de tiempo del análisis. Al final de la Tabla 3.18 se determina la exposición diaria ED relacionando los parámetros anteriores con relación al tiempo correspondiente a 8 h.

Tabla 3.18 Determinación de la Exposición Diaria a la que el trabajador está expuesto por efecto del H₂S durante el trasvase de sosa gastada

| Promedio conc H ₂ S/min (ppm) | Tiempo (h) | Conc x tiempo (ppm h) | Promedio conc H ₂ S/min (ppm) | Tiempo (h) | Conc x tiempo (ppm h) |
|--|------------|-----------------------|--|------------|-----------------------|
| 8,57 | 0,02 | 0,14 | 7,80 | 0,02 | 0,13 |
| 8,35 | 0,02 | 0,14 | 8,05 | 0,02 | 0,13 |
| 8,95 | 0,02 | 0,15 | 8,40 | 0,02 | 0,14 |
| 7,32 | 0,02 | 0,12 | 8,83 | 0,02 | 0,15 |
| 8,43 | 0,02 | 0,14 | 7,88 | 0,02 | 0,13 |
| 8,62 | 0,02 | 0,14 | 8,68 | 0,02 | 0,15 |
| 8,85 | 0,02 | 0,15 | 7,32 | 0,02 | 0,12 |
| 8,12 | 0,02 | 0,14 | 7,88 | 0,02 | 0,13 |
| 8,87 | 0,02 | 0,15 | 9,32 | 0,02 | 0,16 |
| 8,53 | 0,02 | 0,14 | 7,72 | 0,02 | 0,13 |
| 8,83 | 0,02 | 0,15 | 9,27 | 0,02 | 0,15 |
| 9,40 | 0,02 | 0,16 | 9,23 | 0,02 | 0,15 |
| 9,20 | 0,02 | 0,15 | 8,48 | 0,02 | 0,14 |
| 8,95 | 0,02 | 0,15 | 8,93 | 0,02 | 0,15 |
| 9,30 | 0,02 | 0,16 | 9,92 | 0,02 | 0,17 |
| 8,38 | 0,02 | 0,14 | 8,48 | 0,02 | 0,14 |
| 9,10 | 0,02 | 0,15 | 9,08 | 0,02 | 0,15 |
| 8,95 | 0,02 | 0,15 | 8,52 | 0,02 | 0,14 |
| 9,43 | 0,02 | 0,16 | 9,33 | 0,02 | 0,16 |
| 9,27 | 0,02 | 0,15 | 9,23 | 0,02 | 0,15 |
| 9,22 | 0,02 | 0,15 | 8,52 | 0,02 | 0,14 |
| 8,62 | 0,02 | 0,14 | 9,20 | 0,02 | 0,15 |
| 8,60 | 0,02 | 0,14 | 8,22 | 0,02 | 0,14 |
| 8,73 | 0,02 | 0,15 | 8,78 | 0,02 | 0,15 |
| 8,68 | 0,02 | 0,15 | 8,15 | 0,02 | 0,14 |
| 8,23 | 0,02 | 0,14 | 9,13 | 0,02 | 0,15 |
| 8,82 | 0,02 | 0,15 | 9,10 | 0,02 | 0,15 |
| 7,85 | 0,02 | 0,13 | 8,27 | 0,02 | 0,14 |
| 9,22 | 0,02 | 0,15 | | | |
| Suma | | 4,22 | Suma | | 4,03 |
| Total | | | | | 8,25 |
| Tiempo para cálculo de exposición (h) | | | | | 8,00 |
| Exposición diaria ED (ppm) | | | | | 1,03 |

Los cálculos realizados y el análisis numérico corresponden al muestreo que se ejecutó el 6 de octubre del 2013, el procedimiento de muestreo se describió en el capítulo dos de esta tesis de investigación.

Luego del análisis matemático realizado, se elaboró la Tabla 3.19 en donde se resumen por fechas, las exposiciones que el trabajador estuvo expuesto a H₂S en su puesto de trabajo y que correspondió al trasvase de sosa cáustica gastada de la Refinería de Esmeraldas.

Tabla 3.19 Resumen de la Exposición Diaria a H₂S durante el tiempo de monitoreo en planta de tratamiento de aguas amargas

| FECHA DE MONITORIZACION | SITIO | ACTIVIDAD | DURACIÓN DE ACTIVIDAD (min) | Exposición diaria H ₂ S (ppm) |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|--|
| 06/10/2013 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 57 | 1,03 |
| 12/11/2013 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 47 | 1,32 |
| 15/11/2013 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 82 | 1,10 |
| 18/11/2013 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 48 | 1,26 |
| 21/11/2013 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 44 | 1,09 |

Los valores numéricos de la Tabla 3.17 determinan que para las actividades de trasvase de sosa cáustica gastada de la Refinería de Esmeraldas, los valores de la concentración del H₂S superan el valor del TLV-TWA.

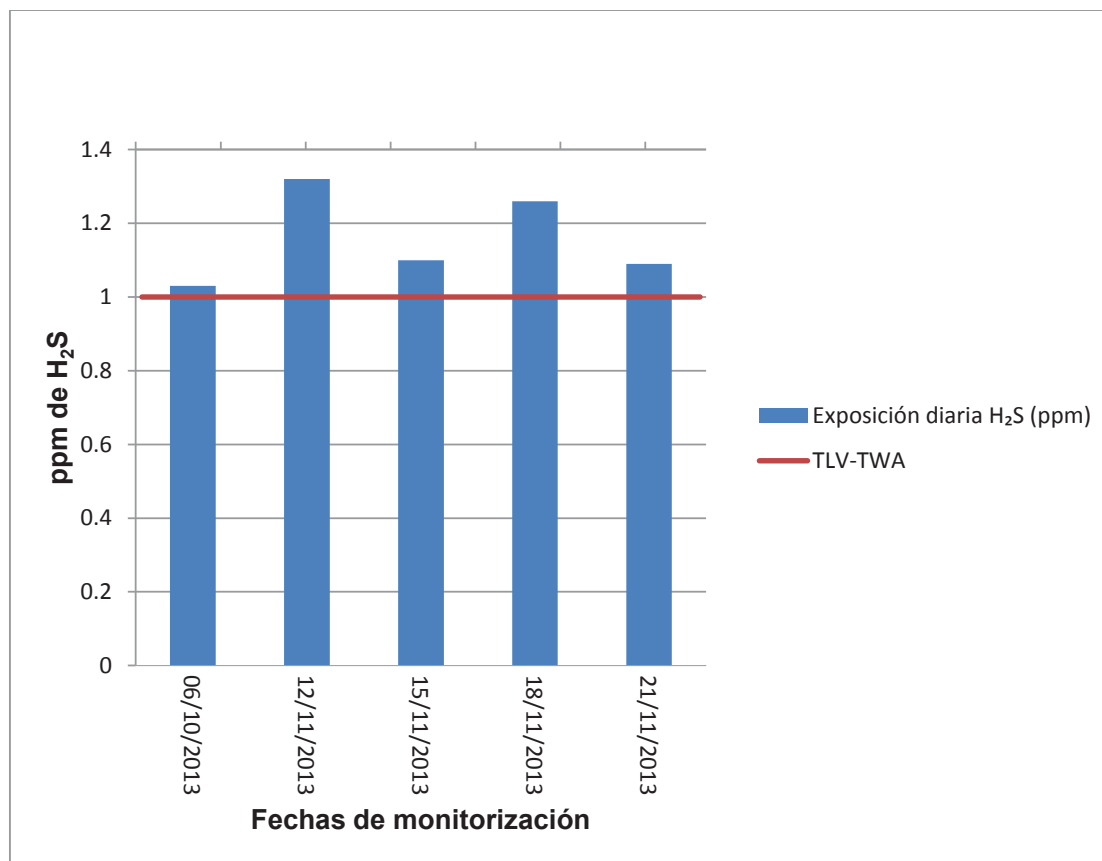


Figura 3.3 Valores de la exposición diaria a H₂S por fechas de monitoreo para el trasvase de sosa gastada en la Refinería de Esmeraldas

3.3 RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL

3.3.1 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

Para el control del riesgo químico en las unidades Merox y planta de tratamiento de aguas amargas, se utilizó la parrilla de difusión con lo que se consiguió direccionar el

factor de riesgo en dirección opuesta a la zona respirable del trabajador y su difusión en el ambiente de trabajo.

Para el control en las actividades de trasvase de sosa cáustica gastada desde los tanques operativos de almacenamiento de estos químicos hacia tanques plásticos y bidones, se utilizó la cortina de agua y se consiguió asentar los vapores del químico en la zona de trabajo.

3.3.2 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR

En el receptor se aplicaron las siguientes medidas de control de riesgos:

- a) Capacitación. Se impartieron inducciones de capacitación en temas de Seguridad y Salud Ocupacional y de manera específica en la identificación de riesgos, medición de vapores de productos químicos en el ambiente laboral, aplicación de medidas de control, normativa de seguridad nacional e internacional. Como medida de verificación en este punto se utilizó la evaluación (Anexo III).
- b) Colocación de señalética. En coordinación con los responsables de las Unidades Operativas de Refinería Esmeraldas para Merox y tratamiento de aguas amargas así como de Seguridad Salud y Ambiente, se colocaron leyendas distintivas que identifiquen las zonas y el factor de riesgo presente.
- c) Uso de elementos de protección personal. A los trabajadores de las áreas de esta investigación se les entregó la dotación de elementos de protección personal como son: casco con barbiquejo, mascarar con pantalla facial y filtros para vapores orgánicos volátiles, guantes de operador y guantes de nitrilo, ropa de trabajo retardante a la flama.

Además se recomendó implementar sistemas de difusión de aire para las actividades rutinarias en las unidades Merox y planta de tratamiento de aguas amargas, con activación local mediante una válvula de corte rápido. Esta actividad evitará movilizar la parrilla de difusión de un punto a otro dentro de la planta, alivianar el trabajo, optimizar recursos y personal.

3.4 IMPLEMENTACIÓN INICIAL DE MEDIDAS DE CONTROL DEL RIESGO QUÍMICO

Una vez que se determinó la exposición diaria del trabajador en las diferentes actividades tanto en las unidades Merox, en la planta de tratamiento de aguas amargas y durante el trasvase de sosa cáustica gastada, el siguiente paso consistió en aplicar medidas de control para reducir la exposición al riesgo químico. Las medidas de control se aplican a la fuente emisora, al medio transmisor y al receptor.

En esta investigación, no fue posible aplicar las medidas de control a la fuente emisora, debido a que el H₂S siempre va a ser parte de procesos operativos de refinación en los que apliquen tratamiento de tipo catalítico en sus actividades. Por lo tanto las medidas de control para reducir la exposición del trabajador al H₂S en sus procesos operativos de estudio, se aplicaron al medio transmisor y al receptor.

3.4.1 MEDIDAS DE CONTROL EN EL MEDIO TRANSMISOR

Para intentar disminuir la exposición del trabajador al riesgo químico del H₂S en las unidades Merox, planta de tratamiento de aguas amargas y durante el trasvase de sosa cáustica gastada, se utilizó en la presente investigación una combinación de dos métodos de control en el medio transmisor, estos corresponden a los siguientes:

- a) Aplicación de medidas de tipo ingenieril
- b) Dilución del contaminante por ventilación

Para aplicar el primer método, se construyó una parrilla de difusión metálica de 0,70 m de longitud y 2 pulgadas de diámetro. En ella se practicaron orificios para la salida del aire y una toma para la entrada de la línea de aire de la planta. La parrilla de difusión se colocó en dirección hacia abajo desde la zona respirable del trabajador, muy próxima al sitio donde el trabajador realizaba sus actividades. Se procedió a colocar la parrilla con abrazaderas hacia las líneas y acometidas del sector para que este convenientemente sujeta y no exista la posibilidad que durante la realización de la prueba, la parrilla se suelte y se caiga, ya que la presión del aire de planta suministrado es bastante elevado.



Figura 3.4 Muestreo en planta utilizando la parrilla de difusión

3.4.1.1 Medidas de control en las unidades Merox

Para aplicar las medidas de control en las unidades Merox, procedió a colocar la parrilla de difusión en los sitios de Muestreo. Se colocó el equipo analizador de gases con el módulo en la cintura y la sonda en las proximidades de la zona respirable del trabajador, en otras ocasiones se colocó directamente en la camisa sujeta con el pestillo de seguridad. Se instaló la parrilla de difusión, se realizaron las conexiones de la parrilla a la línea de aire de planta del sector y el operador inició las tareas propias de la Muestreo. Al finalizar la tarea que el trabajador debía completar, se registró el tiempo de labor y se retiraron los equipos del área. Se registraron los datos de lecturas de la concentración de H_2S durante la actividad del trabajador. Se analizaron los datos.

El procedimiento para el análisis de los resultados obtenidos con el analizador de gases, fue el mismo que se aplicó en la determinación de la exposición diaria en las actividades de la unidad Merox, planta de tratamiento de aguas amargas y trasvase de sosa cáustica gastada de la Refinería de Esmeraldas. Por lo que la Tabla 3.20 resume los valores medidos y la exposición diaria calculada:

Tabla 3.20 Resumen de la Exposición Diaria a H₂S durante el tiempo la monitorización en las unidades Merox utilizando medidas de control

| FECHA DE MONITORIZACIÓN | SITIO | ACTIVIDAD | DURACIÓN DE ACTIVIDAD (min) | Exposición diaria H ₂ S (ppm) |
|-------------------------|----------------|--|-----------------------------|--|
| 10/12/2013 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 44 | 0,12 |
| 13/12/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 32 | 0,09 |
| 18/12/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 28 | 0,09 |
| 27/12/2013 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 30 | 0,13 |
| 10/01/2014 | Unidades Merox | Preparación de químicos (sosa fresca) | 52 | 0,12 |
| 02/02/2014 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 48 | 0,11 |
| 07/02/2014 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 35 | 0,20 |
| 12/02/2014 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 47 | 0,13 |
| 15/02/2014 | Unidades Merox | Muestreo de sosa para análisis de control de calidad | 41 | 0,13 |

Del análisis de la Tabla 3.20, se determina que los valores numéricos correspondientes a la Exposición Diaria calculada, son inferiores al valor del TLV-TWA para el H₂S según lo determina la ACGIH cuyo valor es establecido en 1 ppm. Por lo que se concluye que las medidas aplicadas en cada una de las actividades de trabajo en las unidades Merox si resultaron eficaces. El inconveniente que se presentó fue que la parrilla de difusión se debía transportar de sitio en sitio en los cuales el trabajador debía realizar su actividad, lo cual resulta poco técnico por las acciones de acople y desacople de líneas de aire a la parrilla de difusión, esto por lo que las tomas de aire de planta no están específicamente ubicadas en los sitios de estudio sino que están distribuidas como servicios auxiliares en toda la planta como aire, agua y vapor.



Figura 3.5 Muestreo en Merox utilizando parrilla de difusión

En la Figura 3.6, se muestra como la acción del aire de planta acoplado desde los acoples de salida de servicios auxiliares y conectada a la parrilla de difusión, desplaza hacia abajo el gas que el operador va a muestrear, de esta manera no afecta al trabajador, pues el gas no llega hasta la zona respirable de la persona.

Una desventaja que se encontró fue que para cada acción de muestreo que se realizaba en el sitio, siempre se debía contar con dos operarios adicionales para realizar las acciones complementarias utilizando la parrilla de difusión tanto para conectar la línea de aire, sujetar con abrazaderas el tubo de la parrilla de difusión, desacoplar los mismo y transportar a otro sitio de muestreo, lo cual la plantilla de personal de la empresa no es suficiente.

El resumen gráfico de las determinaciones de la exposición diaria de H_2S para las unidades Merox de la Refinería de Esmeraldas, demuestra que las acciones con el aire aplicado a las tareas de los operadores en las áreas de estudio, resultó ser eficaz pues todos los datos se encuentran bajo el rango de 1,00 ppm y que corresponde al TLV-TWA para el H_2S .

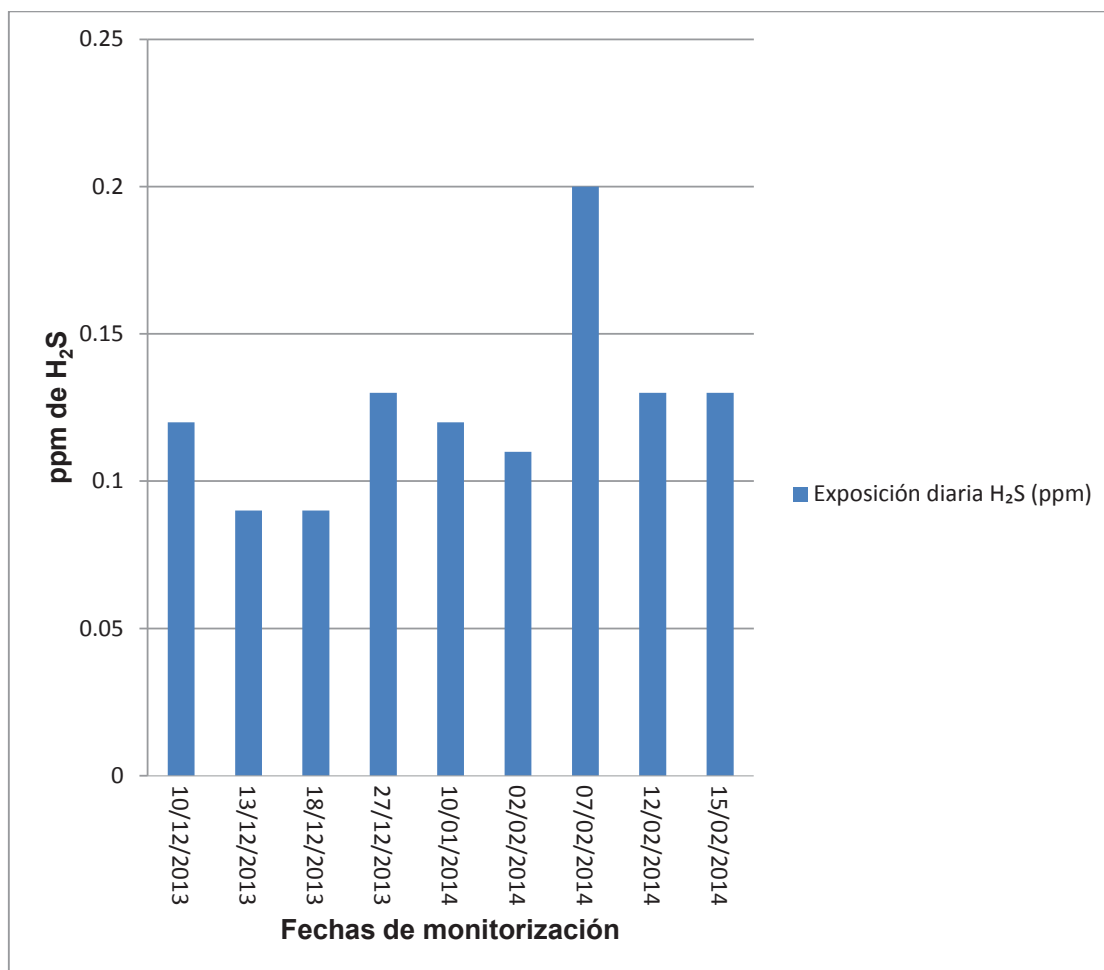


Figura 3.6 Valores de la exposición diaria a H₂S por fechas de monitorización para las unidades Merox utilizando medidas de control

3.4.1.2 Medidas de control en planta de tratamiento de aguas amargas

Para aplicar las medidas de control en la planta de tratamiento de aguas amargas, se procedió de manera similar a las aplicadas en las unidades Merox, es decir se procedió a colocar la parrilla de difusión en los sitios en los cuales el operador debía realizar sus actividades. Se colocó el equipo analizador de gases con el módulo en la cintura y la sonda en las proximidades de la zona respirable del trabajador. Se instaló la parrilla de difusión. Al finalizar la tarea que el trabajador debía completar, se registró el tiempo de labor y se retiraron los equipos del área. Se registraron los datos de lecturas de la concentración de H₂S durante la actividad del trabajador. Se analizaron los datos, se procedió a realizar los cálculos y las evaluaciones. La Tabla 3.21 resume los valores medidos y la exposición diaria calculada:

Tabla 3.21 Resumen de la Exposición Diaria a H₂S durante el tiempo de monitoreo en la planta de tratamiento de aguas amargas utilizando medidas de control

| FECHA DE MONITORIZACIÓN | SITIO | ACTIVIDAD | DURACIÓN DE ACTIVIDAD (min) | Exposición diaria H ₂ S (ppm) |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|--|
| 21/12/2013 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 30 | 0,15 |
| 15/01/2014 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 36 | 0,16 |
| 22/01/2014 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 48 | 0,18 |
| 25/01/2014 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 42 | 0,13 |
| 29/01/2014 | Planta de tratamiento de aguas amargas | Muestreo de corrientes hídricas para control de calidad | 23 | 0,11 |

Los valores numérico de la Tabla 3.21 determinan que la exposición diaria calculada en las actividades desarrolladas en la planta de tratamiento de aguas amargas, son inferiores al valor del TLV-TWA para la concentración de H₂S. Por lo que se concluye que las medidas aplicadas en cada una de las actividades de trabajo en la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas resultaron ser eficaces.

También para las labores de investigación en esta planta hay que considerar el mismo análisis limitante para aplicar este mecanismo de control en el medio transmisor, primero el inconveniente de transportar de sitio en sitio la parrilla de difusión y la necesidad de trabajar con más personal para las actividades logística de movilización por la planta con los equipos de líneas de aire, acoples, parrilla y accesorios.

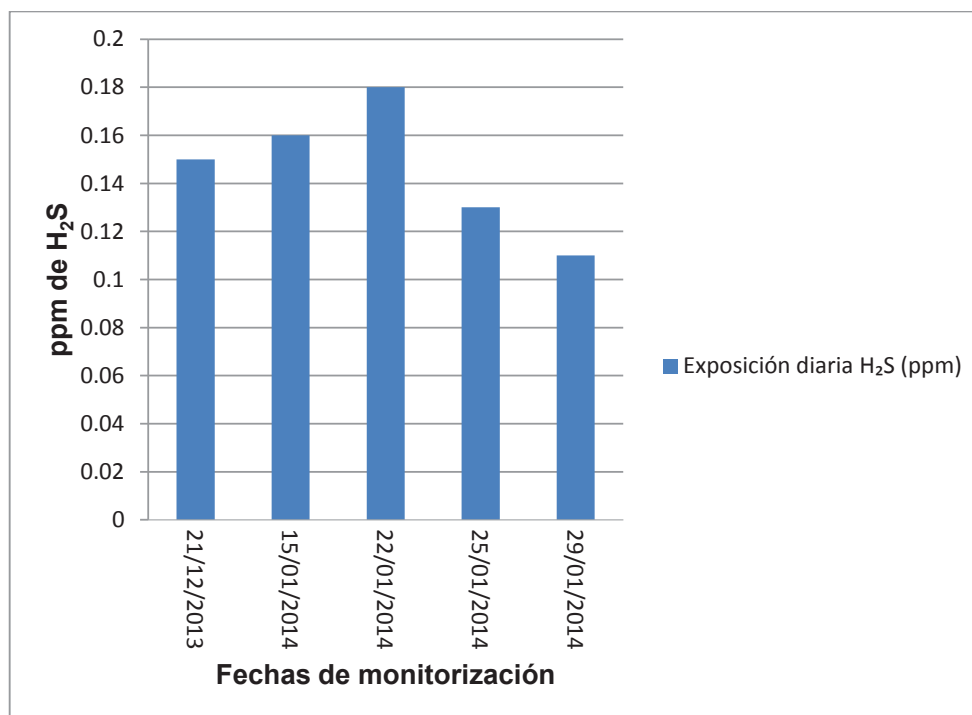


Figura 3.7 Valores de la exposición diaria a H₂S por fechas de monitorización para la planta de tratamiento de aguas amargas utilizando medidas de control

3.4.1.3 Medidas de control durante el trasvase de sosa cáustica gastada

Se aplicaron otras técnicas como medidas de control para el trasvase de sosa cáustica gastada complementarias a las utilizadas en las actividades de la unidad Merox y de la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas.

En la actividad de trasvase de sosa cáustica gastada desde los tanques operativos SC-T01 y SC-T02 de la unidad Merox, la medida de control que se aplicó consistió en colocar una cortina de agua al sector, esta cortina de agua fue proporcionada desde una línea de agua de contraincendios con un pitón de graduación variable para tener la opción de aplicar ya sea chorro directo o en el caso específico se aplique agua en forma de paraguas.

Esta agua pulverizada ocasionó un asentamiento de los vapores de la sosa cáustica que se estaba trasvasando, no se pudo realizar lecturas de la concentración y por ende de la exposición diaria del H₂S a los trabajadores que realizaban esta actividad puesto

que la cortina de agua que se estaba aplicando a la zona hubiera ocasionado daños en la estructura del equipo medidor de gases.



Figura 3.8 Utilización de medidas de control durante el trasvase de sosa gastada

La utilización de la parrilla de difusión se realizó para la actividad de trasvase de sosa cáustica desde los tanques plástico de 55 galones de capacidad a recipientes normados (bidones), pero con la particularidad de que en este sitio no había disponibilidad de conseguir aire de planta ya que en el sitio de trabajo, son estructuras para el almacenamiento de productos. Por lo tanto, el aire que se suministró a la parrilla de difusión provino desde un compresor, pero en si el efecto fue el mismo conseguido para los dos casos anteriores.

Una medida complementaria que se aplicó a la actividad de trasvase de sosa de tanques plásticos de 55 gal (bidones), consistió en colocar un filtro de carbón activado, esto permitió atrapar los olores de la sosa que escapaban del bidón mientras se iba llenando. El material filtrante permitió el paso de los vapores pero sin hacer sello ya que esa maniobra hubiera impedido realizar el normal llenado del bidón. La segunda acción de control que se realizó, consistió en colocar un tubo en el extremo final de la descarga de la bomba, con este adicional implemento, se consiguió introducir la descarga de la bomba totalmente en el interior del bidón y de esta manera se logró que el producto que se estaba descargando burbujeara dentro del mismo contenido sin que tuviera la posibilidad de que los vapores de sosa salgan al ambiente laboral y afecten al trabajador.

Aplicando las medidas de control descritas y con el análisis que se realizó para las determinaciones de la concentración de H₂S, se obtuvieron los datos y se registran en la Tabla 3.22, en esta se determinan que la exposición diaria calculada en las actividades para el trasvase de sosa cáustica gastada en la Refinería de Esmeraldas, son inferiores al valor del TLV-TWA para la concentración de H₂S según lo determinado por la ACGIH cuyo valor es establecido en 1 ppm.

Por lo que se establece que las medidas de control en el medio de difusión aplicadas en cada una de las actividades de trabajo durante el trasvase de sosa cáustica gastada en la Refinería de Esmeraldas resultaron ser eficaces.

Tabla 3.22 Resumen de la exposición diaria a H₂S durante el tiempo de monitorización durante el trasvase de sosa cáustica utilizando medidas de control

| FECHA DE MONITORIZACIÓN | SITIO | ACTIVIDAD | DURACIÓN DE ACTIVIDAD (min) | Exposición diaria H ₂ S (ppm) |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|--|
| 18/01/2014 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 70 | 0,19 |
| 20/02/2014 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 47 | 0,12 |
| 23/02/2014 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 82 | 0,13 |
| 25/02/2014 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 48 | 0,09 |
| 28/02/2014 | Área de residuos de Refinería Esmeraldas | Trasvase de sosa gastada a bidones para gestión externa | 44 | 0,10 |

Los valores numérico de la Tabla 3.22 determinan que la Exposición Diaria calculada en las actividades desarrolladas en la planta de tratamiento de aguas amargas, son inferiores al valor del TLV-TWA para la concentración de H₂S.

La Figura 3.9 muestra gráficamente que los valores registrados para la exposición diaria con las medidas aplicadas están bajo el rango establecido siendo el valor más elevado el correspondiente al que mayor es el tiempo de la actividad de trabajo.

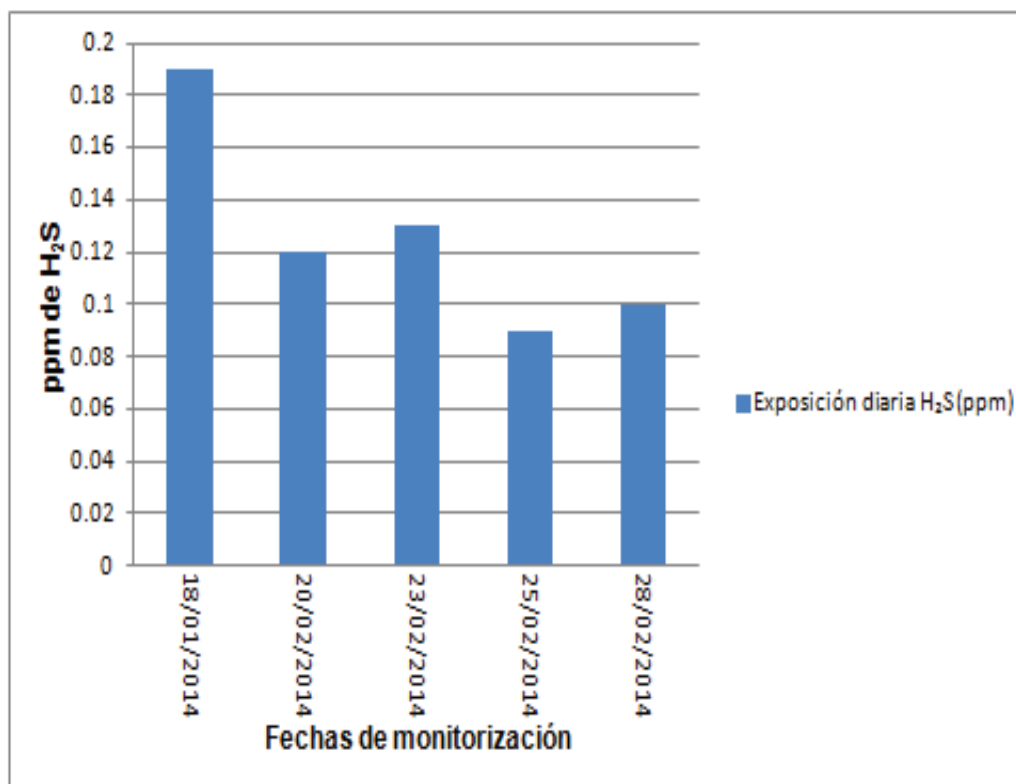


Figura 3.9 Valores de la exposición diaria a H₂S durante el trasvase de sosa cáustica utilizando cortina de agua como medida de control

3.4.2 MEDIDAS DE CONTROL EN EL TRABAJADOR

Esta medida de control se aplicó como última alternativa en las actividades de trabajo en las áreas de investigación. Se pudo evidenciar que el trabajador de las áreas indicadas si utiliza los elementos de protección personal, desde botas con puntera de acero, casco con barbiquejo, guantes de cuero tipo operador, gafas con protección de rayos ultravioleta, mascarillas con filtros para vapores tóxicos, además como política de EP PETROECUADOR, el trabajador debe utilizar el vestuario entregado como dotación y que consta de pantalón y camisa manga larga confeccionado en tela ignífuga y cintas reflectivas, overol de tela ignífuga.

Además cuando uno de estos elementos de protección personal sufre deterioro por cualquier causa, estos son inmediatamente reemplazados con registro documental para que exista la evidencia física de que el trabajador esta de forma permanente protegido, existe además mecanismos de sanción cuando un trabajador incumple en el uso de los elementos de protección.

3.4.3 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL DE TIPO ADMINISTRATIVAS

Adicional a las medidas de control aplicadas en el medio de difusión, se ejecutaron actividades complementarias siempre con el objetivo de reducir la exposición del trabajador a la acción del H₂S en las unidades Merox, planta de tratamiento de aguas amargas y actividades de trasvase de sosa cáustica gastada en la Refinería de Esmeraldas. Estas medidas de control fueron de tipo administrativas ya que con estas no se efectúa modificación de los procesos operativos así como tampoco se requiere instalar equipos o implementos durante la ejecución de las tareas.

3.4.3.1 Capacitación

Se realizó una evaluación al personal que trabaja en cada una de las áreas de estudio; es decir, de la unidad Merox, de la planta de tratamiento de aguas amargas y personal que labora en el área de trasvase de sosa cáustica gastada. Esta evaluación consistió en entregar a cada persona un formato con temas relacionados al área del trabajo y al peligro que conlleva laborar con sustancias químicas que pueda afectar la salud del trabajador. En los temas descritos se describieron: hojas de seguridad de los productos utilizados en cada planta, normativa básica de seguridad y salud, límites de exposición a sustancias peligrosas, control de emergencias.

El formato con el cuestionario para la evaluación que se entregó al trabajador se describe en el anexo III y consta de 10 preguntas con la modalidad de respuesta múltiple para facilitar la comprensión de la persona que se somete a dicha evaluación en cada caseta descrita.

Las evaluaciones se aplicaron a quince trabajadores en diferentes horarios debido a que el personal operativo de la Refinería de Esmeraldas rota en su jornada cada 2 días de labor. Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 3.23:

Tabla 3.23 Resultado de evaluación al personal antes de la capacitación

| Puntaje obtenido | N° de trabajadores | % | % fracción |
|------------------|--------------------|-------|------------|
| 1 | 0 | 0,00 | 87 |
| 2 | 0 | 0,00 | |
| 3 | 0 | 0,00 | |
| 4 | 7 | 46,67 | |
| 5 | 4 | 26,67 | |
| 6 | 2 | 13,33 | |
| 7 | 1 | 6,67 | 13 |
| 8 | 1 | 6,67 | |
| 9 | 0 | 0,00 | |
| 10 | 0 | 0,00 | |
| Total | 15 | | 100 |

Considerando que se requiere como mínimo un puntaje de 7 para aprobar la evaluación, la Tabla 3.23 demuestra que 87 % de los trabajadores obtiene una puntuación menor que 7 y el restante 13 % de los trabajadores obtiene un puntaje superior o igual a lo requerido. Por lo tanto el 87 % de los trabajadores requería ser capacitado por lo que se programó un evento en el área de trabajo y se dictó una charla de capacitación a las personas en temas de Higiene Industrial.

Se entregó a cada trabajador información específica para la identificación de riesgos, el control, la evaluación así como también el manejo de hojas de seguridad de productos peligrosos, normativa de seguridad.

A pesar de que los trabajadores del área están familiarizados con el manejo adecuado de sosa fresca o dietanolamina, se actualizó los conocimientos adquiridos y la interpretación de los MSDS así como también la explicación referente al rombo NFPA 704.

Luego de impartir la capacitación y haber entregado la información técnica respectiva, se realizó una nueva evaluación al personal involucrado respecto a la misma temática y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 3.24 Resultado de evaluación al personal luego de que se impartió la capacitación respectiva

| Puntaje obtenido | No. de trabajadores | % | % fracción |
|------------------|---------------------|-------|------------|
| 1 | 0 | 0,00 | 0 |
| 2 | 0 | 0,00 | |
| 3 | 0 | 0,00 | |
| 4 | 0 | 0,00 | |
| 5 | 0 | 0,00 | |
| 6 | 0 | 0,00 | |
| 7 | 1 | 6,67 | 100 |
| 8 | 9 | 60,00 | |
| 9 | 4 | 26,67 | |
| 10 | 1 | 6,67 | |
| Total | 15 | 100 | 100 |

El análisis anterior determina que el 100 % de los trabajadores superaron el mínimo valor requerido para aprobar la evaluación.

La medida de control administrativa y que corresponde a la capacitación, ha logrado su objetivo y ahora el personal conoce de los riesgos específicos al realizar sus actividades rutinarias en las plantas operativas de estudio.

3.4.3.2 Señalización

Con la realización del mapa de riesgos, la determinación de la exposición diaria del trabajador al H₂S y la aplicación de medidas de control, se incrementó una acción de I adicional y que consistió en colocar señalización.

La colocación de la señalética es responsabilidad de los representantes de la empresa y en EP Petroecuador se va a iniciar un programa de colocación de señales alusivas a la protección contra los riesgos en todas las unidades operativas, en base a la Norma INEN 439 cuyo objetivo básico es prevenir accidentes y peligros en base a colores, señales y símbolos de seguridad.

| Señal de seguridad | Significado |
|---|---|
|  | <p>Cuidado, peligro de intoxicación. Veneno</p> |

Figura 3.10 Pictograma para indicar advertencia
(INEN 439, p. 12)

Para esta actividad, como se trata de un servicio contratado por EP PETROECUADOR Refinería de Esmeraldas, el avance de obra se rige mediante un cronograma establecido y aprobado por la contratante.

Hasta que se ejecuten las acciones de colocación de la señalética para las áreas de estudio y que tienen influencia de H_2S , se han dado el mantenimiento respectivo a anteriores letreros de advertencia que se mantienen colocados en las áreas indicadas pero que permanecían en los sitios sin los cuidados respectivos, es decir limpieza, retiro de objetos que impidan su visualización..

Con el establecimiento de los letreros en las áreas de interés y con la colocación de nuevos letreros distintivos según la normativa ecuatoriana, se demuestra que se ha procedido a hacer uso de este mecanismo de control para los riesgos derivados de la exposición de H_2S .

La Figura 3.11 permanece colocada bajo las líneas aéreas al interior de la planta Catalíticas 1 de la cual la unidad Merox forma parte integrante, el letrero es visual por la parte frontal y posterior para fácil identificación.



Figura 3.11 Letrero indicativo de la presencia del factor de riesgo en la unidad Merox de la Refinería de Esmeraldas

3.5 EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS

En la Tabla 3.25 se detalla los resultados de las evaluaciones a los factores de riesgo en las Unidades Merox, planta de tratamiento de aguas amargas y trasvase de sosa cáustica gastada de la refinería Esmeraldas, antes y después de implantar las medidas de control.

Los valores numéricos representan una disminución de la concentración de H_2S luego de instaurar las medidas pero lo fundamental de la evaluación consiste en que después de aplicar las medidas de control en el medio de transmisión, los valores del factor de riesgo disminuyeron 89,34 % en las unidades Merox, 86,20 % para la planta de tratamiento de aguas amargas y 89,46 % para el trasvase de sosa cáustica gastada.

No se determina una evaluación numérica con la implantación de medidas de control en el receptor. Se evidenció la utilización de elementos de protección personal en los

trabajadores de las Unidades Merox y Planta de Tratamiento de Aguas Amargas de la Refinería de Esmeraldas.

La capacitación en temas referentes a Seguridad y Salud Ocupacional para trabajadores en las áreas de la investigación, fue de utilidad en el concepto de anticiparse a los hechos como medida preventiva.

Tabla 3.25 Comparación entre la evaluación del H₂S antes y después de la aplicación de medidas de control

| Sitio Operativo | Concentración H ₂ S (ppm) | | % de Reducción de valor inicial |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | Antes de implantación de medidas | Después de implantación de medidas | |
| Unidades Merox | 1,164 | 0,124 | 89,34 |
| Planta de Tratamiento de Aguas Amargas | 1,058 | 0,146 | 86,20 |
| Trasvase de sosa cáustica gastada | 1,196 | 0,126 | 89,46 |

3.6 TRATAMIENTO QUÍMICO PARA LA SOSA CÁUSTICA GASTADA A NIVEL EXPERIMENTAL

Como complemento adicional a la investigación, se realizó el tratamiento químico de la sosa gastada. El procedimiento aplicado consistió en determinar la concentración inicial y final en los vapores de la sosa gastada, de la siguiente manera:

- Se midieron 100 ml de muestra de sosa cáustica gastada
- Se adicionaron 50 ml de H₂O₂ de grado reactivo.
- Se adicionó 0,40 g de sulfato de hierro amoniacal
- Se dejó reposar la solución durante una hora
- Se formó un precipitado de color negro, aparentemente sulfuro de sodio y quedó en suspensión un líquido turbio. La fase acuosa se filtró en un lecho con carbón activado.
- Se practicó un lecho filtrante en un tubo metálico de 0,50 m y de 2 pulgadas de diámetro.

- g) Se empacó el tubo con carbón activado y se lavó el lecho con abundante agua hasta que los lavados fueron transparentes.
- h) Se hizo pasar la solución resultante de la reacción y se recogió el filtrado.
- i) Se determinó la concentración puntual en ese instante del H_2S y se reportó el resultado final.



Figura 3.12 Evaluación puntual del H_2S luego de la reacción de sosa gastada con peróxido de hidrógeno

Los resultados del tratamiento de sosa gastada con peróxido de hidrógeno se registran en la Tabla 3.26 en donde se detalla la concentración final del sulfuro de hidrógeno.

Tabla 3.26 Resultados del tratamiento de sosas gastada con peróxido de hidrógeno

| ANTES DEL TRATAMIENTO | |
|--|-------------------------|
| Concentración inicial de H_2S en la sosa cáustica gastada: | 0,28 % |
| pH de la solución inicial | 13,50 |
| Olor inicial | Desagradable |
| Apariencia: | Aceitosa |
| Color | rojizo |
| DESPUES DEL TRATAMIENTO | |
| Concentración final de H_2S en la muestra: | 0,00 ppm |
| pH de la solución final | 13,00 |
| Olor de la solución final | Sin olor |
| Color | Amarillo oscuro |
| Apariencia | Precipitado color negro |

El diagrama del proceso de reacción entre la sosa cáustica gastada y el peróxido de hidrógeno se muestra en la Figura 3.13.

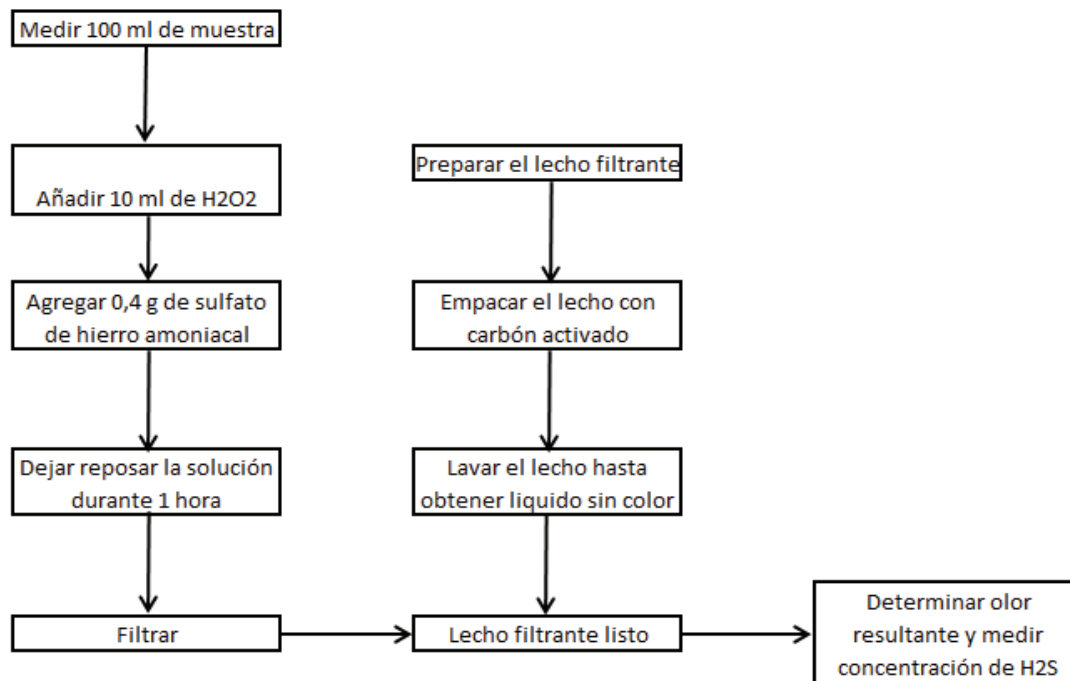


Figura 3.13 Diagrama de flujo para la reacción entre sosa cáustica gastada y H_2O_2

Según los resultados de la prueba de tratamiento de la sosa cáustica gastada mediante H_2O_2 utilizando sulfato de hierro amoniacal, para finalmente filtrar la solución resultante en un lecho de carbón activado, se evidencia que los resultados que se obtuvieron a nivel experimental, fueron satisfactorios. La concentración final del H_2S de 0,00 ppm en el ambiente laboral de la reacción, en comparación con el contenido inicial de H_2S en la muestra indica que es factible realizar el control de la sosa cáustica a nivel experimental.

El inconveniente presentado en esta prueba a más del fuerte olor que presenta la muestra original, considera el que se generó un residuo peligroso y que corresponde al carbón activado para filtrar la solución final resultante del tratamiento, como es de esperar, a la solución acuosa aún con olor desagradable, se le retiró el olor y por tanto contaminó el carbón activado.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se determinaron con una clasificación de Riesgo Importante, las actividades de trabajo a las cuales están expuestos los operadores de las unidades Merox y planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas.
2. El promedio de la concentración de la exposición diaria al H₂S en las unidades Merox es 1,164 ppm valor que supera al TLV-TWA de 1,00 ppm.
3. El promedio de la concentración de la exposición diaria del H₂S en la planta de tratamiento de aguas amargas de la Refinería de Esmeraldas es 1,058 ppm y que supera al TLV-TWA de 1,00 ppm.
4. Las mediciones realizadas y la determinación de la exposición diaria al H₂S para el trasvase de sosa cáustica gastada, estableció el valor promedio de 1,196 ppm y supera al TLV-TWA de 1,00 ppm.
5. La aplicación de medida de control; es decir, la colocación de la parrilla de difusión de aire, permitió controlar el riesgo químico en las unidades de estudio. En las unidades Merox, el promedio de la exposición diaria disminuyó a 0,124 ppm y equivale al 89,34 % de reducción. Para la planta de tratamiento de aguas amargas se redujo a 0,146 ppm y que representa el 86,20 % de reducción en tanto que para el trasvase de sosa cáustica se redujo a 0,126 ppm y que equivale al 89,46 %.
6. El tratamiento químico para la sosa cáustica gastada es aplicable siempre y cuando las condiciones operativas y disponibilidad de reactivos y equipos sea el adecuado y se tenga disponible.

7. La aplicación del mecanismo de control para los riesgos químicos que se utilizó en esta investigación resultó ser eficaz según lo demuestran los resultados.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Instalar difusores de aire permanente conectados directamente a la línea de servicios auxiliares disponibles en la planta industrial próximos a los sitios de muestreo, control de variables de operación, preparación de químicos para las unidades Merox y planta de tratamiento de aguas amargas.
2. Realizar estudios de control de exposición laboral a H₂S en el resto de unidades operativas donde se generen corrientes con alto contenido de compuestos de azufre.
3. Realizar estudios de factibilidad para la instalación de una planta piloto de tratamiento de sosa cáustica gastada en la Refinería de Esmeraldas que permita gestionar este tipo de residuos.
4. Establecer programas de capacitación a todo el personal de la Refinería de Esmeraldas respecto a los riesgos existentes en los puestos de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade, C. (2010). *Gestión de seguridad y salud en la construcción de edificaciones*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
2. Aníbal, C. (2005). *La salud de los trabajadores*. Texas: University of Texas.
3. Arocha, J. y Macías, B. (1996). *Salud pública y educación para la salud*. Barcelona: Masson.
4. Beck, U. (2007). *La sociedad del riesgo mundial: En busca de la seguridad perdida*. Barcelona: Paidós Iberia.
5. Carrasco, S. (2000). *Tratado de emergencias médicas*. Madrid: Aran Ediciones.
6. Castro, K. (2010). *Establecimiento de la estrategia y metodología de muestreo ambiental de agentes químicos para la determinación de la exposición laboral de los trabajadores de una refinería del área Andina. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de maestría en seguridad salud y ambiente)*. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
7. Chila, K. (2007). *Evaluación del contenido de azufre en las cargas y corrientes de procesos de la refinería de Esmeraldas. Almacenamiento de crudo*. Quito, Pichincha, Ecuador. Universidad Tecnológica Industrial.
8. Comellas, P. Serra, R. Campi, J. y Gallén, P. (2010). *Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria*. Recuperado de http://www.aetox.es/wp-content/uploads/2012/02/Guia_sustitucion_Agentes_Quimicos.pdf (Marzo, 2014).
9. Consejo Consultivo Laboral Andino. (2005). *Normativa Laboral Comunitaria*. San Isidro: Dezain Grafic.
10. Cortéz, J. M. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. Madrid: Tebar.

11. Creus, A. y Mangosio, J. (2011). *Seguridad e Higiene en el Trabajo: Un enfoque integral*. Buenos Aires, Argentina: Alfaomega.
12. Ecopetrol (2012). *Guía para el manejo de la exposición aguda a gases tóxicos H₂S, SO₂ y CO*. Recuperado de <http://contratos.ecopetrol.com.co/Anexos%20de%20Procesos/50017976/ANEXO%2026%20DHSG041.PDF> (Febrero, 2014).
13. EP Petroecuador. (2013). *Informe de Cifras Petroleras*. EP Petroecuador. Recuperado, de <http://www.eppetroecuador.ec/idc/groups/public/documents/archivo/ep002761.pdf>. (Junio, 2014).
14. Falagán, M. Canga, A. Ferrer, P. y Fernández, J. (2000). *Manual Básico de Prevención de riesgos laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Recuperado de <http://www.samst.es/pdf/Publicaciones/MANUAL%20B%C1SICO%20DE%20PREVENCION%20DE%20RIESGOS%20LABORALES.pdf> (Marzo, 2014)
15. Floria, P. (2007). *Gestión de la Higiene Industrial en la empresa*. Recuperado de http://books.google.com.ec/books?id=dXmm_dQ4GdAC&hl=es (Marzo, 2014).
16. Gamboa, R. (2012). *Límites máximos permisibles para exposición de los trabajadores a los agentes químicos y físicos*. Recuperado de http://www.tecdigital.itcr.ac.cr/file/2942093/tarea_1_-_sso_-_rodolfo_gamboa (Julio, 2014).
17. Glynn, H. y Heinke, G. (1999). *Ingeniería ambiental*. México: Prentice Hall.
18. González, J. y Pérez, R. (2011). *Formación y orientación laboral*. Madrid: Paraninfo.
19. González, R. (2003). *Evaluación de la contaminación laboral por gases y aerosoles inorgánicos en áreas de la refinería de petróleo "Nico López"*. Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol5_2_04/rst05204.html (Febrero, 2014).

20. Guerra, E. (2013). *Petróleo y desarrollo sostenible en Ecuador*. Recuperado de <http://www.flacso.org.ec/docs/sfpetroleo.pdf> (Febrero, 2014).
21. Heano, F. (2009). *Condiciones de trabajo y salud: Diagnostico integral*. Madrid: Ecoe.
22. IESS, *Seguro general de riesgos del trabajo*. (1998). Recuperado de <http://www.cip.org.ec/attachments/article/2154/Decreto-Ejecutivo%202393.pdf> (Julio, 2014).
23. INEN, (1984). *Señales y símbolos de seguridad* Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0439.1984.pdf> (Marzo, 2014).
24. INSHT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2012). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción*. Madrid: Ministerio del Empleo y Seguridad Social.
25. ISTAS. *Riesgo químico*. p 3443. (2003). Recuperado de <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=3443>. (Agosto, 2014).
26. Jimenez, F. y Merchant, H. (2003). *Biología celular y molecular*. México: Pearson Education.
27. Lahera, A. (2006). *Diseño tecnológico y proceso de trabajo: Mutaciones organizativas en empresas de ingeniería mecánica*. Texas: University of Texas.
28. Leidinger, O. (1997). *Procesos industriales*. Lima: Fondo
29. Luna, P. (1990). *NTP 406: Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral (I)*. Recuperado de http://www.insht.es/InshtWeb/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_406pdf. (Agosto, 2014).
30. María de Juana, J. (1999). *Energías renovables para el desarrollo*. Barcelona: Paraninfo.

31. Marruecos, L. y Nogué, S. (1993). *Toxicología clínica*. Springer – Verlag: Springer – Verlag Ibérica.
32. Matteini, M. y Moles, A. (2008). *La Química de la Restauración*. Donostía: Merea.
33. Menéndez, F.(2009). *Higiene Industrial: Manual para la formación del especialista*. Valladolid: Lex Nova.
34. Órgano Constitucional de los Estados Unidos. (2000). *Diario oficial de la federación*. Texas: University of Texas.
35. Ministerio de Relaciones Laborales (2013). *Seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado de <http://www.relacioneslaborales.gob.ec/seguridad-en-el-trabajo/> (Julio, 2014).
36. Ministerio de Trabajo y Empleo. *Guía para la elaboración de Reglamentos Internos de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado de <http://www.relacioneslaborales.gob.ec/wp-content/uploads/2013/03/AM-220-Gu%C3%ADa-para-elaboraci%C3%B3n-de-Reglamentos-Internos-de-Seguridad-y-Salud-en-el-Trabajo.pdf> (Julio, 2014).
37. New Jersey Departement of Healt (2012). *Hoja informativa sobre sustancias peligrosas*. Recuperado de <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1017sp.pdf> (Marzo, 2014).
38. Oficina Internacional del Trabajo. (2000). *Las Normas internacionales del trabajo*. Ginebra: OIT.
39. OIT. *La salud y la seguridad en el trabajo, Los productos químicos en el lugar del trabajo*. (año). Recuperado de http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/ciwmain.htm. (Agosto, 2014).
40. Otegui, J. y Rubertis, E. (2008). *Cañerías y recipientes de presión*. Mar del Plata: Eudem.
41. Reyes, J. (2013). *Diseño conceptual de un sistema experto informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboración de nuevas leyes, procedimientos, normas y reglamentos en el Ecuador*. Recuperado

- de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3189/1/T1171-MGD-Reyes-Dise%C3%B1o.pdf> (Julio, 2014).
42. Rodríguez, C. (2003). *Guía didáctica de formación y orientación laboral*. Sevilla: Mad.
43. Rojas, C. (2004). *El desarrollo sustentable: Nuevo paradigma para la administración pública*. Texas: Senado de la República.
44. Rubio, J. (2005). *Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales*. Recuperado de http://books.google.com.ec/books?id=dXmm_dQ4GdAC&pg=PA266&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false (Febrero, 2014).
45. Sánchez, J. y Solá, X. (1989). *NTP: 244 Criterios de valoración en higiene industrial*. Recuperado de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_244.pdf (Febrero, 2014).
46. Valiente, A. (1998). *Problemas de flujo y fluido*. Limusa: University of Texas.
47. Voltarel, L. (2013). *NFPA 1981: Norma para equipos respiratorios auto-contenidos de circuito abierto para servicios de emergencia*. Recuperado de http://www.bomberosra.org.ar/noticias/noticias_secciones.php?p_idnoticia=103&seccion=Notas%20Tecnicas (Marzo, 2014).

ANEXOS

ANEXO II

DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DIARIA DE H₂S A PARTIR DE LOS DATOS DEL ANALIZADOR

Tabla AII.1 Ejemplo de realización de tabla para presentar resultado de la exposición diaria

| LECTURA | Promedio | t (h) | C x t | LECTURA | Promedio | t(h) | C x t |
|---------|----------|-------|-------|---------|----------|------|-------|
| 17,2 | 16,17 | 0,02 | 0,27 | 15,7 | 16,23 | 0,02 | 0,27 |
| 14,5 | | | | 16,1 | | | |
| 16,7 | | | | 16,8 | | | |
| 15,7 | | | | 15,8 | | | |
| 16,1 | | | | 16,2 | | | |
| 16,8 | | | | 16,8 | | | |
| 15,8 | 16,35 | 0,02 | 0,27 | 16,2 | 16,17 | 0,02 | 0,28 |
| 16,7 | | | | 15,7 | | | |
| 16,3 | | | | 16,8 | | | |
| 15,8 | | | | 15,8 | | | |
| 16,8 | | | | 15,8 | | | |
| 16,7 | | | | 16,7 | | | |
| 15,7 | 16,52 | 0,02 | 0,28 | 16,7 | 16,72 | 0,02 | 0,27 |
| 15,9 | | | | 16,3 | | | |
| 16,7 | | | | 16,9 | | | |
| 16,5 | | | | 16,3 | | | |
| 17,4 | | | | 16,8 | | | |
| 16,9 | | | | 16,7 | | | |
| 16,8 | 16,33 | 0,02 | 0,27 | 16,1 | 16,15 | 0,02 | 0,27 |
| 15,8 | | | | 15,7 | | | |
| 16,7 | | | | 16,8 | | | |
| 16,1 | | | | 15,8 | | | |
| 16,8 | | | | 15,8 | | | |
| 15,8 | | | | 16,7 | | | |
| 16,1 | 16,42 | 0,02 | 0,27 | 16,7 | 16,18 | 0,02 | 0,28 |
| 16,8 | | | | 16,3 | | | |
| 15,8 | | | | 15,7 | | | |
| 16,2 | | | | 16,8 | | | |
| 17,2 | | | | 15,8 | | | |
| 16,4 | | | | 15,8 | | | |

Tabla AII.1 Ejemplo de realización de tabla para presentar resultado de la exposición diaria
(continuación ...)

| | | | | | | | |
|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| 16,8 | 16,62 | 0,02 | 0,28 | 16,7 | 16,62 | 0,02 | 0,27 |
| 16,4 | | | | 16,7 | | | |
| 17,1 | | | | 16,3 | | | |
| 16,4 | | | | 16,9 | | | |
| 16,7 | | | | 16,3 | | | |
| 16,3 | | | | 16,8 | | | |
| 16,4 | 16,28 | 0,02 | 0,27 | 16,7 | 16,22 | 0,02 | 0,27 |
| 16,7 | | | | 15,8 | | | |
| 16,8 | | | | 16,7 | | | |
| 16,3 | | | | 15,6 | | | |
| 15,7 | | | | 15,8 | | | |
| 15,8 | | | | 16,7 | | | |
| 15,2 | 15,97 | 0,02 | 0,27 | 16,7 | 16,22 | 0,02 | 0,27 |
| 16,2 | | | | 16,3 | | | |
| 15,7 | | | | 16,7 | | | |
| 16,1 | | | | 15,6 | | | |
| 16,8 | | | | 16,3 | | | |
| 15,8 | | | | 15,7 | | | |
| 15,6 | 16,15 | 0,02 | 0,27 | 16,7 | 16,22 | 0,02 | 0,28 |
| 16,3 | | | | 15,8 | | | |
| 15,7 | | | | 16,7 | | | |
| 16,8 | | | | 15,7 | | | |
| 15,8 | | | | 16,1 | | | |
| 16,7 | | | | 16,3 | | | |
| 16,7 | 16,13 | 0,02 | 0,27 | 16,7 | 16,60 | 0,02 | 0,28 |
| 16,3 | | | | 16,7 | | | |
| 15,6 | | | | 16,7 | | | |
| 16,8 | | | | 16,3 | | | |
| 15,8 | | | | 16,9 | | | |
| 15,6 | | | | 16,3 | | | |
| 16,3 | 16,13 | 0,02 | 0,27 | 16,9 | 16,70 | 0,02 | 0,27 |
| 15,7 | | | | 16,3 | | | |
| 16,7 | | | | 16,7 | | | |
| 16,2 | | | | 16,7 | | | |
| 15,6 | | | | 16,9 | | | |
| 16,3 | | | | 16,7 | | | |

Tabla AII.1 Ejemplo de realización de tabla para presentar resultado de la exposición diaria
(continuación ...)

| | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| 15,7 | 16,17 | 0,02 | 0,27 | 15,7 | 16,02 | 0,02 | 0,27 |
| 16,8 | | | | 16,1 | | | |
| 15,8 | | | | 15,8 | | | |
| 16,8 | | | | 16,7 | | | |
| 15,6 | | | | 15,7 | | | |
| 16,3 | | | | 16,1 | | | |
| 15,7 | 16,03 | 0,02 | 0,27 | 16,3 | 16,15 | 0,02 | 0,28 |
| 16,1 | | | | 15,7 | | | |
| 16,8 | | | | 16,7 | | | |
| 15,8 | | | | 15,8 | | | |
| 16,2 | | | | 16,7 | | | |
| 15,6 | | | | 15,7 | | | |
| 16,3 | 16,13 | 0,02 | 0,27 | 16,1 | 16,57 | 0,02 | 0,27 |
| 15,7 | | | | 16,9 | | | |
| 16,2 | | | | 16,8 | | | |
| 16,7 | | | | 16,7 | | | |
| 15,6 | | | | 16,8 | | | |
| 16,3 | | | | 16,1 | | | |
| 15,7 | 16,30 | 0,02 | 0,27 | 15,7 | 16,28 | 0,02 | 0,27 |
| 16,2 | | | | 16,3 | | | |
| 17,2 | | | | 16,3 | | | |
| 16,1 | | | | 16,4 | | | |
| 16,8 | | | | 16,7 | | | |
| 15,8 | | | | 16,3 | | | |
| 15,6 | 16,15 | 0,02 | 0,27 | 16,2 | 15,97 | 0,02 | 0,27 |
| 16,3 | | | | 16,7 | | | |
| 15,7 | | | | 15,7 | | | |
| 16,8 | | | | 16,1 | | | |
| 15,8 | | | | 15,8 | | | |
| 16,7 | | | | 15,3 | | | |
| Suma | | | | | | | 8,68 |
| Relación a ocho horas de trabajo | | | | | | | 8,00 |
| Exposición diaria | | | | | | | 1,08 |

ANEXO III

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL GRADO DE CONOCIMIENTO DE HIGIENE INDUSTRIAL DE LOS TRABAJADORES DEL AREA DE INVESTIGACION

1. Considera usted que el sulfuro de hidrógeno es soluble en agua?

Muy soluble

Medianamente soluble

Insoluble

2. Sabe usted de un organismo nacional o internacional que establezca los valores máximos permitidos para sustancias químicas?

FIFA

ACGIH

UNESCO

3. Conoce usted cual es el valor del TLV-TWA para el sulfuro de hidrógeno según la ACGIH?

100 ppm

10 ppm

1 ppm

4. Que entiende usted por peligro y riesgo

Peligro, cualquier factor con capacidad de generar daño; riesgo es la posibilidad de que se materialice el peligro

Riesgo, cualquier factor con capacidad de generar daño; peligro es la posibilidad de que se materialice el riesgo

Ninguna de las anteriores

5. Qué organismo del estado ecuatoriano establece los lineamientos para elaborar una matriz de riesgos?

Secretaría Nacional de Riesgos
 Ministerio de Relaciones Laborales
 911

6. Que entiende usted por Higiene Industrial?

Rama de la seguridad industrial encargada de ejecutar lineamientos para evitar enfermedades profesionales

Mantener limpios y ordenados los locales industriales

Ninguna de las anteriores

7. Conoce usted como se controlan los riesgos en la fuente emisora?

Aislando el riesgo

Dotando de buenos elementos de protección personal al trabajador

Capacitando a los trabajadores

8. Que es el rombo NFPA 704

Figura que nos permite conocer los riesgos de una sustancia peligrosa

Figura utilizada por los bomberos para determinar el tipo de espuma que se debe utilizar en un incendio

Figura que permite conocer al médico que medidas de control debe utilizar para evitar contacto con virus

9. En qué orden controlaría usted el riesgo en primera instancia?

FOCO EMISOR → TRABAJADOR → MEDIO DE TRANSMISION

MEDIO DE TRANSMISION → FOCO EMISOR → TRABAJADOR

FOCO EMISOR → MEDIO DE TRANSMISION → TRABAJADOR

10. Como se elimina la sosa cáustica gastada que se produce en refinería de Esmeraldas?

Neutralizando la sosa con ácido clorhídrico y enviando a Efluentes

Neutralizando la sosa con ácido sulfúrico y enviando a la desaladora

Exportando a plantas químicas por medio de un gestor calificado.