



## Evaluación de riesgos químicos por isómeros de dimetil benceno en pintores

### *Assessment chemical risks by dimethyl benzene isomers in paints*

Edgar Tarquino Machado-Miranda, Marcelo Antonio Jácome-Valdéz, Doris Lisbeth Mosquera-Guanoluisa, Ana María Pilco-Salazar

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
Correo electrónico: [etmachadom@yahoo.com](mailto:etmachadom@yahoo.com), [mjacome@esepoch.edu.ec](mailto:mjacome@esepoch.edu.ec),  
[dorismosquera@hotmail.es](mailto:dorismosquera@hotmail.es), [any\\_pilcosalazar@hotmail.com](mailto:any_pilcosalazar@hotmail.com)

Recibido: 30 de marzo del 2017

Aprobado: 26 de abril del 2019

#### RESUMEN

Se analizan los riesgos químicos producidos por los compuestos orgánicos volátiles en las actividades de pintura de alto tráfico del Municipio de Ambato, ubicado en Ecuador. El objetivo fue evaluar los riesgos químicos por isómeros de dimetil benceno y su incidencia en la salud de los pintores para disminuir la exposición de los trabajadores ante el riesgo mencionado. Se contempló el uso de la teoría de evaluación del riesgo químico en base a los límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales y utilizando el concepto del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional para determinar la dosis de exposición. Se emplearon los siguientes métodos: cuestionario, observación e investigación bibliográfica documental. Se obtuvo que la dosis es aditiva, se obtuvo 1,75 valor por encima al límite permisible para el ser humano que es 1, lo cual conlleva a que se generen enfermedades graves y el índice de morbilidad sea alto.

**Palabras Clave:** evaluación de riesgo químico, dimetil benceno, pintores.

#### ABSTRACT

*This research was focused on the analysis and chemical risks assessment caused by volatile organic compounds in high traffic painting activities on Ambato Municipality. The objective was to assess chemical risks by isomers of dimethyl benzene and its impact on health of the painters to decrease the workers exposure to the mentioned risk. This research consider the use of the theory of chemical risks assessment based on the maximum acceptable exposure limits in the workplace according to the American Conference of Governmental Industrial Hygienists and using the concept National Institute for Occupational Safety and Health to determine the exposure dose. The following methods were used: questionnaire, observation and bibliographic documentary research. It was obtained that is additive, the value was obtained 1.75, is over the acceptable limit for humans that is 1, which causes serious diseases and the rate of morbidity is high.*

**Keywords:** risks assessment chemical, dimethyl benzene, painters.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El GADMA (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato) realiza proyectos de construcción y mejoramiento vial en la ciudad, cuyas actividades son peligrosas, es decir que los trabajadores están expuestos a todos los factores de riesgo. En la actualidad, todas las empresas manejan algún tipo de producto químico, por lo tanto los trabajadores se exponen al factor de riesgo químico. Los trabajadores del GADMA utilizan la pintura de alto tráfico para señalización horizontal de las vías, debido a la falta de conocimiento básico de los riesgos a los que están expuestos, principalmente en la manipulación de pinturas y disolventes, hace que no utilicen ninguna protección y sean afectados por la emisión de gases como los isómeros de dimetil benceno.

Para la prevención de riesgos laborales existen varias normas nacionales e internacionales en donde se establecen requisitos mínimos que deben reunir las condiciones de trabajo para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores [1]. En el contexto mundial de la promoción de la salud en el trabajo ha ido cambiando desde la conformación de la Organización Internacional del Trabajo OIT y la Organización mundial de Salud (OMS), se observa el avance desde un enfoque tradicional sobre el ambiente físico de trabajo (que atiende a los riesgos físicos, químicos, biológicos y ergonómicos) hacia un enfoque holístico que incorpora los estilos de vida saludable, la cultura organizacional y la vinculación con el medio social [2]. Según análisis de los riesgos en la industria de la construcción se recomienda que en la evaluación de riesgos químicos se debe utilizar la experiencia previa con materiales peligrosos para establecer un precedente y avanzar la investigación con cautela [3]. Se han publicado informes en los que se afirma que los pintores pueden estar expuestos a un mayor riesgo de cáncer de: pulmón, vejiga, estómago, riñón, esófago e intestino grueso y de leucemia si utilizan pinturas que contienen benceno. Pueden contraer demencia presenil como resultado de la exposición a disolventes, además de bronquitis crónica y enfermedades de obstrucción de las vías respiratorias; de neumoconiosis por inhalación de polvo de compuestos químicos; de deficiencia renal; y de daños en el cristalino como resultado de la exposición a disolventes durante períodos prolongados [4]. El vapor del xileno causa irritación ocular, nasal y faríngea, la aspiración de unos pocos milímetros puede causar neumonía química, edema pulmonar y hemorragia, también puede producir depresión del sistema nervioso central [5]. Lo que puede producir enfermedades profesionales, las cuales son todas aquellas patologías crónicas producidas por los factores de riesgo físicos, químicos o biológicos a los que está expuesto el trabajador [6]. En evaluaciones de riesgos químicos se ha encontrado que existe alto riesgo en la manipulación de sustancias químicas que pueden causar cáncer, defectos genéticos, perjudicar la fertilidad y además con un alto grado de volatilidad [7]. En el análisis de irritantes químicos el 64% de los participantes reportaron que respiraban sustancias químicas, el 41% tenían silbidos en el pecho y el 13% reportaron bronquitis crónica [8]. En cuanto a la evaluación de riesgos hacia los trabajadores y la comunidad por posibles liberaciones accidentales de gases peligrosos se ha determinado un riesgo moderado y bajo, lo cual sirve de base para el desarrollo de los planes de prevención [9]. Según los resultados obtenidos, se puede concluir la existencia de riesgo por exposición a disolventes orgánicos de los trabajadores dedicados a la transformación de la madera, por contacto con sustancias a base de benceno, tolueno y xileno; tales como thinner, formol, barnices, pinturas, laca, entre otros. Las manifestaciones de salud observadas y expresadas por los trabajadores coinciden con los efectos al riesgo por exposición a los disolventes orgánicos, referidos ya por múltiples autores en estudios sobre el tema [10]. Finalmente resultados de investigaciones han determinado que no es suficiente el entrenamiento de los operarios y el conocimiento de los riesgos sino que existen elementos que producen un déficit ejecutivo que conlleva al acto irresponsable de no protección, principalmente el problema se encuentra en la evaluación de componentes meta cognitivos, los cuales deben ser incluidos en el proceso de selección de personal [11].

No se tienen referencias del desarrollo de una evaluación de riesgos químicos por isómeros de dimetil benceno a trabajadores de pintura de alto tráfico y menos aún en el GAD Municipalidad de Ambato, por lo que el presente estudio es referente para actividades similares en cualquier tipo de empresa, en donde la gerencia debe saber exactamente que se quiere hacer con los empleados y luego cuidar que lo hagan de la mejor manera y la más barata [12].

El riesgo constituye la posibilidad general de que ocurra algo no deseado, mientras que el factor de riesgo actúa como la circunstancia desencadenante, por lo cual es necesario que ambos ocurran en un lugar y un momento determinados, para que dejen de ser una opción y se concreten en afecciones al trabajador [13]. En cambio el factor de riesgo químico es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética, como la pintura que durante el manejo,

## EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR ISÓMEROS DE DIMETIL BENCENO EN PINTORES

transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas[14].

Los riesgos en las operaciones de pintado provienen básicamente de la inhalación de polvos, aerosoles, gases y vapores, del contacto de la piel con las pinturas y los disolventes, así como de la posible ingestión de los mismos, afectando directa o indirectamente a diversos órganos una vez absorbidos[15]. De los cuales el más representativo es el riesgo por inhalación.

Es necesario conocer y evaluar los riesgos derivados del uso o de la exposición a pinturas para garantizar un buen estado de seguridad y salud de los trabajadores, así, en función de las condiciones de trabajo y de los resultados de la evaluación del riesgo, se aplican las medidas de prevención o protección necesarias[16]. La evaluación del riesgo de los productos químicos peligrosos tiene por objeto determinar la probabilidad de que una sustancia produzca daño para las personas o para el medio ambiente, lo que sirve de base para la elaboración del plan de prevención, en donde se deben establecer las medidas a adoptarse para reducir los riesgos químicos desde el transporte, almacenamiento, uso y finalmente su tratamiento como residuo. En el modelo organizativo que ahora se plantea las funciones correspondientes a la seguridad se transfieren de forma directa a la línea jerárquica de la empresa que es en definitiva la responsable de la organización y desarrollo del trabajo en la misma[17]. La gestión de la prevención tiene que integrarse entre las actividades habituales de la empresa, debe existir un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales que facilite cumplir las leyes y proteger la integridad física y la salud de los trabajadores [18].

Cada enfermedad del tipo que sea debe quedar registrada en una tabla llamada índice de morbilidad, tabla que será reportada ante el IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) a su unidad técnica o a la entidad reguladora de cada país. Lo importante es analizar estos índices para reducir la frecuencia de aparición de enfermedades o reducir el número de afectados como un indicativo de la gestión realizada.

Un entorno de trabajo saludable, es un lugar donde todos trabajan unidos para alcanzar una visión conjunta de salud y bienestar para los empleados y la comunidad, esto proporciona a todos los miembros de la fuerza de trabajo, condiciones físicas, psicológicas, sociales y organizacionales que protegen y promueven la salud y la seguridad [19]. Teniendo en cuenta que un trabajador con buena salud y desenvolviéndose en un ambiente laboral adecuado es un aporte de mayor rendimiento y seguridad.

Luego de la recolección de los datos iniciales se procede a la medición, que consiste en observar y registrar minuciosamente todo aquello que en el objeto de estudio seleccionado y de acuerdo con la teoría, sea relevante. Se realiza la evaluación del riesgo químico por isómeros de dimetil benceno, de forma práctica ya que se lo hace con ayuda del equipo para realizar las mediciones en campo como es el IBRID MX6 (con certificado de calibración actualizado), y de forma teórica ya que se cuenta con la información suficiente de la sistemática para la evaluación higiénica del riesgo químico del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Además del método analítico 1501 de NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional), donde se establece que si se puede realizar las mediciones en campo con el equipo mencionado. Por último se compara la dosis obtenida con los TLVs (valor umbral límite) de la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales). Mediante ésta investigación se obtienen datos estadísticos con los cuales se determinan los niveles de exposición permisibles. El índice de morbilidad determina la mayor frecuencia de que ocurra una enfermedad de tipo afecciones respiratorias. Según la matriz de riesgos, el factor de riesgo químico es intolerable. Se obtiene la dosis de exposición que está por encima de los límites permisibles de los trabajadores. Al realizar una correcta evaluación de los riesgos químicos, con personal calificado e instrumentos certificados, se debe impartir el conocimiento y concientizar adecuadamente a los trabajadores para reducir de forma considerable la afectación de su salud.

El establecimiento de medidas preventivas ante riesgos químicos, sobre la exposición a isómeros de dimetil benceno dirigidos a empleados de pintura de alto tráfico del GAD Municipalidad de Ambato, son de vital importancia ya que además de mejorar la calidad de vida, contribuirán a la ampliación y mejoramiento del desempeño laboral y de la productividad; puesto que el personal involucrado con mejor salud, realiza un trabajo eficiente y efectivo.

## II. MÉTODOS

En el presente estudio se utilizó la investigación bibliográfica documental, de acuerdo a las variables determinadas, los resultados de la misma nos garantizan la veracidad de la

**E. T . MACHADO-MIRANDA, M. A. JÁCOME-VALDÉZ, D. L. MOSQUERA-GUANOLUISA, A. M. PILCO-SALAZAR**

investigación. Esto ayudó a tomar conocimientos de investigaciones similares y también a no repetir investigaciones ya profundizadas hasta la saciedad. La observación permitió recolectar datos directamente con los trabajadores de pintura de alto tráfico, evidenciando los riesgos que se encuentran expuestos; fue estructurada ya que se planificó la toma de datos en el proceso de manipulación de químicos y la exposición de los trabajadores, para lo cual se utilizó como ayuda una cámara fotográfica. Siendo el cuestionario una técnica aplicable y menos costosa, por lo tanto se la utilizó como ayuda para la investigación. La utilidad del cuestionario es importante ya que se evaluó a todo el personal y se obtuvo un criterio del nivel de conocimiento que tienen los trabajadores.

Mediante la investigación de campo se realizaron mediciones de los niveles de contaminantes químicos en la actividad de pintura de alto tráfico y se obtuvieron datos para calcular la dosis de exposición, garantizando así la obtención de elementos de juicio. La investigación se realizó en el área de pintura de alto tráfico del GAD Municipalidad de Ambato donde laboraban 10 servidores públicos, se utilizó toda la población. El equipo de medición que se utilizó es el monitor de gases múltiples MX6 como se observa en la figura 1, cumple con normativas según datos del manual, es la nueva generación de equipos de *Industrial Scientific Corporation* para los instrumentos de supervisión de múltiples gases, manuales y acoplables. Incluye hasta cinco sensores con compensación de temperatura para controlar hasta seis gases ambientales en todo el intervalo de temperatura del instrumento. La opción de sensor PID determina 116 compuestos orgánicos distintos. Este equipo dispone de bomba de succión. Cuenta con alarmas visuales STEL, TWA, monitor LCD de lectura directa, puerto de comunicaciones IR y software para descarga de distintas sesiones y eventos simultáneos.



*Fig. 1. Medidor de Compuestos Orgánicos Volátiles IBRID MX 6*

Luego de realizado las mediciones, se bajó los datos a la computadora, se realizó el análisis y la evaluación de los resultados estadísticos y se siguió el siguiente orden:

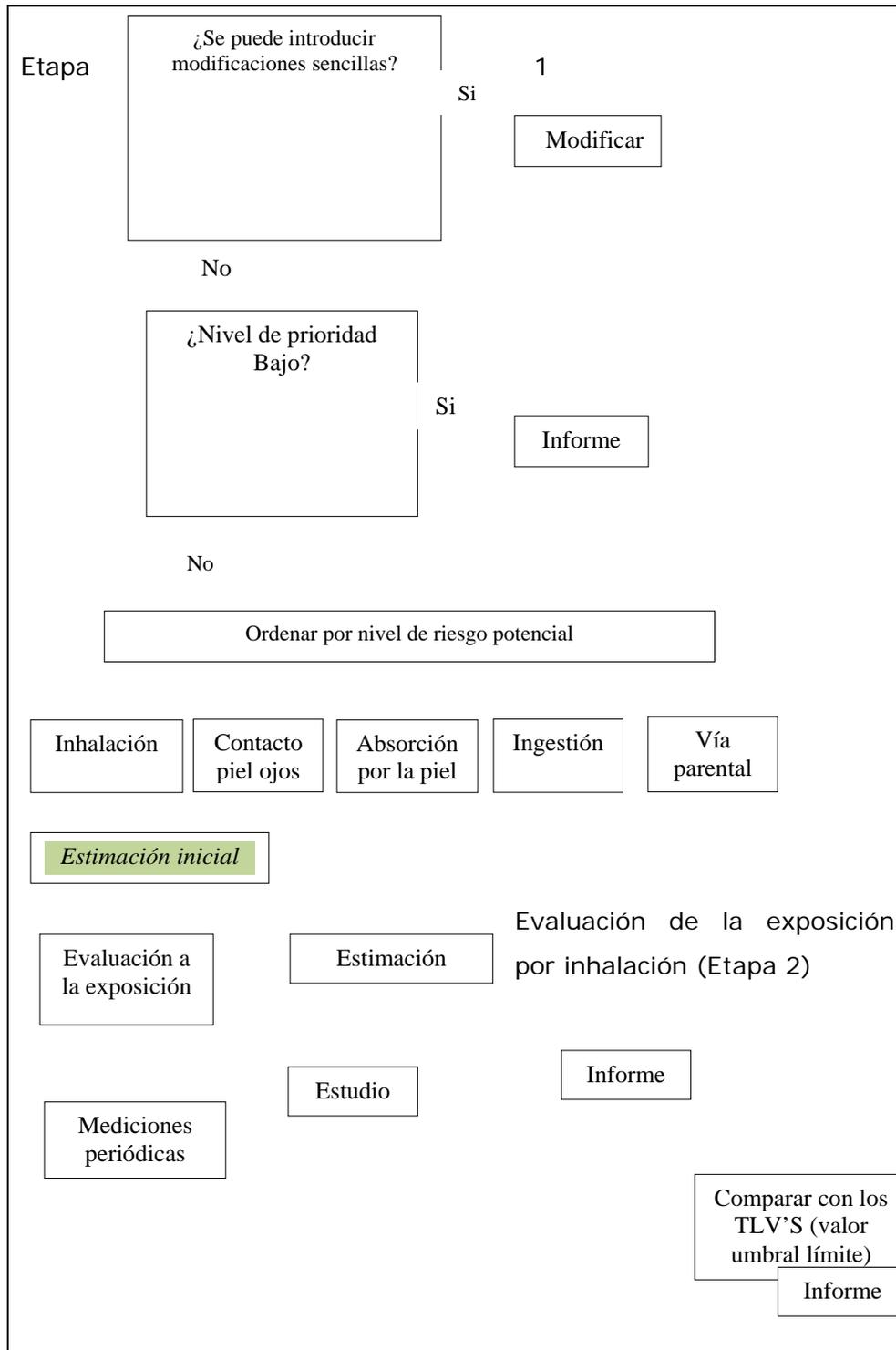
- A. Se utilizó el programa del tipo hoja de cálculo para almacenar los resultados.
- B. Se realizó el cuadro de los índices de morbilidad según los exámenes de los trabajadores.
- C. Se actualizó la matriz de riesgos del área donde se desarrolla la investigación.
- D. Se interpretaron los resultados con ayuda de un experto (Tutor).
- E. Se comprobó la hipótesis luego de obtener los datos de la evaluación, según el método Chi-cuadrado.
- F. Se estableció conclusiones y recomendaciones: Las conclusiones se obtienen en función del cumplimiento de los objetivos específicos, para cada conclusión existe una recomendación.

### **Metodología de evaluación de riesgo químico**

La investigación se realizó tomando como base la evaluación de la exposición al riesgo químico por inhalación, que es el nivel de riesgo potencial con más afectación a los trabajadores. Se trata de una secuencia planteada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, como se indica en la figura 2, que nos detalla las 2 primeras etapas a seguir desde las mediciones, realización de cálculos, comparación de la dosis con los TLVs y presentación de informe final. En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad; constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa [20].

### **Jerarquización de los riesgos**

## EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR ISÓMEROS DE DIMETIL BENCENO EN PINTORES



**Figura 2.** Jerarquización de Riesgo y Evaluación de la Exposición por Inhalación

**FUENTE: INSHT (2010)**

### Preparación del equipo de medición (Etapa 3)

Calibrar el MX 6 con Isobutano 10 ppm. Encender el monitor y bomba. Comprobar el estado de la bomba bloqueando la succión. Determinar el factor de respuesta. Configurar el intervalo de medición. Determinar el tipo de sensor. Encerar el sensor. Crear un evento nuevo. Escoger pantalla. Empezar la medición.

### Medición de concentración del contaminante por puesto de trabajo (Etapa 4)

Medir concentración por sustancia según muestreo: Ci en ppm. (Concentración del contaminante en partes por millón)

### Realizar cálculos (Etapa 5)

**Determinación de la Concentración promedio por puesto C:**

**E. T. MACHADO-MIRANDA, M. A. JÁCOME-VALDÉZ, D. L. MOSQUERA-GUANOLUISA, A. M. PILCO-SALAZAR**

$c_i$  = concentración del contaminante;  $t_i$  = tiempo de exposición; **TLV-TWA** = Valor Umbral Límite.

- Calcular la Concentración promedio por puesto **C** con la ecuación

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{i=\infty} C_i * t_i}{\sum_{i=1}^{i=\infty} t_i} \text{Ecuación 1}$$

- Calcular la Concentración de exposición diaria **C<sub>8</sub>** con la ecuación

$$C_8 = \frac{\sum_{i=1}^{i=\infty} C_i * t_i}{8} \text{Ecuación 2}$$

- Calcular la Dosis de Concentración con la ecuación

$$D = \frac{C_8}{TLVTWA} \text{Ecuación 3}$$

**Desarrollo del informe especializado de evaluación de riesgo químico por inhalación (Etapa 6)**

Realizar el informe de evaluación por exposición a Sustancias Químicas por puesto de trabajo, analizando los valores de Dosis.

Presentar informe a Gerencia y adjuntar documentos habilitantes.

**Cálculo de la media estimada (determinación de errores)**

Es el valor más probable de la media de la concentración (media aritmética). El cálculo se lo realizó según los siguientes pasos:

- Calcular los logaritmos neperianos de "**n**" concentraciones (**c<sub>i</sub>**)

$$\text{logaritmos neperianos} = \ln c_i \text{Ecuación 4}$$

- Calcular  $mL$ , la media aritmética de los  $\ln c_i$ .

$$mL = \frac{\sum \ln c_i}{n} \text{Ecuación 5}$$

- Calcular la desviación estándar,  $sL$ .

$$sL = \sqrt{\frac{\sum (mL - \ln c_i)^2}{n-1}} \text{Ecuación 6}$$

- Calcular la media geométrica,  $MG$ .

$$MG = e^{mL} \text{Ecuación 7}$$

- Calcular la desviación estándar geométrica,  $DSG$ .

$$DSG = e^{sL} \text{Ecuación 8}$$

- Calcular  $\phi$  (constante) conociendo  $DSG$  y el número de muestras.

- Calcular la media estimada.

$$m_{estimada} = MG * \phi \text{Ecuación 9}$$

**Confirmación del tipo de evaluación**

Se determinó la evaluación por inhalación, según UNE-EN 689, dice: "verificar que la exposición sea: por Inhalación, comparable con un Valor límite VL de larga duración, y sea repetitiva". (Sección 5.8). Por lo que el puesto de trabajo analizado cumple con las características mencionadas [21].

**Población y Muestra**

La investigación de campo se realizó en las actividades de pintura de alto tráfico del GAD Municipalidad de Ambato donde laboraban 2 servidores públicos, 2 pintores, 4 ayudantes de pintura y 2 choferes.

Se trabajó con todo el universo, sin que sea necesario sacar muestras representativas, para el caso de aplicación del cuestionario, determinación del índice de morbilidad, actualización de la matriz de riesgos.

**Número de trabajadores a muestrear**

Se determinó el número de trabajadores dentro del concepto de Grupo de Exposición Homogéneo, según INSHT RIESGO QUÍMICO, **que dice: "El muestreo debe realizarse, al menos, a un trabajador del Grupo de 10"**. Por lo que se tomó a un trabajador para realizar las mediciones de exposición mientras se encontraba desarrollando sus actividades de pintura y se cumplió la normativa [22].

**Tiempo de duración de la muestra**

Se determinó el tiempo de duración de la muestra, según INSHT RIESGO QUÍMICO, que dice: "A de periodo completo, con una muestra única". Por lo que se escogió un periodo de exposición completo por contaminante. Tres réplicas por puesto para disminuir la incertidumbre y obtener un mejor promedio [22].

**III. RESULTADOS**

## EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR ISÓMEROS DE DIMETIL BENCENO EN PINTORES

Mediante la ayuda de un cuestionario se realizó la confirmación inicial de la exposición de los trabajadores al riesgo químico, como un ejemplo se tiene una pregunta realizada y los resultados detallados como resumen en la tabla 1:

- ¿Ha sufrido alguna afectación respiratoria como consecuencia de su trabajo con las pinturas de alto tráfico?

Sí  No

**Tabla 1.** Afectación respiratoria como consecuencia de su trabajo con las pinturas de alto tráfico

	Cantidad trabajadores	Porcentaje %	Acumulado %
<b>Si</b>	10	100	100
<b>No</b>	0	0	100
<b>Total</b>	10	100	

Se evidencia que todos los trabajadores de pintura de alto tráfico han sufrido afecciones respiratorias, sin embargo esto se respalda en lo posterior con los resultados obtenidos de las mediciones y cálculo de la dosis.

Conjuntamente con técnicos del GAD Municipalidad de Ambato se acudió a campo para actualizar la matriz de riesgos de la Dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad, en el cual se implementó al Departamento de Señalización Vial que no se encontraba considerado, además se determinó al trabajo de pintura de alto tráfico como la actividad en la que los trabajadores están más expuestos al factor de riesgo químico. Los resultados obtenidos en la matriz de riesgos se detallan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Matriz de Riesgos

Información general			Factores de riesgo						
Área / departamento	Proceso analizado	Actividades / tareas del proceso	Factores físicos	Factores mecánicos	Factores químicos	Factores biológicos	Factores ergonómicos	Factores psicosociales	Factores de riesgo por fenómenos naturales
Señalización Vial	Coordinador señalización	Coordina trabajos	Niv: 40 aceptable (mejorar si es posible)	Niv: 50 aceptable (mejorar si es posible)	Niv: 50 aceptable (mejorar si es posible)		Niv: 40 aceptable (mejorar si es posible)	Niv: 40 aceptable (mejorar si es posible)	
	Pintor	Trabajo de pintura en calles	Niv: 150 aceptable con control específico	Niv: 300 aceptable con control específico	Niv: 600 no aceptable con corrección urgente	Niv: 100 aceptable (mejorar si es posible)	Niv: 300 aceptable con control específico	Niv: 200 aceptable con control específico	Niv: 300 aceptable con control específico
	Chofer	Traslado de personal y equipos	Niv: 40 aceptable (mejorar si es posible)	Niv: 300 aceptable con control específico	Niv: 200 aceptable con control específico		Niv: 400 aceptable con control específico	Niv: 150 aceptable con control específico	Niv: 300 aceptable con control específico

### Resultado de evaluación de los COVs (compuestos orgánicos volátiles): isómeros de dimetil benceno

Luego de la encuesta a los pintores sobre las afecciones respiratorias sufridas durante sus labores y con la actualización de la matriz de riesgos, en la que se confirma que el riesgo químico en los

**E. T . MACHADO-MIRANDA, M. A. JÁCOME-VALDÉZ, D. L. MOSQUERA-GUANOLUISA, A. M. PILCO-SALAZAR**

trabajadores no es aceptable, por lo que se necesita una corrección urgente. Se procedió a realizar las mediciones individuales de las concentraciones de los isómeros de dimetil benceno(xileno-meta, xileno-orto, xileno-para), con el monitor de gases múltiples MX6, para determinar la dosis de afectación y determinar las medidas de control. En la tabla 3 se encuentran los resultados de las mediciones del xileno-meta.

**Tabla 3. Resultado evaluación de xileno-m en pintor de alto tráfico**

TAREA: PINTURA DE ALTO TRÁFICO  
 Tiempo de exposición: 140 segundos (2,33 min)  
 Número de exposiciones en la jornada: 100  
 Tiempo de la medición: toda la tarea.

<b>Riesgo potencial</b>			
Inhalación.			
□			
<b>MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN</b>			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	3,9	6,2	10
2	93,7	98,1	100,2
3	147	155	162,2
4	126,7	137,8	149,7
5	179,7	190,8	198,5
6	100,5	110,1	106
7	84,8	90,1	88,2
8	96,1	100,3	105,1
9	106,2	113,3	115,9
10	193,1	196,8	200,2
11	341,3	310,3	320,7
12	268,9	280,6	290,6
13	252,6	268,5	256,1
14	218,1	250,4	245,9
□			
<b>CÁLCULOS (TLV TWA= 100 ppm)</b>			
Ci (ppm)	163,58		
C8 (ppm)	79,52		
Dosis	<b>0,80</b>		

La misma evaluación se la realizó para el xileno-o y xileno-p.

El resultado global de la evaluación de COVs (compuestos orgánicos volátiles)se detallaen la tabla 4:

**Tabla 4. Resultado global de la evaluación de COVs**

<i>Puesto</i>	<b>Dosis XILENO-Meta</b>	<b>Dosis XILENO-Orto</b>	<b>Dosis XILENO-Para</b>	<i>Dosis Total</i>
<i>Pintor de alto tráfico</i>	0,80	0,58	0,37	<b>1,75</b>

Debido a que la dosis es aditiva, se observa en la tabla 4 un valor de la dosis total igual a 1,75 por encima de la permitida que es 1, sin embargo se realizó un cálculo de errores con la ayuda de la media estimada. En la tabla 5 se realizó el cálculo de la media estimada para el xileno-m.

**Cálculo de la media estimada (determinación de errores)**

**Tabla 5. Media Estimada XILENO-M (1)**

## EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR ISÓMEROS DE DIMETIL BENCENO EN PINTORES

MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN XILENO-M				
Nº	Ci (ppm)	Ln ci	mL - Ln Ci	(mL - Ln Ci) <sup>2</sup>
1	3,9	1,3610	3,4114	11,6374
2	93,7	4,5401	0,2322	0,0539
3	147	4,9904	-0,2181	0,0476
4	126,7	4,8418	-0,0695	0,0048
5	179,7	5,1913	-0,4189	0,1755
6	100,5	4,6102	0,1622	0,0263
7	84,8	4,4403	0,3321	0,1103
8	96,1	4,5654	0,2070	0,0428
9	106,2	4,6653	0,1070	0,0115
10	193,1	5,2632	-0,4909	0,2409
11	341,3	5,8328	-1,0604	1,1245
12	268,9	5,5943	-0,8220	0,6757
13	252,6	5,5318	-0,7595	0,5768
14	218,1	5,3850	-0,6126	0,3753
Suma		66,8129		15,1033
m <sub>L</sub>		4,7723		
			s <sub>L</sub> <sup>2</sup>	1,1618
			s <sub>L</sub>	1,0779
			MG	118,20
			DSG	2,94
			φ	1,69
			m <sub>estimada</sub>	199,75

La misma evaluación se la realizó para cada medida del xileno-m, xileno-o y xileno-p.

### Comparación entre la concentración promedio y la media estimada de los COVs.

Luego de haber realizado el cálculo de la media estimada de cada medida, se realizó una comparación con la concentración promedio como se indica en la tabla 6.

Tabla 6. Comparación entre la concentración promedios y la media estimada

	XILENO		
	META	ORTO	PARA
<b>Media estimada (ppm)</b>	211,61	107,65	95,2
<b>Concentración promedio (ppm)</b>	163,58	100,06	88,76

Los cálculos para la determinación de la dosis se realizaron con la concentración promedio, como se puede observar la media estimada es superior, que es un valor a favor de la investigación.

### El resultado del índice de morbilidad

Luego de obtener los resultados de los exámenes médicos ocupacionales y de haber realizado el diagnóstico a los trabajadores del GAD Municipalidad de Ambato por parte del departamento médico (Hospital Municipal Nuestra Señora de la Merced de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua), se determinaron los indicadores de morbilidad de acuerdo a la figura 3.

## MORBILIDAD GENERAL AÑO 2014

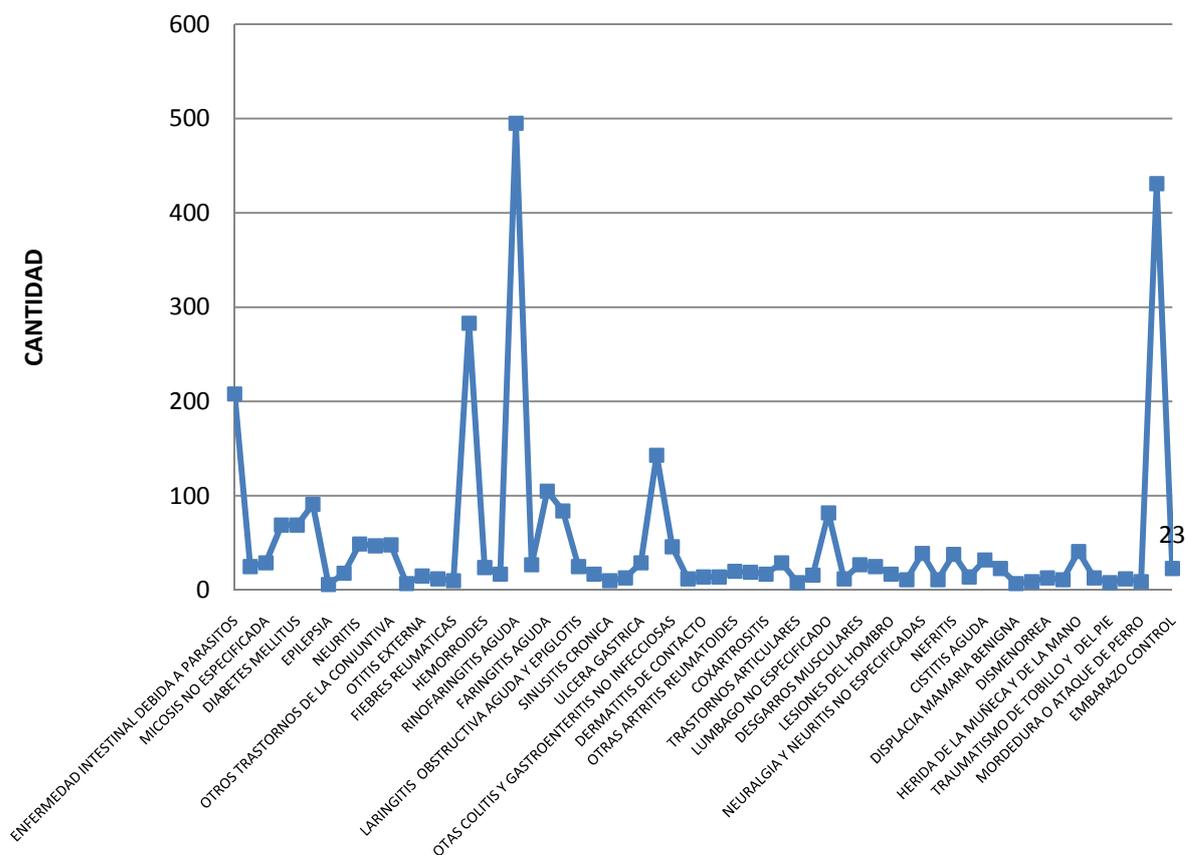


Figura 3. Índice de Morbilidad

### IV. DISCUSIÓN

La población total de la muestra ha sufrido alguna afectación respiratoria como consecuencia de su trabajo con las pinturas de alto tráfico, lo cual se observa con la encuesta a los trabajadores y se confirma en el índice de morbilidad. En el trabajo investigativo de Cobo (2013), menciona a Hanninen y Col., en 1976, compararon 102 pintores de carros quienes habían trabajado por un promedio de 15 años expuestos a mezclas de solventes orgánicos (xileno, nafta, acetona, metilisobutilacetona y tolueno en mayor proporción) a niveles permisibles para esa época, con 102 trabajadores no expuestos; encontrándose en el grupo expuesto una alta frecuencia de fatiga, dificultad para la concentración y trastornos de la atención [23]. En el trabajo investigativo de Palma (2015), hubo diferencias estadísticamente significativas entre la población de pintores expuesta y la no expuesta a solventes en cuanto a los tres metabolitos de benceno, tolueno y xileno [24]. En la matriz de riesgos, la actividad relevante para el estudio es la pintura en la calle (pintura de alto tráfico), en donde la estimación del factor de riesgo químico da 600 y entra en el nivel no aceptable, para lo cual se debe aplicar una corrección urgente ya que es el que más le afecta a los trabajadores. Contrasta con lo que dice Donagi, Aladjem y Schwartz (1998) mencionan que se han publicado informes en los que se afirma que los pintores pueden estar expuestos a un mayor riesgo de cáncer de pulmón, vejiga, estómago, riñón, esófago e intestino grueso y de leucemia si utilizan pinturas que contienen benceno.

En la actividad de Pintura de alto tráfico se determina valores de la Dosis mayores de 1, sobrepasando el límite recomendado por la ACGIH. En el trabajo investigativo de Yedra (2014), sus principales conclusiones son: Según la evaluación de los riesgos químicos en la zona de abastecimiento de combustible del grupo aéreo N° 44 Pastaza del aeropuerto río Amazonas de Shell la dosis total de las sustancias químicas en estudio superan los límites permisibles de los trabajadores, el Benceno tiene una valoración alta (0,85) por lo que se estipula que está al límite de los valores recomendados por la ACGIH (TLV –TWA 10 ppm) [25]. Es decir en investigaciones realizadas ya se ha comprobado que el benceno es uno de los componentes químicos perjudiciales para la salud de los trabajadores, en el caso de la pintura de alto tráfico tenemos los

## EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR ISÓMEROS DE DIMETIL BENCENO EN PINTORES

isómeros de dimetil benceno, que mediante las mediciones se comprueba que la dosis encontrada (1,65) afecta a las personas involucradas en la actividad.

Los valores de la media estimada de cada medida son mayores a los valores promedios que se utilizó para calcular la dosis, es decir si se tomara la media para los cálculos la dosis será mayor, comprobándose que los resultados siguen siendo mayores de 1, es decir por encima de lo recomendado, por lo tanto los resultados se mantienen.

Existe un índice alto de afectaciones a los sistemas respiratorios en el GAD Municipalidad de Ambato, siendo las de mayor prevalencia la rinofaringitis aguda (516 casos), sinusitis aguda (27 casos), faringitis aguda (107 casos), amigdalitis aguda (88 casos), laringitis obstructiva aguda y epiglotis (25 casos), rinitis alérgica (17 casos), sinusitis crónica (10 casos), dentro de los casos detallados tenemos a todos los trabajadores de pintura de alto tráfico que se han atendido por las afectaciones mencionadas.

Contrastando el valor de  $X^2$  valor crítico tabulado = 5,991 con el valor de  $X^2$  calculado=9,71; y según la regla de decisión que establece: se acepta la hipótesis nula si el valor de  $X^2$  calculado es menor al valor  $X^2$  valor crítico tabulado, caso contrario se rechaza:  $9,71 > 5,991$   $X^2$  calculado  $> X^2$  valor crítico tabulado;

Por consiguiente se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) que dice: Con la evaluación de los riesgos químicos se determina la exposición a isómeros de dimetil benceno y sí causa deterioro en la salud de los trabajadores de pintura de alto tráfico del GAD Municipalidad de Ambato.

Así que se debe mejorar el plan de prevención de riesgos con los datos de la evaluación realizada, como por ejemplo en el trabajo investigativo de Corral (2017), recomienda fortalecer y continuar en las charlas sobre el tema de uso de EPP con la finalidad de disminuir el riesgo químico en el área de latonería y pintura [26]. Existen muchas medidas preventivas por implementar, sin embargo cada empresa específica debe considerar qué medidas son adecuadas para sus necesidades y que ofrezcan el mayor beneficio[27].

### V. CONCLUSIONES

1. Los daños en la salud de los trabajadores de pintura de alto tráfico son graves, considerando que no utilizan equipo de protección individual. Los exámenes médicos detallados en el índice de morbilidad de los trabajadores del GAD Municipalidad de Ambato, determina mayor frecuencia de que ocurra una enfermedad de tipo faringitis aguda (100%), amigdalitis aguda (82,24%), sinusitis aguda (25,23%), laringitis obstructiva aguda y epiglotis (23,36%), rinitis alérgica (15,89%), sinusitis crónica (9,35%).
2. Según la matriz de riesgo utilizada, luego de actualizarla en las áreas de pintura de alto tráfico se obtiene que los factores de riesgo que más afectan a los trabajadores son el mecánico y el químico, de los cuales el factor de riesgo químico es calificado como intolerable con una valoración de 600 de acuerdo a la estimación del mismo.
3. Luego del análisis de los riesgos químicos en las actividades de pintura de alto tráfico del GAD Municipalidad de Ambato, la dosis total de los productos químicos en estudio es 1,75 ppm que está por encima de los límites permisibles (1), por lo que la salud de los trabajadores resulta afectada; del análisis el xileno-meta tiene la valoración más alta (0,80), que está al límite de los valores recomendados por la ACGIH (TLV –TWA 100 ppm).
4. El desarrollo de un programa de prevención de compuestos químicos peligrosos según el análisis de los riesgos químicos en las actividades de pintura de alto tráfico permitirá minimizar los daños en la salud de los trabajadores del GAD Municipalidad de Ambato.. 

### VI. REFERENCIAS

1. Cortés Díaz JM. *Marco normativo de la prevención de riesgos laborales* (6a. ed.). Madrid: Editorial Tébar Flores; 2018. ISBN: 978-84-7360- 628- 8, 484p.
2. ARENAS-MASSA, Ángela y RIVEROS-FERRADA, Carolina. Aspectos éticos y jurídicos de la salud ocupacional. *pers.bioét.* [online]. 2017, vol.21, n.1 [citado 2019-04-08], pp.62-77. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-31222017000100062&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-31222017000100062&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0123-3122. <http://dx.doi.org/10.5294/pebi.2017.21.1.5>.
3. DIAZ-SOLER, Beatriz María; MARTINEZ-AIRES, María Dolores y LOPEZ-ALONSO, Mónica. Emerging risk in the construction industry: Recommendations for managing exposure to nanomaterials. *Dyna rev.fac.nac.minas* [online]. 2016, vol.83, n.196 [citado 2019-04-08], pp.48-54. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-)

4. Donagi, A; Aladjem, A y Schwartz, M. *Enciclopedia Salud y Seguridad en el Trabajo OIT: Guía de Profesiones. Pintor*. Madrid, España: Editorial Gestión, 1998.
5. Henao F. *Riesgos químicos* (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones; 2015. ISBN 978-958-771-104-2, 226p.
6. Quintanilla R. *Prevención de riesgos laborales en construcción*. EOCB0108 (2a. ed.). Antequera: IC Editorial; 2018. ISBN: 978-84-9198-302-6, 355p.
7. Marín-Sánchez, Dayana, Montes de Oca-Abella, Odette, González-Díaz, Yudith, EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA POR EL MÉTODO COSSH ESSENTIALS. *Ciencia en su PC [en línea]* 2017, (Julio-Septiembre): [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353026008>>ISSN 1027-2887.
8. LLANQUI GUTIERREZ, Uriel. Irritantes químicos y prevalencia de asma y bronquitis crónica en los trabajadores de los servicios de limpieza de los establecimientos de salud de la región Puno, Perú. *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud [online]*. 2015, vol.47, n.1 [citado 2019-04-08], pp.69-73. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072015000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072015000100009&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0121-0807.
9. SILVA, Adrián; BARRANDEGUY, Margarita y PINCHEIRA, Yenny. Riesgos Hacia los Trabajadores y Comunidad por Liberaciones Accidentales de Gases Densos Peligrosos en la Ciudad de Los Ángeles (Chile). *Cienc Trab. [online]*. 2016, vol.18, n.56 [citado 2019-04-08], pp.81-86. Disponible en: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-24492016000200002&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492016000200002&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0718-2449. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492016000200002>.
10. GONZALEZ RUIZ, Gisela; BAENA DIAZ, Blanca; GOMEZ DOMINGUEZ, Wendy y MERCADO MENDOZA, Yamith. RIESGO DE EXPOSICIÓN A COMPUESTOS QUÍMICOS EN TRABAJADORES DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA. *Hacia promoc. Salud [online]*. 2012, vol.17, n.1 [citado 2019-04-08], pp.105-117. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-75772012000100008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772012000100008&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0121-7577.
11. BONILLA-SANTOS, Jazmín et al. Caracterización del componente ejecutivo en personal operativo vinculado al sector de hidrocarburos. *Rev. ing. univ. Medellín [online]*. 2017, vol.16, n.31 [citado 2019-04-08], pp.219-230. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242017000200219&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242017000200219&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1692-3324. <http://dx.doi.org/10.22395/rium.v16n31a11>.
12. CREUS, A. y MANGOSIO, J. *Seguridad e Higiene en el Trabajo: Un Enfoque Integral. 1ª edición*. Buenos Aires: Alfa-omega Grupo editor Argentino. 2011. 584p.
13. RESTREPO, A., *Clasificación General de Riesgos*. Cali: Publicaciones Heraldo, 1994.
14. HENAO, F. *Condiciones de Trabajo y Salud*. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2009. ISBN de libro impreso 9789586485890. 191p
15. FALAGÁ N, M. *Higiene Industrial: Manual Práctico*. Tomo II. Primera Edición. España: Fundación Luis Fernández Velasco. 2008. ISBN de libro impreso 9788493120238. 727p.
16. AGUILAR, J. et al. *Riesgo Químico: Sistemática para la Evaluación Higiénica*. Madrid. España: INSHT. 2010. ISBN: 978-84-7425-786-1, 242p.
17. Cortés Díaz JM. *Seguridad y salud en el trabajo técnicas de prevención de riesgos laborales* (11a. ed.). Madrid: Editorial Tébar Flores; 2018. ISBN: 978-84-7360-612-7, 860p.
18. Gómez B. *Manual de prevención de riesgos laborales*. Barcelona: Marge Books; 2016. ISBN: 978-84-16171-21-7, 150p.
19. OMS, *Entornos Laborales Saludables: Fundamentos y Modelo de la OMS. Contextualización, Prácticas y Literatura de Apoyo*. [en línea]. 2014[Consulta: 15/11/2014]. Recuperado en: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44466/1/9789243500249\\_spa.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44466/1/9789243500249_spa.pdf?ua=1)>ISBN 978 92 4 350024 9.
20. Pastor A, editor. *Manual de prácticas de seguridad en el trabajo*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz; 2016. ISBN de libro impreso 9788498282696.
21. AENOR, UNE-EN 689. *Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición. Norma Española*, Madrid, 2009.
22. INSHT, *Riesgo Químico. Norma Española*, Madrid, 2010. ISBN: 978-84-7425-810-3.
23. COBO, J. «Caracterización de la exposición a solventes en los preparadores de pintura en una comercializadora de pinturas», [Tesis de maestría]. Quito, Ecuador. Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013. 162p.
24. Palma M, Briceño L, Idrovo ÁJ, Varona M. *Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá*. *Revista Biomédica [en línea]* 2015, 35 [Fecha de consulta: 19 de marzo de 2019] Recuperado en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84340725008>>ISSN 0120-4157.

## EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS POR ISÓMEROS DE DIMETIL BENCENO EN PINTORES

25. Yedra, D. «Los riesgos químicos producidos por compuestos orgánicos volátiles en la zona de abastecimiento de combustible del grupo aéreo n° 44 Pastaza, y su efecto en la salud de los trabajadores del aeropuerto Rio Amazonas de Shell», [Tesis de maestría]. Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 2014. 169p.
26. Corral S. «Diseño de un plan de salud para los factores de riesgos químicos por exposición a vapores de aerosoles en el área de pintura en empresas de servicio técnico en la ciudad de Guayaquil», [Tesis de maestría]. Ecuador. Universidad de Guayaquil. 2017. 73p.
27. Oviedo O, *et al.* *Evaluación de las condiciones de trabajo en empresas manufactureras de la región Caribe colombiana*. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, 2016, No. 81, pp. 73-80, ISSN 0120-6230.