

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Innovación Tecnológica en Talleres de Carrocería**

**TRABAJO ESCRITO**

Que para obtener el GRADO de  
**Maestría en Sustentabilidad**

TODO · LO · ILUMINAN

**Presenta:**

**Luz Selene Quijada Mayorquin**

**Director de Tesis:**

**Dra. Nora Elba Munguía Vega**

**1942**

**HERMOSILLO, SONORA**

**FEBRERO 2016**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess





"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

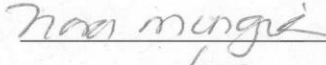
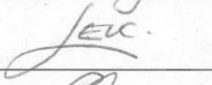

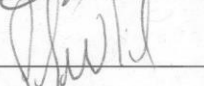
Universidad de Sonora  
División de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Posgrado en Sustentabilidad  
Maestría en Sustentabilidad  
Especialidad en Desarrollo Sustentable

Hermosillo, Sonora a 05 de Febrero del 2016

**Dra. Nora Elba Munguía Vega**  
**Coordinadora de Programa**  
**Maestría en Sustentabilidad**  
**Presente.-**

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el examen de posgrado del alumno (a) Luz Selene Quijada Mayorquín con Expediente 214190030, el cual será el día 05 de Febrero del 2016 en el aula 102, Edificio 5-R a las 18:00 horas.

**Relación de Jurados:**

	<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PRESIDENTE:</b>	Dra. Nora E. Munguía Vega	
<b>SECRETARIO:</b>	Dr. Luis E. Velazquez Contreras	
<b>VOCAL:</b>	Dr. Javier Esquer Peralta	
<b>SUPLENTE:</b>	Dra. Juana Alvarado Ibarra	

**ATENTAMENTE**

**MIEMBROS DEL JURADO**



## RESUMEN

En esta tesis se presentan los resultados relevantes obtenidos de la instalación de un modelo de utilidad en un taller de carrocería de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, construido con el fin de mantener los compuestos orgánicos volátiles (COVs), que resultan durante el proceso de limpieza de la pistola de pintura (PP), lejos de los trabajadores. El modelo de utilidad implementado está basado en un sistema de ventilación local que disminuye el aire contaminado y lo transporta lejos del área de trabajo por medio de extracción mecánica, donde es depurado con la ayuda de filtros metálico y carbón activado granular antes de salir al ambiente. El resultado del estudio reveló una significativa mejora en la calidad del aire en el taller, por lo que la innovación tecnológica supone en la actualidad no solo la oportunidad de mejorar los productos o servicios otorgados por parte de los talleres de carrocería, sino además es un camino para mejorar las condiciones de la calidad del aire en ellos. Los resultados de esta investigación apoyan la toma de decisiones para eliminación de la exposición laboral a los COVs mediante la introducción de tecnologías limpias de baja inversión económica y alto potencial de uso debido a su fácil operación.

## **ABSTRACT**

This work presents the relevant results of the installation of an utility model in an auto body shop in the city of Hermosillo, Sonora, Mexico, built in order to keep the volatile organic compounds (VOCs), present during the cleaning process of the paint gun (PG), away from workers. The utility model implemented is based a system of local exhaust ventilation which reduces air pollution and transports it away from the work area by mechanical extraction, where it is deperate with the help of metal filters and granular activated carbon before exiting the room and out into the environment. The results of the study showed a significant improvement in air quality in the shop, so that technological innovation is today not only the opportunity to improve products or services provided by auto body shops, but it is also a way to improve the air quality in them. The results of this research support the decision to eliminate occupational exposure to VOCs by introducing clean technologies with low economic investment and high potential for use due to its easy operation.

# ÍNDICE

## Índice de Contenido.

<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
<u>I. Introducción</u>	<u>1</u>
<u>II. Objetivo Estratégico</u>	<u>2</u>
<u>III. Objetivos Específicos</u>	<u>2</u>
<u>IV. Análisis Literario</u>	<u>3</u>
<u>    4.1 Innovación Tecnológica en Carrocerías</u>	<u>3</u>
<u>    4.2 Afectación a la Salud por Exposición Ocupacional a los COVS en Carrocerías</u>	<u>5</u>
<u>    4.3 Estado de la Técnica en los Modelos de Utilidad</u>	<u>7</u>
<u>    4.4 Contribuciones de la Innovación Tecnológica en la Mejora de las Condiciones Laborales en Carrocerías</u>	<u>9</u>
<u>V. Metodología</u>	<u>11</u>
<u>    5.1 Tipo de estudio</u>	<u>11</u>
<u>    5.2 Diseño Metodológico</u>	<u>11</u>
<u>    5.3 Alcance</u>	<u>11</u>
<u>    5.4 Preguntas de Investigación</u>	<u>12</u>
<u>    5.5 Objeto de Estudio</u>	<u>12</u>
<u>    5.6 Selección y Tamaño de Muestra</u>	<u>12</u>
<u>    5.7 Instrumentos de Recolección y Manejo de Datos</u>	<u>12</u>
<u>VI. Resultados</u>	<u>13</u>
<u>6.1 Antecedentes y Evaluación de la Situación Actual del Taller de Carrocería</u>	<u>13</u>
<u>6.2 Elaboración del Diseño de Ingeniería del Modelo de Utilidad</u>	<u>22</u>
<u>    6.2.1 Desarrollo del Diseño</u>	<u>22</u>
<u>        6.2.1.1 Cámara de Trabajo</u>	<u>22</u>
<u>        6.2.1.2 Sistema de Ductos</u>	<u>23</u>
<u>            6.2.1.2.1 Filtro Metálico</u>	<u>24</u>
<u>            6.2.1.2.2 Filtro de Carbón Activado Granular</u>	<u>25</u>
<u>            6.2.1.2.3 Extractor</u>	<u>25</u>
<u>6.3 Procedimiento de Medición</u>	<u>27</u>



<a href="#"><u>6.4 Validación de la Eficiencia y Eficacia del Modelo de Utilidad en el Taller</u></a>	<a href="#"><u>27</u></a>
<a href="#"><u>VII. Discusión</u></a>	<a href="#"><u>30</u></a>
<a href="#"><u>VIII. Conclusiones</u></a>	<a href="#"><u>33</u></a>
<a href="#"><u>IX. Recomendaciones</u></a>	<a href="#"><u>34</u></a>
<a href="#"><u>X. Referencias</u></a>	<a href="#"><u>35</u></a>

### Índice de Tablas

<u>Tabla</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
1	Partes que componen la LS-400 Entech & WS-400 Evotech Supernova	14
2	Evaluación de Exposición a los COVs con Modelo de Utilidad Apagado	28
3	Evaluación de Exposición a los COVs con Modelo de Utilidad Encendido	28
4	Resultados de Desempeño del Modelo de Utilidad	28

### Índice de Figuras

<u>Figura</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
1	Concesión de Patentes para las 20 Principales Oficinas de 2012	5
2	Metodología Académica de Diseño	11
3	LS-400 Entech & WS-400 Evotech Supernova	13
4	Paso de Limpieza No. 1	15
5	Paso de Limpieza No. 2	16
6	Paso de Limpieza No. 3	16
7	Paso de Limpieza No. 4	17
8	Paso de Limpieza No. 5	17
9	Paso de Limpieza No. 6	18
10	Paso de Limpieza No. 7	18
11	Paso de Limpieza No. 8	19
12	Paso de Limpieza No. 9	19

13	Paso de Limpieza No. 10	20
14	Paso de Limpieza No. 11	20
15	Paso de Limpieza No. 12	21
16	Paso de Limpieza No. 13	21
17	Cámara de Trabajo	23
18	Sistema de Ductos	24
19	Filtro Metálico	24
20	Filtro de Carbón Activado Granular	25
21	Extractor	26
22	Acomodo Final de los Componentes del Sistema de Ductos	27

### **Índice de Anexos**

<u>Anexo</u>	<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
1	Hoja de Datos de Seguridad R07 Thinner Acrílico No. 40	40

## I. INTRODUCCIÓN

Los talleres de carrocería han sido objeto de varios estudios por parte de investigadores en los países desarrollados, principalmente por la preocupación de los efectos a la salud que la exposición laboral a los COVs pueden ocasionar. A pesar de esto, poca atención se le ha brindado en países en desarrollo como México. En donde además del desconocimiento de los efectos potenciales a la salud que los COVs pueden ocasionar, la falta de recursos económicos para realizar inversiones en tecnología para evitarlos ponen en alto riesgo a los trabajadores.

En este estudio se presentan los resultados relevantes obtenidos de la fabricación de un modelo de utilidad encaminado a disminuir la exposición laboral a los COVs por parte de los trabajadores de talleres de carrocería durante la realización de la limpieza de la pistola de pintura, el cual además de fácil de utilizar, representara una opción económica de implementar para los dueños de los talleres, y para esto se tomó como referencia un taller de carrocería llamado “Bustamante Jr” en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Como primera parte se realizó la justificación del trabajo, en donde se presentan el objetivo general y los objetivos específicos.

Se realizó un análisis literario en donde se investigaron a fondo los temas de innovación tecnológica en carrocerías, la afectación a la salud por exposición ocupacional a los COVs en carrocerías, el estado de la técnica en los modelos de utilidad, así como la contribución de la innovación tecnológica en la mejora de las condiciones laborales en carrocerías.

La metodología utilizada en este estudio es de tipo cuantitativo, ya que se sustenta en procesos de medición y análisis de las variaciones en la cantidad de COVs en el aire del taller de carrocería debido al funcionamiento del modelo de utilidad. Esta metodología es una combinación multidisciplinaria, y esta es desarrollada a través de cuatro etapas principales: Análisis de la necesidad, Diseño conceptual, Diseño detallado y por último Construcción y pruebas.

Los resultados muestran una mejora significativa en la calidad del aire del taller debido al funcionamiento del modelo de utilidad, propiciando una reducción del 59% en la cantidad de COVs generados durante el proceso de limpieza de la pistola de pintura.

## **II. OBJETIVO ESTRATÉGICO**

Coadyuvar a la prevención, reducción y/o eliminación de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) generados en los talleres de carrocería mediante el diseño de un modelo de utilidad.

## **III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un análisis literario sobre el estado del arte referente a los riesgos ocupacionales generados en los talleres de carrocerías, afectaciones a la salud derivados de las exposiciones a los químicos así como de las tecnologías limpias que ayuden mejorar las condiciones laborales en los talleres.
- Elaborar el diseño de ingeniería del modelo de utilidad.
- Construir un prototipo físico del modelo de utilidad .
- Validar la eficiencia y eficacia del modelo de utilidad en un taller de carrocería.

## IV. ANÁLISIS LITERARIO

### 4.1 Innovación Tecnológica en Carrocerías

La Conferencia de la Industria de la Colisión (CIC) define el trabajo de carrocería en dos fases, la primera se completa cuando un panel automotriz que ha sido dañado tiene un acabado libre de imperfecciones en la superficie, y la segunda es el proceso de pintura y acabado del mismo (Albright, 2006); esto difiere de lo que señala Burrow (2004), quien comenta que aunque técnicamente el trabajo dentro de una carrocería sería solamente retirar la pieza dañada y reemplazarla, la situación varía de carrocería en carrocería, ya que algunas se enfocan en la reparación de la pieza dañada y el repintado de la misma, mientras que otras en el reemplazo de la pieza dañada, el pintado y acabado del auto.

Taylor (2000) aclara que las carrocerías pueden ofrecer diversos servicios aparte de la restauración de pintura dependiendo del daño del automóvil, pues podría ser necesario hacer reparaciones eléctricas o mecánicas; por ejemplo, para reemplazar un vidrio roto de una puerta con elevadores eléctricos, donde no solo es necesario cambiar la ventana rota sino también que se mantenga funcionando su condición original, es indispensable un mayor conocimiento tecnológico e innovación para poder cumplir con los requerimientos de manufactura de los autos modernos (Dúbravčík, 2013), ya que en general las técnicas y herramientas que se solían utilizar en décadas pasadas son obsoletas (Loy, 2014).

Por otra parte, autores como Jefferies (2014) señalan que la tecnología y los materiales avanzados con los cuales se están manufacturando los autos actualmente suponen una enorme presión en los dueños de las carrocerías, ya que no solo deben de invertir en herramientas y equipo, sino también en capacitación del personal, con el fin de mantener la competitividad y rentabilidad del negocio en el mercado, pues de lo contrario se enfrentarían a la obsolescencia tecnológica (Klimplová, 2012); sin embargo en países como México se encuentran rezagos en la implementación de innovación tecnológica, principalmente en empresas pequeñas como las carrocerías, debido al desconocimiento y la falta de recursos (Srholec, 2011; Alsanad y Abdel-Razek, 2013; Chen, et al., 2013).

Segun Di Biase (2010), el término innovación es convertir el conocimiento en valor económico, donde la clave está en la observación del problema que se quiere resolver, ya que las soluciones son específicas para cada problema y pueden variar de empresa a empresa; Coakes, et al. (2011) afirman que se requiere capacidad tecnológica y de aprendizaje para que la innovación sea exitosa. Una descripción más completa sobre lo

que es innovación es planteada por Vavra, et al. (2011) quienes comentan que se necesita la integración de los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales de todas las actividades realizadas en una organización o empresa, donde es fundamental el compromiso de los involucrados (Hackett, 2003; Ljungberg, 2005).

Durante el proceso de adopción de innovación tecnológica es necesario realizar investigación que permita elegir la mejor opción para la operación que se desee llevar a cabo e implique una menor generación de impactos (Smith y Crotty, 2008); dicha búsqueda debe ser apoyada por actores sociales que tengan el conocimiento sobre lo que hay actualmente en el mercado (Andersson, et al., 2013), para lo cual deberá hacerse una evaluación sobre el estado del arte en cuanto a la tecnología disponible que mejor se adapte a las operaciones y el problema a resolver (Abbas, et al., 2014).

Ryan (2013) afirma que la tecnología juega un papel primordial en operaciones que representan un alto riesgo para la salud, pues con la ejecución de pequeñas modificaciones o adiciones en los equipos, los cuales en la mayoría de los casos no representan una fuerte inversión y que no necesariamente implican cambios de gran significancia o complejidad en implementación, se logra una considerable reducción del impacto directo sobre el trabajador (Edwards y Holt, 2011); en esta categoría de innovación se catalogan a los modelos de utilidad (Brynjolfsson, et al., 2010).

Según el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (*IMPI*) se pueden definir como modelos de utilidad aquellos “objetos, utensilios, aparatos o herramientas que como resultado de un cambio en su disposición, configuración, estructura o forma presentan una función distinta respecto a las partes que lo integran o ventajas en su utilidad, siempre y cuando cumplan con los requisitos de novedad y aplicación industrial” (IMPI, 2013); Valderrama (2000) afirma que el modelo de utilidad agrupa bajo su concepto invenciones menores sobre las cuales existe interés de protección. En pequeñas empresas como son los talleres de carrocería, los modelos de utilidad son la mejor opción a elegir cuando de innovación tecnológica se trata (Treto, 2005), pues mediante la modificación de algunos equipos se logran resultados satisfactorios, que a su vez son de bajo costo de implementación (Xibao, 2006; Caldwell, 2012; Mendoza, et al., 2013).

A pesar de los beneficios que los modelos de utilidad representan en países en desarrollo el registro de estos es muy bajo (Fritzsche y Geiger, 2011); en el 2012 quienes realizaron registros en México fueron en su mayoría no residentes (WIPO, 2013).

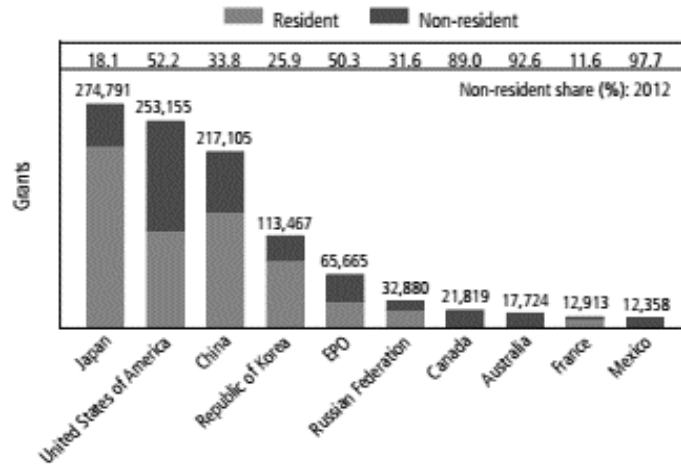


Figura 1. Concesión de Patentes para las 20 Principales Oficinas de 2012

Fuente: WIPO (2013)

Los empleados de los talleres de carrocería al trabajar en un medio seguro deben ser capaces de realizar sus asignaciones sin importar el riesgo que estas puedan representar (Haynes, et al., 2007). Bajo este contexto, Kello (2012) señala que de manera conjunta la seguridad en el trabajo y la innovación tecnológica deben mantener la visión de un ambiente laboral libre de riesgos de exposición, en donde los modelos de utilidad pueden ser la clave para mantener a los trabajadores en condiciones seguras y fuera del alcance de exposiciones, principalmente a los compuestos volátiles orgánicos (COVs) por ser los que más riesgos representan para su salud (Cassini, et al., 2011; Hrdy, 2014).

#### 4.2 Afectación a la Salud por Exposición Ocupacional a los COVs en Carrocerías

A pesar de que los talleres de carrocería proporcionan una valiosa fuente de empleos calificados pueden plantear riesgos potenciales a la salud de sus trabajadores (Shoemaker, et al., 2007); principalmente por la exposición a los COVs a la que se someten de manera cotidiana los trabajadores mediante las labores de lijado y actividades relacionadas al proceso de pintado (Redlich, 2001; Bello, et al., 2002; Yearick, 2002).

Los COVs son compuestos orgánicos de carbono que tienen diferentes niveles de reactividad e impacto potencial de formación de finas partículas tóxicas (Jackson, 2012) y

generan gran preocupación ya que son altamente volátiles y difíciles de contener (Fumi, et al., 2009); debido a esto los trabajadores de las carrocerías durante la realización de sus labores pueden estar expuestos a ellos y a sus efectos en la salud durante periodos prolongados de tiempo (Herpin, et al., 2009).

Los isocianatos, ampliamente utilizados en la fabricación de pinturas, bases y recubrimientos han demostrado que las especies monoméricas, prepoliméricas, y de poliisocianato son capaces de producir asma, ya que entre 5% y 30% de los trabajadores expuestos la desarrollan, aún si el mecanismo por el cual la provocan no está del todo claro (Bello, et al., 2008; Pourabedian, et al., 2010). Hasta hace poco, se había asumido que la principal vía de exposición y sensibilización era a través del tracto respiratorio, pero investigaciones recientes sugieren que la exposición dérmica a ellos también puede producir sensibilización respiratoria, ya que trabajadores que reportaron dermatitis fueron hasta cuatro veces más propensos a reportar síntomas respiratorios (Liu, et al., 2000; Arrandale, et al., 2013).

Otro compuesto al que los trabajadores de las carrocerías están expuestos es al cromo hexavalente, que se esparce a través de partículas emitidas por el lijado en seco, pintura, soldadura y otras tareas relacionadas con el metal del automóvil, y es sabido que ocasiona daños en la piel y el sistema respiratorio; además, la evidencia médica ha demostrado que los trabajadores expuestos al cromo hexavalente tienen un mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, asma, daños en la piel y la destrucción del epitelio nasal (Park, et al., 2004; Guyette, 2006). En un estudio realizado por Kim, et al. (2013), se encontró que existe una relación de la presencia de cromo hexavalente, así como también partículas de metales pesados, silica y asbestos, y el desarrollo de cáncer de pulmón, como resultado de las labores de pulido.

Por otro lado, estudios realizados con marcadores genéticos han encontrado que las actividades por carrocerías también pueden causar daño a nivel de ADN, con posibilidades de afectar a todos los trabajadores por factores como una mala distribución de las áreas y controles deficientes de ingeniería, pero principalmente a aquellos encargados del área de pintura (Siebel y Basso, 2010); un claro ejemplo de esto es la cabina de pintado, ya que si esta no fue construida adecuadamente no garantiza la protección a la exposición de los COVs para el trabajador ni para las personas que se encuentren cerca, incluido el personal de oficina (Woskie, et al., 2004).



Diversos estudios como el Estudio de Pintores y Reparadores de Autopartes por Yale (*SPRAY*, por sus siglas en inglés) y el realizado por el Instituto Finlandés de Salud Ocupacional se desarrollaron con el fin de investigar los efectos en la salud de los trabajadores, y en ambos se encontró que los isocianatos comúnmente conocidos por ser la principal causa de asma ocupacional, también son responsables de ocasionar dermatitis alérgica por contacto en los trabajadores de carrocerías, reportando además que los lugares más comunes de la dermatitis ocupacional fueron las manos, los antebrazos y la cara (Redlich, et al., 2002; Aalto-Korte, et al., 2012).

Investigaciones recientes indican que algunos COVs como los solventes, los cuales son ampliamente utilizados en los talleres de carrocería tienen efectos ototóxicos, pueden causar discapacidad auditiva en los trabajadores expuestos a ellos, ya sea únicamente por su utilización, o bien promoviendo la pérdida de audición inducida por ruido, planteando un efecto sinérgico entre el ruido y la exposición a los solventes (Metwally, et al., 2012); esto atrae la atención a un caso particular mencionado por Bejan, et al. (2011) donde se explica que a pesar de que la mayoría de los estudios se han centrado en las exposiciones a isocianatos y solventes, estos no son los únicos riesgos a los que los trabajadores de las carrocerías se enfrentan, y que hay muy poca información sobre la exposición que estos tienen al ruido en todas las etapas de la reparación del vehículo y su contribución como aumento del riesgo de los trabajadores por la exposición a los COVs.

#### **4.3 Estado de la Técnica en los Modelos de Utilidad**

Los COVs emitidos por los solventes que se utilizan en las operaciones realizadas en los talleres de carrocería causan una creciente preocupación, principalmente por la afectación a la calidad del aire (Chang, et al., 2011), por lo que es de vital importancia que se proteja a los trabajadores (Thomas, 2013) con el desarrollo de distintas técnicas y dispositivos para reducir dicha exposición (Yoswick, 2009); en su mayoría, estas técnicas consisten en mantener los COVs generados fuera del alcance de los trabajadores principalmente mediante sistemas de ventilación (Jafari, et al., 2008).

Se han desarrollado diversos productos patentados que tratan de resolver el problema de la exposición a los COVs, como por ejemplo el registrado en el documento estadounidense 4,550,650 “Campana de extracción de gases, vapores y materia en suspensión”, el cual describe un sistema para purificación de aire que permite la recirculación de aire circundante a la operación (Denner, et al., 1985); o el documento estadounidense 6,089,970

“Campana de laboratorio de eficiencia energética” presenta una campana de humos de bajo consumo de energía el cual provee seguridad al usuario al tiempo que reduce la cantidad de aire que sale del capó (Feustel, 2000); entre otros, se encuentra el documento europeo 1,985,383,A1 “Estación de trabajo con campana de humos y proceso para controlar la estación de trabajo”, el cual describe un producto que incluye un sistema de purificación de aire, además de un área de trabajo accesible al usuario (Bergamini y Conte, 2008).

Se sabe que la generación de patentes es un promotor de la innovación tecnológica y a su vez una fuente importante de productos que ayudarán a salvaguardar la salud y la seguridad de los trabajadores (Alcázar y Haro, 2013), deben ante todo mostrar que son novedosas, resultado de actividad inventiva y que su aplicación industrial es viable (Yang, 2007).

Los sistemas de patentes han sido diseñados con el objetivo principal de promover la innovación y el desarrollo, la comercialización y la divulgación de las invenciones, lo que permite ampliar las perspectivas de aplicación del producto (Kartus y Kukrus, 2013), además se ha demostrado que el fortalecimiento de las leyes de propiedad intelectual en los países mejoran de la cantidad y calidad de las innovaciones patentadas (Hasan y Kobeissi, 2012).

En la actualidad es indispensable vincular la investigación científica con los requerimientos de las empresas con el fin de que los productos patentados otorguen mayor valor de uso (Schmal, et al., 2006), ya que dentro de un ambiente de intercambio de información se logra el enriquecimiento del conocimiento y la tecnología desarrollada (Arvanitis, et al., 2007).

La protección del conocimiento generado mediante patentes es de vital importancia, ya que si un producto tiene éxito, se estará tentando a terceros a fabricarlo aprovechándose de la capacidad innovadora de quien lo creó, sin tener que pagar por dicho uso (Lewis y Mandrgoc, 2007; Rangel, et al., 2014); en este sentido existe una gran brecha entre las patentes que se solicitan, ya que la mayoría de ellas se hacen por parte de las grandes empresas, y solo un reducido porcentaje es solicitado por las pequeñas, debido principalmente al desconocimiento de la importancia de dicha protección (Hernández y Díaz, 2007).

El patentar una innovación desempeña un papel importante incluso en pequeñas empresas donde se supondría que la función de protección de las patentes es secundario, tal como los talleres de carrocería (Holgersson, 2013), donde suponen que su principal actividad es

la reparación de autos, dejando por fuera la documentación de actividades como pueden ser las innovaciones efectuadas (Obayashi y Yamada, 2008); sin precisar que de esta forma se protege la inversión realizada en el equipo (Drake, 2013).

#### **4.4 Contribuciones de la Innovación Tecnológica en la Mejora de las Condiciones Laborales en Carrocerías**

A nivel global las aplicaciones de productos innovadores que salvaguardan la integridad de los trabajadores en carrocerías son cada vez más exitosas (Eber, 2012), por lo cual los productos innovadores han adquirido gran relevancia con el fin de operar de manera segura en los talleres, donde los equipos utilizados en el desempeño de las actividades pueden ser la diferencia entre que un ambiente laboral sea o no seguro (Cox, 2010; Kemp, 2011; Sacharski, 2013; Hady, et al., 2014).

En los talleres de carrocería en la mayoría de los casos una vez que se ha realizado la operación de pintura es necesaria la limpieza de los equipos que se utilizaron, generalmente con algún solvente, ocasionando una fuerte exposición de quien realiza la tarea a los COVs (Essig, 2001; Thomas, 2012); en respuesta a este problema nuevos sistemas de limpieza de la pistola de pintura están disponibles para mejorar las condiciones laborales de quien la ejecuta, los cuales consisten en mantener el solvente utilizado en la limpieza en un circuito cerrado donde se mantendrán hasta su disposición final, evitando en todo momento el contacto con los trabajadores (Thomas, 2006).

Otra innovación tecnológica que ha mejorado las condiciones laborales de los trabajadores en carrocerías es el perfeccionamiento del equipo de pintura (Thomas, 2008), con la introducción de la pistola de pintura de alto volumen y baja presión (*HVLP, por sus siglas en inglés*) la cual opera con baja presión, y permite un flujo de aire que minimiza las restricciones, mejora el paso del aire y material a través de la pistola, logra que al momento de aplicar la pintura esta fluya correctamente y se deposite rápidamente en la pieza que se este reparando, reduciendo la cantidad de exceso de pulverizado producido por los equipos anteriores (Thomas, 2011), y evita con esto el contacto del trabajador al rocío de pintura, lo cual reduce la exposición a los COVs contenidos en esta (Dawson, 2006; Stitt y Iwata, 2011).

Con la introducción de la cabina de pintado, la cual es un cuarto cerrado con filtros de escape (Talbert, 2005), y que entre otras cosas proporciona un área de trabajo donde el aire limpio está presente durante las operaciones de pintura, limita los COVs en un área en lugar de permitir que se dispersen, contiene el exceso de pulverizado de pintura y limpia el aire antes de soltarlo al ambiente (Mehok, 2005), se ha logrado con su uso reducir la

exposición laboral a los COVs no solo a los directamente encargados de realizar la labor de pintura (Bing, et al., 2005); además, esta innovación tecnológica vino a mejorar las condiciones laborales de todos los trabajadores del taller, al evitar que se expongan a la pintura que no se deposita sobre la pieza y que de otro modo se escaparía al ambiente (Powell, 2011).

Si la innovación tecnológica se utiliza adecuadamente puede generar una gran mejora en el ambiente laboral de las pequeñas empresas como los talleres de carrocería (Barber, et al., 2013), el reto está en encontrar y adaptar el producto que cumpla mejor los requerimientos de la operación (Béguin, et al., 2012; Manzan y Ikuo-Miyake, 2013), y esté acorde con las posibilidades económicas de los dueños (Awan y Nasrullah, 2013).

La mejora de las condiciones laborales en las carrocerías representa un gran reto (Castro y Herreño, 2011); es necesario que los dueños de los talleres acepten que la salud de los trabajadores es tan importante como el conocimiento o la tecnología disponible para realizar un buen trabajo (Dorizas, 2010; Edgeman y Eskildsen, 2013).

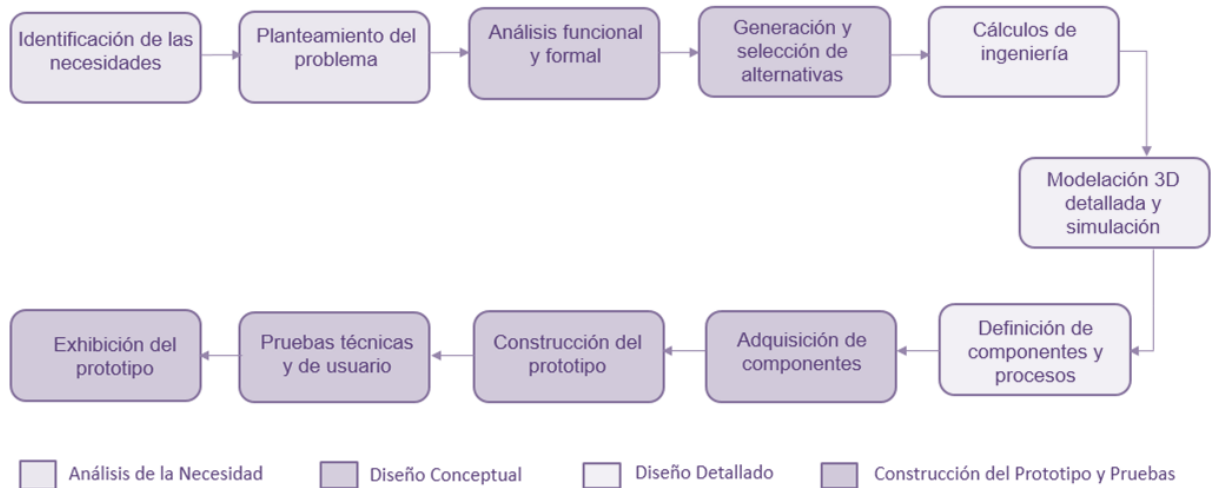
## V. METODOLOGÍA

### 5.1 Tipo de estudio

El enfoque metodológico de este estudio fue de tipo cuantitativo, ya que se sustentó en procesos de medición y análisis de las variaciones en la cantidad de COVs en el aire del taller de carrocería debido al funcionamiento del modelo de utilidad.

### 5.2 Diseño Metodológico

El diseño utilizado se basó en la metodología descrita por Mejía y Osorio (2012), la cual es una combinación multidisciplinaria que se obtiene de la integración del diseño mecánico e industrial, el análisis de viabilidad económica y el análisis de las necesidades del usuario; y está desarrollada a través de cuatro etapas principales: Análisis de la necesidad, Diseño conceptual, Diseño detallado y por último Construcción y pruebas.



**Figura 2. Metodología Académica de Diseño**

Fuente: Mejía y Osorio (2012)

### 5.3 Alcance

El estudio abarcó el proceso de limpieza de la pistola de pintura en el taller de carrocería Bustamante Jr., en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, en el periodo de marzo del 2014 a diciembre del 2015.

#### **5.4 Preguntas de Investigación**

- ¿Es viable generar un modelo de utilidad que coadyuve a la prevención, reducción y/o eliminación de los compuestos orgánicos volátiles producidos en los talleres de carrocería?.
- ¿Es factible cuantificar el impacto del modelo de utilidad en la reducción de la exposición laboral a los COVs en un taller de carrocería?.

#### **5.5 Objeto de Estudio**

El objeto de estudio seleccionado fue el diseño y fabricación del modelo de utilidad.

#### **5.6 Selección y Tamaño de Muestra**

Se tomaron muestras de aire a conveniencia al momento de realizar la operación de limpieza de la pistola de pintura, con el fin de validar la eficacia en el uso del modelo de utilidad.

#### **5.7 Instrumentos de Recolección y Manejo de Datos**

- Se utilizó un detector de partículas digital para tomar muestras de aire con el fin de cuantificar la concentración de COVs en el taller de carrocería.
- Se utilizaron hojas de cálculo de diseño propio, las cuales se elaboraron utilizando el software EXCEL y este mismo nos sirvió para documentar las mediciones del detector de partículas digital, así como el procesamiento cuantitativo de la información obtenida.

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Antecedentes y Evaluación de la Situación Actual del Taller de Carrocería

El estudio se llevó a cabo en un taller de carrocería típico de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Constituido como una micro empresa familiar con bajo ingreso mensual, escaso presupuesto para la inversión en general, y condiciones de operación que ponen en riesgo a la salud en los trabajadores, principalmente a los COVs generados (Zavala, et al., 2011b).

El taller al que se hace referencia es un negocio denominado “Bustamante Jr”, se ubica en Leona Vicario No. 1241 entre Republica de Colombia y Sahuaro, Colonia Álvaro Obregón, la cual es una zona residencial. Las instalaciones del taller están distribuidas de tal manera que 200 m<sup>2</sup> corresponden al área de pintura.

El recurso humano con el que se cuenta son cinco trabajadores: dos carroceros (uno de ellos siendo el dueño del taller), dos pintores y un ayudante. Este negocio tiene 25 años de experiencia en el ramo, en promedio trabajan cinco automóviles por semana y reportan un ingreso anual de MX\$ 350,000 pesos.

El equipo de pintura que se utiliza en este taller incluye pistolas de pintura (PP) manuales de gravedad ANEST IWATA LS-400, compuestas por los siguientes elementos (Anest Iwata, 2015):

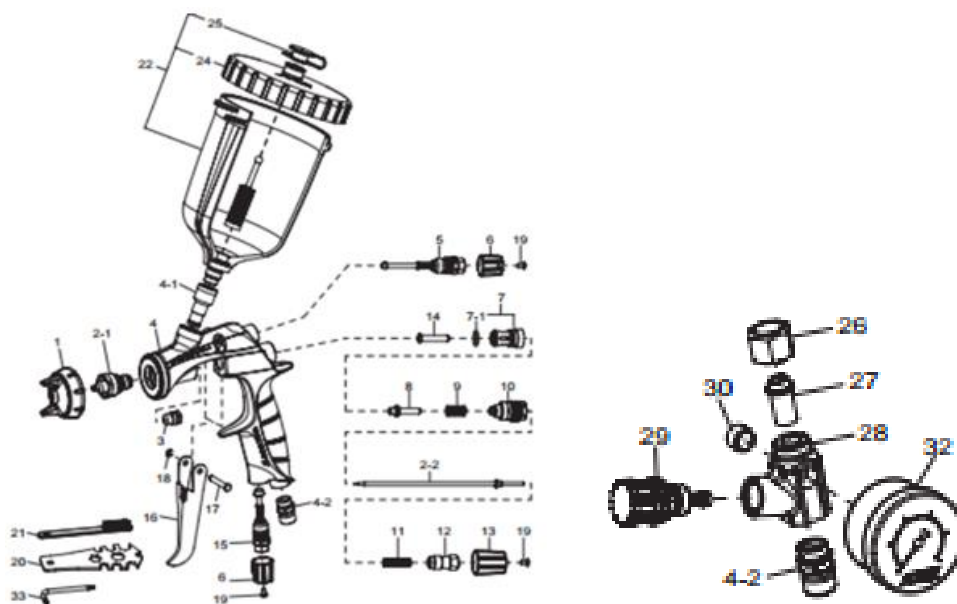


Figura 3. LS-400 Entech & WS-400 Evotech Supernova

Fuente: Anest Iwata (2015)

**Tabla 1. Partes que componen la LS-400 Entech & WS-400 Evotech Supernova**

<b>Descripción</b>	<b>Posición</b>
Boquilla de fluido de aletas	1
Boquilla de aguja	2-1
Aguja	2-2
Grupo junta aguja	3
Conexión fluido	4-1
Conexión aire	4-2
Grupo regulación abanico	5
Tuerca de regulación	6
Cuerpo válvula aire	7
Junta tórica	7-1
Válvula aire	8
Muelle válvula aire	9
Guía regulación aguja	10
Muelle de presión aguja	11
Grupo regulación aguja	12
Tuerca de regulación fluido	13
Eje válvula aire	14
Grupo regulación aire	15
Gatillo	16
Perno gatillo	17
Cierre E	18
Tornillo avellanado T10	19
Llave universal	20
Escobillas	21
Taza por gravedad 600cc PC-G600P-2 (sin filtro)	22
Tapa taza	24



Tapón	25
Tuerca fijadora	26
Válvula	27
Cuerpo regulador	28
Regulador aire	29
Tapón	30
Conexión aire	31
Manómetro	32
Llave allen	33

Fuente: Elaboración Propia

El procedimiento de limpieza de la PP se realiza de la siguiente manera:

- 1.- Se retira la tapa taza y se vierte solvente hasta aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de la capacidad de la taza de la PP.



**Figura 4. Paso de Limpieza No. 1**

Fuente: Elaboración Propia

2.- Se conecta la PP a la manguera del compresor de aire.



**Figura 5. Paso de Limpieza No. 2**

Fuente: Elaboración Propia

3.- Se procede a pulverizar el solvente en el área del taller de carrocería, al mismo tiempo que se talla la boquilla de fluido de aletas con una escobilla para retirar la pintura que pudiera tener adherida, esto se lleva a cabo hasta que se vacié la taza, o bien que la persona encargada de realizar el procedimiento considere limpio el sistema de la PP.



**Figura 6. Paso de Limpieza No. 3**

Fuente: Elaboración Propia

4.- Se desconecta la PP de la manguera del compresor de aire.



**Figura 7. Paso de Limpieza No. 4**

Fuente: Elaboración Propia

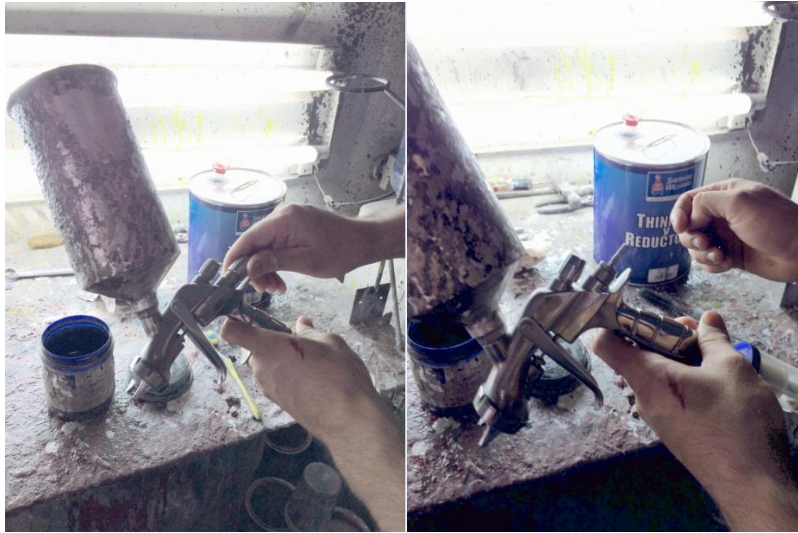
5.- Se desensambla la PP. Esto se lleva a cabo retirando la boquilla de fluido de aletas del cuerpo principal de la PP.



**Figura 8. Paso de Limpieza No. 5**

Fuente: Elaboración Propia

6.- Se retira el botón control de fluido y el muelle de la aguja del cuerpo principal de la PP.



**Figura 9. Paso de Limpieza No. 6**

Fuente: Elaboración Propia

7.- Se retira la aguja del cuerpo principal de la PP.



**Figura 10. Paso de Limpieza No. 7**

Fuente: Elaboración Propia

8.- Se retira el cabezal de aire del cuerpo principal de la PP.



**Figura 11. Paso de Limpieza No. 8**

Fuente: Elaboración Propia

9.- Se sumergen individualmente en solvente la aguja, el botón control de fluido y el cabezal de aire.



**Figura 12. Paso de Limpieza No. 9**

Fuente: Elaboración Propia

10.- Se tallan con un cepillo plástico el botón control de fluido y el cabezal de aire con el fin de remover la pintura que pudiera estar adherida a ellas.



**Figura 13. Paso de Limpieza No. 10**

Fuente: Elaboración Propia

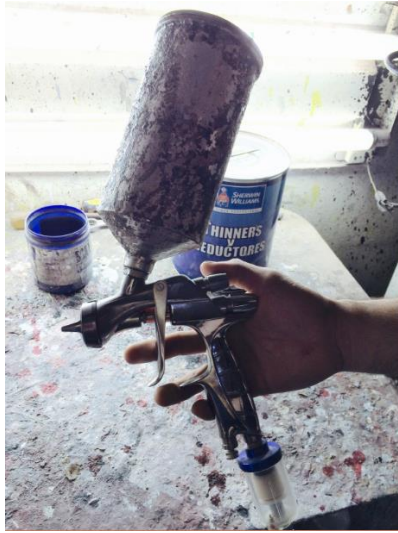
11.- Se limpia la aguja con una servilleta de papel impregnada en solvente, con el fin de remover la pintura que pudiera estar adherida a ella.



**Figura 14. Paso de Limpieza No. 11**

Fuente: Elaboración Propia

12.- Se procede a ensamblar nuevamente la PP colocando las piezas previamente retiradas.



**Figura 15. Paso de Limpieza No. 12**

Fuente: Elaboración Propia

13.- Por último se limpia el interior de la taza de la PP con una servilleta de papel.



**Figura 16. Paso de Limpieza No. 13**

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, el problema con este procedimiento es la fuerte exposición al solvente para la persona que lo ejecuta; viéndose incrementado por el hecho de que este procedimiento se realiza al menos dos veces por día, provisto que existan trabajos de

pintura. Por costumbre la limpieza se hace al inicio y al final de la operación de pintado, pues no existe necesidad de hacer limpieza entre diferentes trabajos de pintura, ni en días para los cuales no exista uso de la PP. Independientemente de la limpieza previa que se pueda haber dado a la PP, una nueva limpieza le precede a cualquier trabajo de pintado.

## **6.2 Elaboración del Diseño de Ingeniería del Modelo de Utilidad**

Basado en la investigación realizada de las diferentes alternativas disponibles encaminadas a disminuir la exposición laboral en los talleres de carrocería, así como de la situación socioeconómica de éstas en la ciudad de Hermosillo, Sonora, se optó por el diseño de un modelo de utilidad que mantenga el área de trabajo libre de COVs. El diseño de este proyecto es de carácter experimental, y pretende además de funcional y fácil de operar, ser al mismo tiempo una opción económica y viable de implementar.

### **6.2.1 Desarrollo del Diseño**

Como primer paso en el diseño se examinó a fondo el método de limpieza de la PP, así como el área en el taller de carrocería donde esta se realiza, y la ubicación del operador, con el fin de identificar el sitio ideal para colocar el modelo de utilidad; este estudio se llevó a cabo de manera directa *in situ* mediante visitas guiadas por parte del personal del taller de carrocería, así como entrevistas a los mismos. una vez que se tuvieron datos se procedió a calcular las dimensiones del modelo de utilidad; cabe destacar que no por esto la relevancia del proyecto queda limitada al sitio en el cual se realizó el estudio, ya que este puede ser replicado en cualquier otro taller de carrocería que presente condiciones similares.

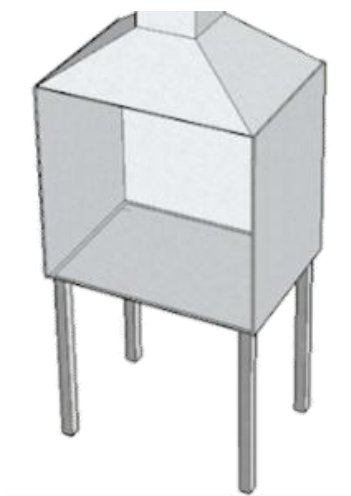
El modelo de utilidad implementado está basado en un sistema de ventilación local que disminuye el aire contaminado y lo transporta lejos del área de trabajo por medio de extracción mecánica, donde es depurado con la ayuda de filtros metálico y carbón activado granular antes de hacerlo salir al ambiente.

#### **6.2.1.1 Cámara de Trabajo**

El diseño elegido cuenta con una mesa de trabajo de 38 pulgadas de largo por 26 ½ pulgadas de ancho, una estructura de lámina galvanizada calibre 22 fue colocada fija sobre la superficie de trabajo, y consta de tres paredes laterales de 36 ¼ pulgadas de alto; dicha estructura está reforzada con un marco interno elaborado del mismo material para soportar el peso del sistema de ductos. El diseño cuenta con un espacio frontal abierto el cual permite el desempeño de la actividad, además de un techo en forma de campana elaborado igualmente de lámina galvanizada calibre 22, que cuenta con ángulos de 45° en la cara de



frente y posterior, y con ángulos de 35° en los lados, con la finalidad de minimizar la turbulencia y mejorar la capacidad de contener los COVs generados dentro del sistema de ventilación local.



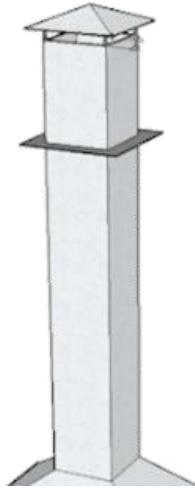
**Figura 17. Cámara de Trabajo**

Fuente: Elaboración Propia

### **6.2.1.2 Sistema de Ductos**

Los componentes establecidos para el sistema de ductos son: filtro metálico, filtro de carbón activado granular y extractor. Fue a partir de las características de cada componente que se estableció su colocación dentro del sistema de ductos, así como las conexiones para lograr un funcionamiento adecuado. De igual forma, se dispuso la manera correcta de garantizar el sellado del sistema para evitar problemas de fuga de aire que pudieran provocar pérdidas de presión durante la extracción.

Una vez ubicados los componentes, así como sus conexiones se procedió al diseño. Se eligió un sistema de ductos que cuenta con una chimenea de descarga hacia el exterior, de 10 ¼ pulgadas de largo por 10 ¼ pulgadas de ancho, mide 58 ½ pulgadas de largo hasta encontrarse con el techo del taller de carrocería; después de esto se extiende 27 pulgadas por encima de este para permitir una mejor dilución del aire extraído, y termina con un sombrerete a fin de proteger el sistema de la lluvia, ambos elementos se construyeron de lámina galvanizada calibre 24, la cual ofrece la rigidez necesaria para soportar el peso de los componentes sin tener problemas de vibración. Al final del sistema de ductos se colocó malla-reja para evitar la entrada de objetos o aves al interior.



**Figura 18. Sistema de Ductos**

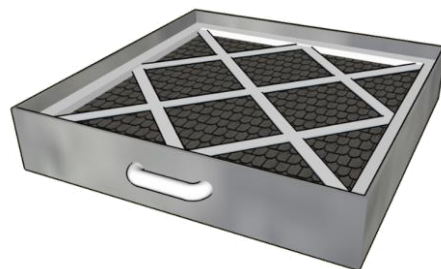
Fuente: Elaboración Propia

#### **6.2.1.2.1 Filtro Metálico**

Se dotó al sistema de ductos de un filtro metálico lavable para remover polvo, tierra, pelusa o cualquier otro contaminante que pudiera ser aerotransportado. Este filtro es utilizado como prefiltro, con la finalidad de proteger el filtro de carbón activado granular y el extractor, para una mayor duración y mejor desempeño de ambos.

La construcción de este filtro consiste de varias capas de malla-reja de aluminio acopladas en un marco de lámina galvanizada de 10 pulgadas de largo por 10 pulgadas de ancho, y de 1 pulgada de alto, que se adapta al sistema de ductos por medio de rieles instalados dentro del mismo.

El acomodo del filtro metálico dentro del sistema de ductos se desarrolló en forma de cajón para facilitar su manejo, por lo que en caso de ser necesario cualquier reparación o cambio implica solo deslizar el cajón, y posteriormente regresarlo a su posición original sin tener que abrir o desmantelar el sistema de ductos.



**Figura 19. Filtro Metálico**

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.2.1.2.2 Filtro de Carbón Activado Granular

Se dotó al sistema de ductos de un filtro de carbón activado granular indicado para remover los COVs generados durante la limpieza de la PP. El filtro está acoplado en un marco de lámina galvanizada de 2 pulgadas de alto, y se adapta al sistema de ductos por medio de rieles instalados dentro del mismo.

El acomodo del filtro de carbón activado granular dentro del sistema de ductos se desarrolló en forma de cajón para facilitar su manejo, por lo que en caso de ser necesario cualquier reparación o cambio implica solo deslizar el cajón, y posteriormente regresarlo a su posición original sin tener que abrir o desmantelar el sistema de ductos.



**Figura 20. Filtro de Carbón Activado Granular**

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.2.1.2.3 Extractor

Debido a que en el sistema de ventilación local diseñado se optó por un sistema de ductos cuadrado, la ecuación que dará el caudal necesario para lograr la captación de los COVs generados durante la realización de la limpieza de la PP es la siguiente (SYP, 2012):

$$Q = V.A \quad (1)$$

Donde;

Q= caudal volumétrico, en  $\text{pie}^3/\text{min}$

V= velocidad de captación, y está dado en  $\text{m/s}$

A= área, dado en  $\text{pie}^2$

La velocidad de captación recomendada para atrapar los gases o vapores que pudieran ser generados durante la limpieza de la PP, dado que las condiciones del taller de carrocería

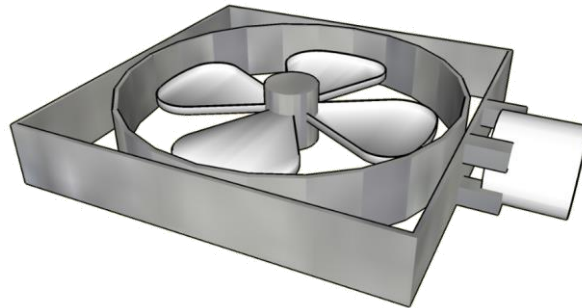
son que la puerta principal está siempre abierta, lo cual puede generar corrientes de aire es de 1.0 m/s a 2.5 m/s, los cuales son los parámetros recomendados para zonas de movimiento activo de aire.

El sistema de ductos diseñado cuenta con un área de captación de  $0.694 \text{ pie}^2$ , por lo que con base en la ecuación (1), y tomando en cuenta los datos anteriores, se obtuvo un caudal volumétrico que va de:

$$136.57 \text{ pie}^3/\text{min} \text{ a } 341.44 \text{ pie}^3/\text{min}$$

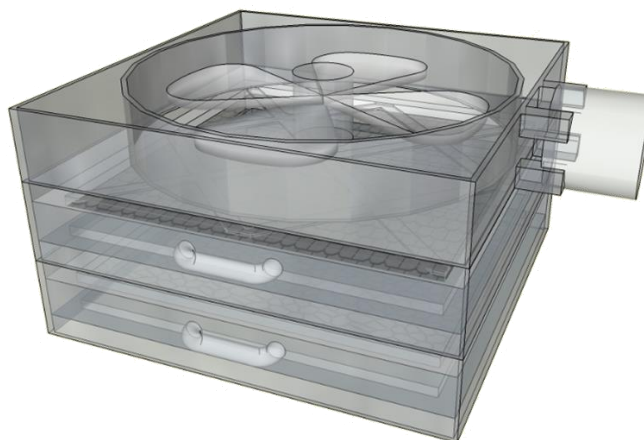
Con base en los resultados arrojados se buscó en el mercado un extractor que contara con las características de funcionamiento necesarias para cubrir con los requerimientos del caudal.

Por cuestiones de mercado y precio se optó por un extractor axial con embocadura tipo marco, que ofrece un suministro de aire de  $400.58 \text{ pie}^3/\text{min}$ , el cual por sus dimensiones compactas pudo ser instalado en el sistema de ductos diseñado, y además puede ser fácilmente puesto en funcionamiento mediante un interruptor eléctrico cuando la persona encargada de ejecutar la limpieza de la PP esté llevando a cabo dicha operación.



**Figura 21. Extractor**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 22. Acomodo Final de los Componentes del Sistema de Ductos**

Fuente: Elaboración Propia

### **6.3 Procedimiento de Medición**

Como primer paso antes de iniciar con el procedimiento de medición se realizó un entrenamiento a los trabajadores del taller de carrocería en el uso del modelo de utilidad, para lo cual se explicó su funcionamiento, así mismo se les indicó la posición correcta en la cual debían de ejecutar la limpieza de la PP. El operador repitió la operación, hasta que se familiarizó tanto con el proceso, como con el funcionamiento del modelo de utilidad.

Mediante la realización de la operación en repetidas ocasiones el operador adquirió los conocimientos, habilidades y experiencia suficientes, y se iniciaron las mediciones de exposición a los COVs mediante la evaluación de la calidad del aire circundante a la zona de respiración mientras se llevaba a cabo la limpieza de la PP tanto con el modelo de utilidad apagado como encendido, con el fin de comparar resultados. En ambos muestreos se utilizó el monitor de fotoionización portátil PHOTOVAC 2020ComboPRO.

### **6.4 Validación de la Eficiencia y Eficacia del Modelo de Utilidad en el Taller**

En el anexo 1 se revisaron los agentes químicos que componen el *paint thinner* con el que se realiza la limpieza de la PP, y ambas mediciones se compararon con los límites que especifican para estos la Norma Oficial Mexicana (NOM-010-STPS-1999) en México (Palacios, 1999) y la Administración de Seguridad ocupacional y Salud (OSHA, *por sus siglas en inglés*) en Estados Unidos (OSHA, 2006), con el objetivo de determinar la exposición a los COVs por parte de la persona que ejecuta la operación. Los resultados para la evaluación de la exposición a los COVs con el modelo de utilidad apagado se muestran en la Tabla 2, y con el modelo de utilidad encendido en la Tabla 3.

**Tabla 2. Evaluación de Exposición a los COVs con Modelo de Utilidad Apagado**

Paso #	Operación	Ingredientes	No. CAS	LMPE-PPT (ppm)	LEP OSHA (ppm)	Medición obtenida (ppm)
1	Limpieza de piezas con pulverizado de <i>paint thinner</i>	Tolueno	108-88-3	50	200	101.8
		Acetona	67-64-1	1000	1000	
		n-Butil acetato	123-86-4	150	150	
		2-Butoxietanol	111-76-2	26	50	
		2-Propanol	67-63-0	400	400	
2	Limpieza de piezas con servilleta con <i>paint thinner</i>	Tolueno	108-88-3	50	200	315.5
		Acetona	67-64-1	1000	1000	
		n-Butil acetato	123-86-4	150	150	
		2-Butoxietanol	111-76-2	26	50	
		2-Propanol	67-63-0	400	400	

LMPE-PPT= Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en el tiempo.

LEP OSHA= Límite de exposición permisible OSHA.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3. Evaluación de Exposición a los COVs con Modelo de Utilidad Encendido**

Paso #	Operación	Ingredientes	No. CAS	LMPE-PPT (ppm)	LEP OSHA (ppm)	Medición obtenida (ppm)
1	Limpieza de piezas con pulverizado de <i>paint thinner</i>	Tolueno	108-88-3	50	200	79
		Acetona	67-64-1	1000	1000	
		n-Butil acetato	123-86-4	150	150	
		2-Butoxietanol	111-76-2	26	50	
		2-Propanol	67-63-0	400	400	
2	Limpieza de piezas con servilleta con <i>paint thinner</i>	Tolueno	108-88-3	50	200	126.6
		Acetona	67-64-1	1000	1000	
		n-Butil acetato	123-86-4	150	150	
		2-Butoxietanol	111-76-2	26	50	
		2-Propanol	67-63-0	400	400	

LMPE-PPT= Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en el tiempo.

LEP OSHA= Límite de exposición permisible OSHA.

Fuente: Elaboración Propia

Con el objeto de validar el desempeño del modelo de utilidad se procedió a calcular la reducción en la exposición a los COVs por parte de la persona que realiza la operación, obteniéndose los resultados presentados en la Tabla 4.

**Tabla 4. Resultados de Desempeño del Modelo de Utilidad**

Paso #	Operación	Medición obtenida (ppm) con el Modelo de Utilidad apagado	Medición obtenida (ppm) con el Modelo de Utilidad encendido	Porcentaje de reducción en la exposición a los COVs
1	Limpieza de piezas con pulverizado de <i>paint thinner</i>	101.8	79	22
2	Limpieza de piezas con servilleta con <i>paint thinner</i>	315.5	126.5	59

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en las mediciones, la mayor exposición a los COVs se da en la limpieza de piezas con servilleta impregnadas con *paint thinner*, y en los porcentajes de

reducción se obtuvo una mejora del 59% en ese paso, lo cual representa un significativo cambio en la calidad del aire mediante la introducción del modelo de utilidad.

Cabe aclarar que el aparato de medición utilizado mide COVs totales, es decir una mezcla de todos los COVs en el aire, las mediciones no son precisas en cuanto a discernir la presencia de un compuesto sobre otro. El estudio se basa en la disminución de la cantidad presente de cada uno, bajo el entendido de que si la medición de los COVs totales está por debajo del límite de cualquiera de ellos, entonces la mezcla de todos debe corresponder a valores individuales aun menores y por lo tanto se cumplen las recomendaciones y disposiciones legales.

## VII. DISCUSIÓN

Los talleres de carrocería a pesar de ser una fuente de empleos, son también una fuente de contaminación, ya que en sus operaciones utilizan distintas sustancias químicas, de las cuales los que más llaman la atención son los compuestos orgánicos volátiles (COVs) debido a su fuerte impacto primordialmente en la salud de los trabajadores (Palma, et al., 2015), debido a esto, la exposición laboral a los COVs por parte de los trabajadores de talleres de carrocería ha despertado el interés de los investigadores, prueba de ellos son los diferentes estudios que se han llevado a cabo principalmente en los países desarrollados; donde no solo se ha cuantificado la exposición, analizado y caracterizado sus procesos, además se han desarrollado diferentes alternativas tecnológicas para controlar dicha exposición (Munguía, et al., 2010).

En los países en desarrollo como México, escasa atención recibe este tema, prueba de ello son los pocos estudios que al respecto se han realizado (Zavala, 2007), a pesar que los COVs generados debido a las operaciones de las carrocerías causan diferentes enfermedades no solo a los trabajadores, sino también a los que se encuentran dentro del área de influencia (Velázquez, et al., 2008).

Los resultados de la presente investigación mostraron que, a pesar que desde hace varios años está disponible en el mercado tecnología especializada para realizar la limpieza de la PP (Roelofs et al., 2010), la situación económica de los talleres de carrocería en los países en desarrollo no les permite realizar dicha inversión, ya que en su mayoría son pequeños negocios familiares con bajo nivel de ingresos, los cuales trabajan con herramientas elaboradas artesanalmente u obsoletas (Zavala, 2012).

Los dueños de los talleres de carrocerías están sometidos a una gran presión por cumplir con los requerimientos que suponen los materiales con los que están elaborados los autos modernos (Arnaud, et al., 2014) que los obligan a realizar inversiones en nuevas herramientas (Meschut, et al., 2014) o bien a desarrollar la inventiva para elaborar de manera artesanal algún “artefacto” que pueda cumplir con dicha función (Cai, et al., 2008; Tepeš, et al., 2015).

Debido a esto la innovación tecnológica no es algo desconocido en los pequeños talleres de carrocería, solo que lo hacen de manera empírica, no se tiene registro o control formal de patentes de las invenciones o innovaciones desarrolladas (Cuevas, et al., 2013; Glazer, 2015). Estas se enfocan en ejecutar el trabajo de manera adecuada, y mantener la



satisfacción del cliente en cuanto a los resultados obtenidos en el automóvil reparado (Andries y Faems, 2013), sin preocuparse por la salud de los trabajadores que desempeñan sus labores en el taller, esto esencialmente por el desconocimiento de las afecciones que las diferentes sustancias utilizadas, principalmente los COVs, pueden desencadenar (Urbutis y Kitrys, 2013).

Halme y Korpela (2014) afirman que es posible desarrollar tecnología encaminada a la protección de la salud de los trabajadores aun con un bajo presupuesto, si los dueños de los pequeños talleres de carrocería unen esfuerzos a las partes interesadas en la investigación de las diferentes alternativas como son los modelos de utilidad (Magnani y Tubb, 2012) con lo cual se puede reducir significativamente la exposición laboral (Jelinić, et al., 2005).

La mejora en las condiciones laborales en los talleres de carrocería mediante la introducción de modelos de utilidad es posible (Silva y Bonora, 2014; Vyas, et al., 2014), y la innovación tecnológica, representada a través de los modelos de utilidad supone un medio por el cual las pequeñas empresas como son los talleres de carrocería pueden proteger a sus trabajadores con un bajo costo de inversión por parte de los dueños (Zavala, et al., 2011a), la clave esta en la aceptación por parte de los dueños en la importancia de salvaguardar la integridad de los trabajadores (Calvi, et al., 2012) y en encontrar el modelo de utilidad que mejor se adapte a los requerimientos de la operación (Xiang, et al., 2015).

En el taller de carrocería de estudio las mediciones obtenidas antes de la implementación del modelo de utilidad indican que el operador que realiza la operación de limpieza de la PP era sometido a una exposición que iba de 108.1 ppm a 315.5 ppm, lo cual para algunos de los componentes de la mezcla con los que está elaborado el *paint thinner* utilizado están muy por encima de las especificaciones que se indican en la NOM-010-STPS-1999 y la OSHA, después de la implementación del dispositivo las mediciones obtenidas fueron de 79 ppm a 126.5 ppm lo cual se reduce significativamente la exposición a los COVs y sus efectos en la salud.

La importancia de la implementación de un modelo de utilidad encaminado a reducir la exposición laboral a los COVs generados durante la limpieza de la PP es que esta exposición es constante independientemente de la cantidad de autos con los que se trabaje, ya que la cantidad de solvente utilizado en la limpieza no cambia dependiendo del uso que se le de a la PP.

Un factor de influencia en la efectividad del modelo de utilidad en cuanto a reducir la cantidad de COVs a la que se está expuesto es la posición en la que el trabajador realiza la operación de limpieza de la PP, ya que esta debe de ser realizada por debajo de la boca de aspiración para obtener el máximo rendimiento del dispositivo, para lo cual es necesario realizar un entrenamiento tanto en el uso del modelo de utilidad como en la forma correcta de realizar el procedimiento.

Es importante decidir la ubicación del modelo de utilidad dentro del taller de carrocería. Este debe de estar localizado en una zona en la cual no se tengan corrientes de aire significativas, por que compromete la capacidad de captación de los COVs generados durante la limpieza de la PP.

## VIII. CONCLUSIONES

El estudio demostró que el desarrollo de tecnología eficiente y económica supone una opción viable para minimizar la exposición laboral a los COVs en los trabajadores de pequeños talleres de carrocería en países en desarrollo.

El modelo de utilidad implementado demostró ser de gran utilidad en la reducción de la exposición laboral a los COVs con un 59% de efectividad en la mejora de la calidad del aire del taller de carrocería.

Es necesario que se dé mayor difusión al uso de los modelos de utilidad en los talleres de carrocería, y se promueva el uso de estos para salvaguardar la integridad de las personas que laboran en esos centros de trabajo.

Dentro de las opciones de reducción de la exposición revisadas, las más viables para este tipo de taller fueron los sistemas de ventilación local.

A pesar que esta tecnología ya existe en el mercado, su introducción en un taller de carrocería a través de un modelo de utilidad es una aplicación novedosa, ya que no ha habido registros de implementaciones similares en México.

El modelo de utilidad implementado tiene la capacidad de adaptarse a las dimensiones y áreas de trabajo de otros talleres de carrocería.

## IX. RECOMENDACIONES

Las actividades realizadas en un taller de carrocería, por su naturaleza representan un fuerte problema de exposición laboral debido a las sustancias químicas que cotidianamente ocupan y que generan gran preocupación; consciente de esto, en la presente investigación surgieron temas que por distintos motivos, no pudieron abordarse, pero que dan pie a trabajos futuros, los cuales se enlistan a continuación:

Los resultados demuestran que la innovación tecnológica representada a través de un modelo de utilidad puede ayudar a minimizar la exposición laboral de los trabajadores de carrocerías que realizan la limpieza de la PP, lo que se propone es desarrollar nuevos modelos de utilidad eficientes y económicos en la forma de cabina de pintura, cuarto de mezclado de pintura, etc.

La innovación tecnológica representada a través de un modelo de utilidad puede ser implementada en diferentes ramos de la industria, las cuales tengan características de operación similar, y en las cuales por la naturaleza de sus procesos represente un peligro de exposición laboral a los COVs, como pueden ser pequeñas empresas de serigrafía, carpinterías, etc.

Por ultimo queda abierta la posibilidad de crear un programa de servicios de asesoramiento en la cual participen instituciones educativas, dependencias del gobierno y proveedores; en el cual se ofrezca asistencia técnica y financiamiento para el desarrollo de tecnología eficiente y de bajo costo, asistencia legal para el registro y protección de patentes por medio de un facilitador, y en donde se den a conocer las diferentes alternativas tecnológicas disponibles en el mercado para hacer el trabajo de manera eficiente, al mismo tiempo que se evita la exposición laboral de quienes trabajan en el taller.

## X. REFERENCIAS

- Abbas, A., Zhang, L. y Khan, S., 2014. World Patent Information. *Elsevier*, 37, pp. 3-13.
- Aalto-Korte, K., Suuronen, K., Kuuliala, O., Henriks-Eckerman, M. y Jolanki, R., 2012. Occupational contact allergy to monomeric isocyanates. *Contact Dermatitis*, 67, pp. 78-88.
- Albright, B., 2006. Tackling the Gap: Feather, prime and block definitions serve as guide for insurers, shops. *Automotive Body Repair News*, 45, pp. 1-38.
- Alcázar, J. y Haro, K., 2013. Análisis Cuantitativo de Patentes en México. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 8(1), pp. 830-837.
- Alsanad, D. y Abdel-Razek, R., 2013. Auditing Technological Innovation In Developing Countries. *Global Conference on Business & Finance Proceedings*, 8, pp. 167-174.
- Andersson, E., Jansson, B. y Lundblad, J., 2013. Immanuel Kant Revisited - A Note on the U.S. Innovation Policy. *International Journal of Innovation Science*, 5, pp. 137-142.
- Andries, P. y Faems, D., 2013. Patenting Activities and Firm Performance: Does Firm Size Matter?. *Journal of Product Innovation Management*, 30(6), pp. 1089-1098.
- Anest Iwata, 2015. *Pistolas Manuales de Gravedad* [diagrama] (comunicación personal).
- Arnaut, L., Ludovic, G., Mouad, D., Hamid, Z. y Vincent, L., 2014. Comparison and Impact of Waste Heat Recovery Technologies on Passenger Car Fuel Consumption in a Normalized Driving Cycle. *Energies* (19961073), 7(8), pp. 5273-5290.
- Arrandale, V., Meijter, T., Pronk, A., Doekes, G., Redlich, C., Holness, D. y Heederik, D., 2013. Skin symptoms in bakery and auto body shop workers: associations with exposure and respiratory symptoms. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 86, pp. 167-175.
- Arvanitis, S., Kubli, U., Sydow, N. y Woerter, M., 2007. Knowledge and Technology Transfer (KTT) Activities between Universities and Firms in Switzerland -- The Main Facts: An Empirical Analysis Based on Firm-Level Data. *ICFAI Journal of Knowledge Management*, 5, pp. 17-75.
- Awan, S. y Nasrullah, M., 2013. Use of better designed hand knotting carpet looms and workplace interventions to improve working conditions of adult carpet weavers and to reduce hazardous child labor in carpet weaving in Pakistan. *Work*, 44, pp. 95-103.
- Barber, P., Shamshina, J. y Rogers, R., 2013. A "green" industrial revolution: Using chitin towards transformative technologies. *Pure & Applied Chemistry*, 85, pp. 1693-1701.
- Béguin, P., Duarte, F., Lima, F. y Pueyo, V., 2012. Activity at work, innovation and sustainable development. *Work*, 41, pp. 89-94.
- Bejan, A., Brosseau, L. y Parker, D., 2011. Exposure Assessment in Auto Collision Repair Shops. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 8, pp. 401-408.
- Bello, D., Redlich, C., Stowe, M., Sparer, J., Woskie, S., Streicher, R., Hosgood, H. y Liu, Y., 2008. Skin exposure to aliphatic polyisocyanates in the auto body repair and refinishing industry: II. A quantitative assessment. *Annals of Occupational Hygiene*, 52, pp. 117-124.
- Bello, D., Streicher, R., Liu, Y., Sparer, J., Youngs, F. y Woskie, S., 2002. Field Comparison of Impingers and Treated Filters for Sampling of Total Aliphatic Isocyanates with the MAP Reagent. *AIHA Journal*, 63, pp. 790-796.
- Bergamini, V., Conte, A. y Diapath, S., 2008. *Workstation with fume hood and process for controlling the workstation*. E.P. Pat. 1, 985,383, A1.
- Bing, Q., Moe, W. y Kinney, K., 2005. Treatment of Paint Spray Booth Off-Gases in a Fungal Biofilter. *Journal of Environmental Engineering*, 131(2), pp. 180-189.
- Brynjolfsson, E., Hofmann, P. y Jordan, J., 2010. Cloud Computing and Electricity: Beyond the Utility Model. *Communications of the ACM*, 53, pp. 32-34.
- Burrow, B., 2004. "R&I" stands for "remove and install". *Automotive Body Repair News*, 43, p. 42.
- Cai, N., Wang, L. y Feng, H., 2008. Adaptive setup planning of prismatic parts for machine tools with varying configurations. *International Journal Of Production Research*, 46(3), pp. 571-594.
- Caldwell, J., 2012. The New and You. *Electric Perspectives*, pp. 24-33.
- Calvi, L., Kulay, L. y Sartori, E., 2012. Audition and exhibition to toluene - a contribution for the theme. *International Archives Of Otorhinolaryngology*, 16(2), pp. 246-258.
- Cassini, C., Calloni, C., Bortolini, G., Garcia, S., Dornelles, M., Henriques, J., Erdtmann, B. y Salvador, M., 2011. Occupational risk assessment of oxidative stress and genotoxicity in workers exposed to paints during a working week. *International Journal of Occupational Medicine & Environmental Health*, 24, pp. 308-319.
- Castro, S. y Herreño, T., 2011. Una alternativa pedagógica para el mejoramiento de las condiciones de trabajo en pymes. *Revista Facultad Nacional De Salud Pública*, 29(4), pp. 504-512.
- Chang, Y., Hu, W., Fang, W., Chen, S., Chang, C. y Ching, H., 2011. A Study on Dynamic Volatile Organic Compound Emission Characterization of Water-Based Paints. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 61, pp. 35-45.

- Chen, C., Lin, Y. y Chu, P., 2013. Facilitators of national innovation policy in a SME-dominated country: A case study of Taiwan. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 15, pp. 405-415.
- Coakes, E., Smith, P. y Alwis, D., 2011. Sustainable Innovation and Right to Market. *Information Systems Management*, 28, pp. 30-42.
- Cox, G., 2010. Defining innovation: Using soft systems methodology to approach the complexity of innovation in educational technology. *International Journal of Education & Development using Information & Communication Technology*, 6, pp. 1-9.
- Cuevas, V., del Moral, J., Cervantes, F., Espinosa, J., Aguilar, J. y Loaiza, A., 2013. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1), pp. 31-46.
- Dawson, T., 2006. A Clean Spray. *Industrial Paint & Powder*, 82, pp. 10-14.
- Denner, W., Biernacki, A. y Breitschwerdt, G., Waldner Laboreinrichtungen GmbH & Co., 1985. *Hood for the extraction of gases, vapors and suspended matter*. U.S. Pat. 4,550,650.
- Di-Biase, S., 2010. The innovation imperative. *Chemistry & Industry*, pp. 24-26.
- Dorizas, A., 2010. Australia Praised For Workplace Health. *Government News*, 30(5), p. 36.
- Drake, K., 2013. Patent Prosecution in the First-to-File World. *Intellectual Property & Technology Law Journal*, 25, pp. 3-7.
- Dúbravčík, M., 2013. Composite Materials - Their Potentialities and Applications in Automotive Industry. *Acta Technica Corvinensis - Bulletin Of Engineering*, 6(3), pp. 41-44.
- Eber, C., 2012. Environmental awareness. *Auto Body Repair Network*, 51, p. 18.
- Edgeman, R. y Eskildsen, J., 2013. Socio-Ecological Innovation: Strategic Integration of Innovation for Sustainability and Sustainable Innovation. *Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organizational Learning*, pp. 114-122.
- Edwards, D. y Holt, G., 2011. Mini-Excavator Safety: Toward Innovative Stability Testing, Procurement, and Manufacture. *Journal of Construction Engineering & Management*, 137, pp. 1125-1133.
- Essig, M., 2001. Keeping It Clean. *Automotive Body Repair News*, 40, pp. 70-71.
- Feustel, H., The Regents of the University of California, 2000. *Energy efficient laboratory fume hood*. U.S. Pat. 6,089,970.
- Fritzsche, A. y Geiger, R., 2011. The Strategies and Tactics of Patent Management and their Importance for Competitive Advantage. *Proceedings of the European Conference on Intellectual Capital*, pp. 157-164.
- Fumi, M., Lambri, M. y De- Faveri, D., 2009. Off-flavours in wines through indirect transfer of volatile organic compounds (VOCs) from coatings. *Food Additives & Contaminants*, 26(5), pp. 759-766.
- Glazer, K., 2015. Advantages and Disadvantages of the Single European Patent. *Our Economy (Nase Gospodarstvo)*, 61(2), pp. 24-34.
- Guyette, J., 2006. Compliance strategies remain unclear as OSHA grinds-out hexachrome exposure regulations. *Automotive Body Repair News*, 45, pp. 20-22.
- Hackett, J., 2003. Regulation and Reputation are Key to Innovation. *Chemistry & Industry*, p. 12.
- Hady, H., Metwally, F., Gendy, M., Elserougy, S. y Helmy, M., 2014. Serum bile acid as a screening tool in workers occupationally exposed to mixtures of organic solvents. *Toxicology & Industrial Health*, 30, pp. 645-652.
- Halme, M. y Korpela, M., 2014. Responsible Innovation Toward Sustainable Development in Small and Medium-Sized Enterprises: a Resource Perspective. *Business Strategy & The Environment*, 23(8), pp. 547-566.
- Hasan, I. y Kobeissi, N., 2012. Innovations, intellectual protection rights and information technology: an empirical investigation in the MENA region. *Electronic Commerce Research*, 12, pp. 455-484.
- Haynes, S., Shackelford, S. y Black, B., 2007. Safety Regulations and the Employment of People with Disabilities in Automated Manufacturing Environments. *Journal of Rehabilitation*, 73, pp. 38-46.
- Hernández, S. y Díaz, E., 2007. La producción y el uso del conocimiento en México y su impacto en la innovación: análisis regional de las patentes solicitadas. *Análisis Económico*, 22, pp. 185-217.
- Herpin, G., Gargouri, I., Gauchard, G., Nisse, C., Khadhraoui, M., Elleuch, B., Zmirou-Navier, D. y Perrin, P., 2009. Effect of Chronic and Subchronic Organic Solvents Exposure on Balance Control of Workers in Plant Manufacturing Adhesive Materials. *Neurotoxicity Research*, 15, pp. 179-186.
- Holgerson, M., 2013. Patent management in entrepreneurial SMEs: a literature review and an empirical study of innovation appropriation, patent propensity, and motives. *R&D Management*, 43, pp. 21-36.
- Hrdy, C., 2014. State Patents as a Solution to Underinvestment in Innovation. *Kansas Law Review*, 62, pp. 487-548.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2013. *Guía del Usuario de Patentes y Modelos de Utilidad*. México, D.F: IMPI.
- Jackson, L., 2012. Air Quality: Revision to Definition of Volatile Organic Compounds-- Exclusion of trans-1,3,3,3-tetrafluoropropene. *Federal Register*, 77(121), pp. 37610-37614.
- Jafari, M., Ali, K. y Azari, M., 2008. The role of exhaust ventilation systems in reducing occupational exposure to organic solvents in a paint manufacturing factory. *Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 12, pp. 82-87.

- Jefferies, L., 2014. New View of Collision Repair. *Canadian Underwriter*, 81, pp. 24-25.
- Jelinić, D., Mustajbegović, J., Žuškin, E., Lukić, J., Čavar, V. y Ivanković, A., 2005. Managing Occupational Safety and Health in Aluminum Production: Case Study of Aluminum Production Factory, Mostar, Bosnia and Herzegovina. *Croatian Medical Journal*, 46(5), pp. 838-847.
- Kartus, R. y Kukrus, A., 2013. Innovation, product development and patents at universities. *Estonian Journal of Engineering*, 19(1), pp. 4-17.
- Kello, J., 2012. Stop the mindless meetings. *Industrial Safety & Hygiene News*, 46, p. 26.
- Kemp, R., 2011. Innovation for Sustainable Development as a Topic for Environmental Assessment. *Journal of Industrial Ecology*, pp. 657-673.
- Kim, B., Yoon, J., Choi, B. y Shin, Y., 2013. Exposure Assessment Suggests Exposure to Lung Cancer Carcinogens in a Painter Working in an Automobile Bumper Shop. *Safety and Health at Work*, 4, pp. 216-220.
- Klimplová, L., 2012. Employers' View on Problems Related to Workforce Skills and Qualification. *Journal of Competitiveness*, 4(4), pp. 50-66.
- Lewis, J. y Mandrgoc, M., 2007. Patent Litigation. *IP Litigator*, 13, pp. 39-40.
- Liu, Y., Sparer, J., Woskie, S., Cullen, M., Chung, J., Holm, C., y Redlich, C., 2000. Qualitative Assessment of Isocyanate Skin Exposure in Auto Body Shops: A Pilot Study. *American Journal of Industrial Medicine*, 37, pp. 265-274.
- Ljungberg, L., 2005. Responsible Products: Selecting Design and Materials. *Design Management Review*, 16, pp. 64-71.
- Loy, W., 2014. Head-On Change. *Alaska Business Monthly*, 30, pp. 16-19.
- Magnani, E. y Tubb, A., 2012. Green R&D, Technology Spillovers, and Market Uncertainty: An Empirical Investigation. *Land Economics*, 88(4), pp. 685-709.
- Manzan, R. y Ikuo-Miyake, D., 2013. A Study on Alternative Approaches to Instill Environmental Concerns in the Domain of Production Management of Industrial Firms. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8, pp. 198-207.
- Mehok, K., 2005. Make the most of your spray booth investment. *Automotive Body Repair News*, 44(9), pp. s8-s10.
- Mejía, R. y Osorio, G., 2012. Integrated design and development of complex systems under a PLM approach: a sustainable transportation system case study. *Latin American & Caribbean Journal of Engineering Education*, 6(1), pp. 18-31.
- Mendoza, M., Ramírez, M., Velasco, J., Jesús, R., Rodríguez, C. y Valdez, L., 2013. Sensibilidad y especificidad de un modelo de utilidad para la detección de neuropatía diabética. *Revista Médica del IMSS*, 51, pp. 35-41.
- Meschut, G., Janzen, V. y Olfermann, T., 2014. Innovative and Highly Productive Joining Technologies for Multi-Material Lightweight Car Body Structures. *Journal of Materials Engineering & Performance*, 23(5), pp. 1515-1523.
- Metwally, F., Aziz, H., Mahdy-Abdallah, H., Elgeili, K. y El-Tahlawy, E., 2012. Effect of combined occupational exposure to noise and organic solvents on hearing. *Toxicology & Industrial Health*, 28, pp. 901-907.
- Munguía, N., Zavala, A., Marin, A., Moure-Eraso, R. y Velazquez, L., 2010. Identifying pollution prevention opportunities in the Mexican auto refinishing industry. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 21, pp. 324 – 335.
- Obayashi, M. y Yamada, S., 2008. Evaluation of SMEs Innovativeness Using Patent Stock Variables. *International Journal of Business & Management Science*, 1(2), pp. 221-229.
- Occupational Health and Safety Administration (OSHA), 2006. 1910.1000 Air Contaminants – Tablas Z. Disponible en: *U.S. Government Publishing Office* <[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9203530388ff0f0a4db44db4657a9333&mc=true&node=se29.6.1910\\_11000&rgn=div8](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=9203530388ff0f0a4db44db4657a9333&mc=true&node=se29.6.1910_11000&rgn=div8)> [Consultado el 14/X/2015].
- Palacios, M., 1999. NOM-010-STPS-1999: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. *Diario Oficial. Secretaría del Trabajo y Previsión Social*.
- Palma, M., Briceño, L., Idrovo, Á. y Varona, M., 2015. Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá. *Biomédica: Revista Del Instituto Nacional De Salud*, 35, pp. 66-76.
- Park, R., Bena, J., Stayner, L., Smith, R., Gibb, H. y Lees, P., 2004. Hexavalent Chromium and Lung Cancer in the Chromate Industry: A Quantitative Risk Assessment. *Risk Analysis: An International Journal*, 24(5), pp. 1099-1108.
- Pourabedian, S., Barkhordari, A., Habibi, E., Rismanchiyan, M. y Zare, M., 2010. Effect Of 1,6-Hexamethylene Diisocyanate Exposure on Peak Flowmetry In Automobile Paint Shop Workers In Iran. *Arh Hig Rada Toksikol*, 61, pp. 183-189.
- Powell, M., 2011. Reducing the Chance of Spray Booth Fires. *Products Finishing*, 76(3), pp. 34-36.

- Rangel, J., Aguilera, L., González, M. y Fernández, S., 2014. La Influencia de la Innovación y la Información Financiera en la Competitividad de la Pequeña y Mediana Empresa Manufacturera. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 9, pp. 847-858.
- Redlich, C., Stowe, M., Coren, B., Wisnewski, A., Holm, C. y Cullen, M., 2002. Diisocyanate-Exposed Auto Body Shop Workers: A One-Year Follow-Up. *American Journal of Industrial Medicine*, 42, pp. 511-518.
- Redlich, C., Stowe, M., Wisnewski, A., Eisen, E., Karol, M., Lemus, R., Holm, C., Chung, J., Sparer, J., Liu, Y., Woskie, S., Appiah-Pippim, J., Gore, R. y Cullen, M., 2001. Subclinical Immunologic and Physiologic Responses in Hexamethylene Diisocyanate-Exposed Auto Body Shop Workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 39, pp. 587-597.
- Roelofs, C., Shoemaker, P., Skogstrom, T., Acevedo, P., Kendrick, J. y Nguyen, N., 2010. The Boston Safe Shops Model: An Integrated Approach to Community Environmental and Occupational Health. *American Journal of Public Health*, 100(S1), pp. S52-S55.
- Ryan, J., 2013. Remote Control Technology Helps Reduce Fall Hazards. *Welding Journal*, 92, pp. 42-45.
- Sacharski, E., 2013. The Costs of Safety. *Food Logistics*, pp. 32-34.
- Schmal, R., Del-Socorro, M. y Cabrales, F., 2006. El Camino hacia la Patentación en las Universidades. *Ingeniare - Revista Chilena de Ingeniería*, 14, pp. 172-186.
- Shoemaker, P., Skogstrom, T., Shea, J. y Bethune, L., 2007. The Boston Safe Shops Project-Preliminary Findings of a Case Study in Applying the 10 Essential Services of Public Health to Building Environmental Health Capacity. *Journal of Environmental Health*, 70, pp. 22-28.
- Siebel, A. y Basso, L., 2010. Genotoxic damage in auto body shop workers. *Toxicology and Industrial Health*, 26(9), pp. 619-623.
- Silva, F. y Bonora, G., 2014. Salud laboral en Brasil y regulación y control de la toxicidad relacionada con el benceno. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40(3), pp. 406-411.
- Smith, M. y Crotty, J., 2008. Environmental regulation and innovation driving ecological design in the UK automotive industry. *Business Strategy & the Environment*, 17, pp. 341-349.
- Soler y Palau., 2012. Manual Práctico de Ventilación Soler&Palau, pp. 24-32.
- Srholec, M., 2011. A multilevel analysis of innovation in developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), pp. 1539-1569.
- Stitt, D. y Iwata, A., 2011. 'Paint V'. *Products Finishing*, 75(6), pp. 8-12.
- Talbert, R., 2005. Editor's View. *Industrial Paint & Powder*, p. 4.
- Taylor, M., 2000. Make the Estimating Guides Work for You. *Automotive Body Repair News*, 39, p. 94.
- Tepeš, M., Krajnik, P. y Kopač, J., 2015. Framework Proposition and Technical Guidelines for Manufacturers of Custom Made Tools, Machinery And Special Equipment. *Tehnicki Vjesnik / Technical Gazette*, 22(3), pp. 581-590.
- Thomas, A., 2013. Controlling Toxic Spills. *Auto Body Repair Network*, 52, pp. 38-44.
- Thomas, A., 2012. Cleanliness and Good Housekeeping will help you Achieve High-Quality Results. *Auto Body Repair Network*, 51, pp. 30-42.
- Thomas, A., 2011. Improving Spray Techniques. *Automotive Body Repair News*, 50(10), pp. 36-44.
- Thomas, A., 2008. Selecting a spray gun. *Automotive Body Repair News*, 47(9), pp. 60-65.
- Thomas, B., 2006. Spray gun cleaning made easy New cleaning systems improve on quality, speed, cost, and liability of an operation. *Metal Finishing*, 104, pp. 36-40.
- Treto, E., 2005. Pequeñas Invenciones: ¿Grandes Soluciones?. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 36, pp. 375-377.
- Urbutis, A. y Kitrys, S., 2013. Structure and activity of CuO catalysts promoted with CeO<sub>2</sub> and La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for complete oxidation of VOCs. *Chemija*, 24(2), pp. 111-117.
- Vallderrama, F., 2000. Protección Jurídica de la Propiedad Industrial y la Tecnología en la Empresa. *Ingeniería y Competitividad*, 2, pp. 37-48.
- Vavra, J., Munzarova, S., Bednarikova, M. y Ehlova, Z., 2011. Sustainable Aspects Of Innovations. *Economics & Management*, 16, pp. 621-627.
- Velázquez, L., Bello, D., Munguia, N., Zavala, A., Marin, A. y Moure-Eraso, R., 2008. A Survey of Environmental and Occupational Work Practices in the Automotive Refinishing Industry of a Developing Country: Sonora, Mexico. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 14, pp. 104-111.
- Vyas, N., Yiannakis, D., Turner, A. y Sewell, G., 2014. Occupational exposure to anti-cancer drugs: A review of effects of new technology. *Journal of Oncology Pharmacy Practice*, 20(4), pp. 278-287.
- World Intellectual Property Organization, 2013. *World intellectual property indicators, Geneva: World Intellectual Property Organization*.
- Woskie, S., Sparer, J., Gore, R., Stowe, M., Bello, D., Liu, Y., Youngs, F., Redlich, C., Eisen, E. y Cullen, M., 2004. Determinants of isocyanate exposures in auto body repair and refinishing shops. *Annals of Occupational Hygiene*, 48, pp. 393-403.
- Xiang, J., Hansen, A., Pisaniello, D. y Bi, P., 2015. Perceptions of Workplace Heat Exposure and Controls among Occupational Hygienists and Relevant Specialists in Australia. *Plos ONE*, 10(8), pp. 1-12.



- Xibao, L., 2006. Regional innovation performance: evidences from domestic patenting in China. *Innovation: Management. Policy & Practice*, 8, pp. 171-192.
- Yang, D., 2007. Intellectual Property System in China: A Study of the Grant Lags and Ratios. *Journal of World Intellectual Property*, 10(1), pp. 22-52.
- Yearick, B., 2002. The current Spray results: So far, so good. *Automotive Body Repair News*, 41(1), p. 1.
- Yoswick, J., 2009. Body Shop safety pitfalls. *Automotive Body Repair News*, 48, pp. 34-42.
- Zavala, A., 2012. *Diseño de un Sistema de Servicios Sustentables para los Talleres de Carrocería en México*. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Baja California.
- Zavala, A., Moure-Eraso, R., Munguía, N. y Velázquez, L., 2011a. A Sustainable Services System in the Automotive Refinishing Industry. In: Ed.Marcello Chiaberge. *New Trends and Developments in Automotive Industry*. Cap. 6.
- Zavala, A., Velázquez, L. y Munguía, N., 2011b. Programa de Servicios Sustentables (PSS) para los talleres de carrocería en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, *Epistemus*, 10, pp. 9-14.
- Zavala, A., 2007. *Caracterización de los Patrones de Insustentabilidad en los talleres de carrocería mexicanos*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California.

# Anexo 1. Hoja de Datos de Seguridad R07 Thinner Acrílico No. 40

## Hoja de Datos de Seguridad



Inv V/02-5

**PRODUCTO :** R07 Thinner Acrílico No. 40

**R07KJ40**

### 1. Datos generales de la hoja de datos de seguridad

Fecha de elaboración : Septiembre 2014  
 Fecha de actualización : Septiembre 2014  
 Nombre de quien elabora la HDS : Cia. Sherwin Williams S.A. de C.V.  
 Nombre del fabricante : Cia. Sherwin Williams S.A. de C.V.  
 Domicilio completo : Poniente 140 No. 595, Industrial Vallejo 02300, Azcapotzalco, México D.F.  
 En caso de emergencia comunicarse al teléfono : Sistema de emergencias en transporte para la Industria química SETIQ 01-800-00-214-00 / D.F. 5559-1588

### 2. Datos generales de la sustancia química peligrosa

Nombre químico o código : No aplica  
 Nombre comercial : R07 Thinner Acrílico No. 40  
 Familia química : No Disponible  
 Sinónimos : No Disponible  
 Otros datos relevantes : VOC 674.85g/L

### 3. Identificación de la sustancia química peligrosa

Identificación						Clasificación de los grados de riesgo				Nombre y porcentaje de los componentes	
No. CAS	No. O.N.U.	LMPE-PPT mg/m <sup>3</sup>	LMPE-CT mg/m <sup>3</sup>	LMPE-P mg/m <sup>3</sup>	IPVS	S	I	R	EPP	%	Componente
108-88-3	1294	188	ND	ND	500ppm	2*	3	0	G	51	Tolueno
67-64-1	1090	2400	3000	3000	2500ppm	1	3	0	G	20	Acetona
123-86-4	1123	710	950	950	1700ppm	2*	3	0	H	12	n-Butil acetato
111-76-2	2369	120	360	360	700ppm	2*	2	0	H	9	2-Butoxietanol
67-63-0	1219	980	1225	1225	2000ppm	2*	3	0	H	8	2-Propanol

#### 4. Propiedades físicas y químicas

Temperatura de ebullición (°C)	: 55 - 172
Temperatura de fusión (°C)	: No aplica
Temperatura de inflamación (°C)	: -12.0
Temperatura de autoignición (°C)	: No disponible
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	: 0.826 - 0.866
pH	: No aplica
Peso molecular (g/mol)	: No aplica
Estado físico	: Líquido
Color	: Característico
Olor	: Característico
Velocidad de evaporación (butil-acetato=1):	: No disponible
Solubilidad en agua	: No disponible
Presión de vapor (mmHg 20°C)	: 14.4
% de Volatilidad	: 100
Límites de inflamabilidad o explosividad (%vol)	: Límite superior 12.8 Límite inferior 1.0
Otros datos relevantes	: No disponible

#### 5. Riesgos de fuego o explosión

Medio de extinción	: Niebla de agua ✗ Espuma ✓ CO <sub>2</sub> ✓ Polvo químico ✓ Otros medios ✗
Equipo de protección personal específico a utilizar en labores de combate de incendios	: Debe usarse equipo de protección total, incluyendo aparato respiratorio autocontenido.
Procedimiento y precauciones especiales durante el combate de incendios	: La atomización de agua puede resultar ineficaz, si se usa agua, es preferible usar boquillas de neblina. Se puede usar agua para enfriar los envases cerrados a modo de prevenir el aumento de presión y la posible autoignición o explosión cuando sea expuesto a calor.
Condiciones que conduzcan a otro riesgo especial	: Los envases cerrados pueden reventar (debido al acumulación de presión) cuando son expuestos a calor. Su aplicación sobre superficies calientes requiere el uso de precauciones especiales. En casos de respuesta a una emergencia, la exposición prolongada a productos de su descomposición puede causar un peligro a la salud. Puede ser que los síntomas no se manifiesten de inmediato, obtenga atención médica inmediata.
Productos de la combustión nocivos para la salud	: CO, CO <sub>2</sub> .

#### 6. Datos de reactividad

Producto	: Estable ✓ Inestable ✗
Incompatibilidad (sustancias a evitar)	: Ninguna conocida
Productos peligrosos de la descomposición	: CO, CO <sub>2</sub> .
Polimerización espontánea	: Puede ocurrir ✗ No puede ocurrir ✓
Condiciones a evitar	: Ninguna conocida

## 7. Riesgos a la salud y primeros auxilios

Vía de ingreso al organismo

: Ingestión; puede producir náuseas e irritación severa del tracto gastrointestinal.  
 Inhalación; puede causar irritación del sistema respiratorio superior.  
 Contacto con la piel; una exposición prolongada y repetida puede causar irritación.  
 Contacto con los ojos; puede causar irritación.

Sustancia química considerada como

: Carcinogénica **x**  
 Mutagénica **x**  
 Teratogénica **x**

Información complementaria

No. CAS	Componente	Concentraciones y dosis letales		
108-88-3	Tolueno	CL <sub>50</sub> rata	4hr	No disponible
		DL <sub>50</sub> rata		636 mg/kg
67-64-1	Acetona	CL <sub>50</sub> rata	4hr	No disponible
		DL <sub>50</sub> rata		5800 mg/kg
123-86-4	n-Butil acetato	CL <sub>50</sub> rata	4hr	2000 ppm
		DL <sub>50</sub> rata		13100 mg/kg
111-76-2	2-Butoxietanol	CL <sub>50</sub> rata	4hr	No disponible
		DL <sub>50</sub> rata		470 mg/kg
67-63-0	2-Propanol	CL <sub>50</sub> rata	4hr	No disponible
		DL <sub>50</sub> rata		4396 mg/kg

Emergencia y primeros auxilios

Medidas precautorias en caso de

: Ingestión; no provocar vómito y obtener atención médica inmediata.  
 Inhalación; alejarse del área de exposición y reestablecer respiración.  
 Mantenerse abrigado y calmado.  
 Contacto con la piel; lavar con abundante agua y jabón, quitarse la ropa contaminada y lavarla antes de volverla a usar. Si la irritación persiste, obtener atención médica inmediata.  
 Contacto con los ojos; lavar con abundante agua durante 15 minutos y obtener atención médica inmediata.

Otros riesgos o efectos a la salud

: Exposición prolongada o continua a vapores en un área confinada puede causar dolor de cabeza, náuseas, mareo. Enrojecimiento, comezón o sensación de quemadura puede indicar exposición excesiva en piel y ojos.

Antídotos

: No disponible.

Información importante para la atención médica primaria

: Lo expuesto en cada caso.

## 8. Indicaciones en caso de fuga o derrame

Procedimiento y precauciones inmediatas

: Elimine todas las fuentes de ignición, ventile el lugar.

Método de mitigación

: Elimine con absorbente inerte.

## 9. Protección especial específica para situaciones de emergencia

Equipo de protección especial específico

: Anteojos de seguridad, guantes y respirador para polvos y vapores.

**10. Información sobre transportación**

Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos

: De acuerdo a la NOM-004-SCT/2008 Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

La NOM-004-SCT/2008:

: Clase 3



Recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas

: UN 1263

Guía norteamericana de respuesta en caso de emergencia

: Guía 128

**11. Información sobre ecología**

De acuerdo con las disposiciones de la secretaría de medio ambiente, recursos naturales y pesca, en materia de agua, aire, suelo y residuos peligrosos.

: De acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.  
De acuerdo a la clasificación de riesgos peligrosos por fuente específica: pinturas y productos relacionados, consultar los códigos de peligrosidad de los residuos.

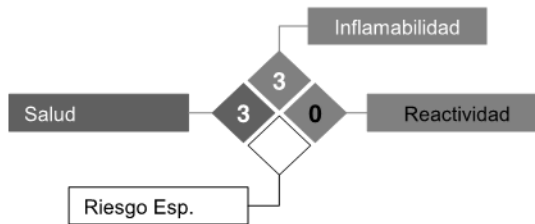
**12. Precauciones especiales**

Manejo, transporte y almacenamiento

: De acuerdo al PROY-NOM-005-STPS-2004 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Otras precauciones

National Fire Protection Association (NFPA)



Hazardous Material Information System (HMIS)

Salud	<b>2</b>
Inflamabilidad	<b>3</b>
Reactividad	<b>0</b>
EPP	<b>I</b>

**10. Información sobre transportación**

Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos

: De acuerdo a la NOM-004-SCT/2008 Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

La NOM-004-SCT/2008:

: Clase 3



Recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas

: UN 1263

Guía norteamericana de respuesta en caso de emergencia

: Guía 128

**11. Información sobre ecología**

De acuerdo con las disposiciones de la secretaría de medio ambiente, recursos naturales y pesca, en materia de agua, aire, suelo y residuos peligrosos.

: De acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.  
De acuerdo a la clasificación de riesgos peligrosos por fuente específica: pinturas y productos relacionados, consultar los códigos de peligrosidad de los residuos.

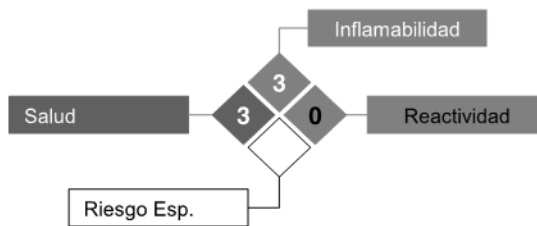
**12. Precauciones especiales**

Manejo, transporte y almacenamiento

: De acuerdo al PROY-NOM-005-STPS-2004 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Otras precauciones

National Fire Protection Association (NFPA)



Hazardous Material Information System (HMIS)

Salud	2
Inflamabilidad	3
Reactividad	0
EPP	I

**Referencias**

Para la correcta interpretación de esta hoja de seguridad, deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes.

NOM-004-SCT/2008	: Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
PROY-NOM-005-STPS-2004	: Manejo de sustancias químicas peligrosas - condiciones y procedimientos de seguridad y salud en los centros de trabajo.
NOM-010-STPS-1999	: Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-018-STPS-2000	: Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-052-SEMARNAT-2005	: Las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-123-ECOL-1998	: Que establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV's), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.  Emergency response guidebook - Guía 128 "Líquidos Inflamables" (no polar/ no mezclables con agua)  Dangerous goods list and limited quantities exceptions Part 3 DG List UN  NIOSH pocket guide to chemical hazards.